PUSAT PRESTASI NASIONAL
KEMENDIKDASMEN

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

Soal OSN Tingkat SMA 2025

# Olimpiade Sains Nasional

SMA/MA/Sederajat

1

PUSAT PRESTASI NASIONAL
SEKRETARIAT JENDERAL
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
TAHUN 2025

Kemendikdasmen
Pusat Prestasi Nasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# SOAL OLIMPIADE SAINS NASIONAL 2025 JILID 1

## Tingkat SMA/MA/Sederajat

Penerbit : Pusat Prestasi Nasional

# Kata Pengantar

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya, Buku Kumpulan Soal Olimpiade Sains Nasional (OSN) ini dapat disusun dan dihadirkan sebagai salah satu rujukan pembelajaran bagi peserta didik dan pendidik di seluruh Indonesia. Buku ini merupakan bagian dari upaya berkelanjutan Pusat Prestasi Nasional dalam mendukung penguatan ekosistem pembinaan talenta sains yang terstruktur, berjenjang, dan berkesinambungan.

Olimpiade Sains Nasional telah menjadi ajang strategis dalam menjaring, membina, dan mengembangkan peserta didik berprestasi di bidang sains. Soal-soal yang tersaji dalam buku ini dirancang untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi, penalaran logis, serta pemahaman konseptual yang mendalam. Dengan demikian, kumpulan soal ini tidak hanya berfungsi sebagai sarana evaluasi, tetapi juga sebagai media pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk mengembangkan daya analisis, kreativitas, dan ketekunan dalam memecahkan persoalan sains.

Melalui publikasi ini, kami berharap para pendidik dapat memanfaatkan buku ini sebagai bahan pendukung dalam proses pembinaan dan pendalaman materi, sementara peserta didik dapat menggunakannya sebagai referensi untuk melatih kemampuan akademik secara mandiri dan sistematis. Kehadiran buku ini juga diharapkan mampu memperkuat budaya belajar sains yang kritis dan kompetitif, sejalan dengan upaya peningkatan kualitas pendidikan sains nasional serta daya saing Indonesia di tingkat internasional.

Akhir kata, kami menyampaikan apresiasi kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku ini, termasuk tim penyusun, penelaah, serta para pendidik yang selama ini konsisten mendampingi peserta didik dalam pembinaan Olimpiade Sains Nasional. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat yang luas dan menjadi bagian dari ikhtiar bersama dalam menumbuhkan generasi Indonesia yang unggul dalam sains, berkarakter, dan berdaya saing global.

Hormat kami,

Kepala
Pusat Prestasi Nasional
**Dr. Maria Veronica Irene Herdjiono, S.E, M.Si.**

# Buku Kumpulan Soal OSN

Olimpiade Sains Nasional Jenjang SMA/MA/Sederajat

**Judul Buku**
Buku Kumpulan Soal OSN Olimpiade Sains Nasional Jenjang SMA/MA/Sederajat

**Penasihat**
Abdul Mu'ti

**Pengarah**
Suharti
Mariman Darto
Maria Veronica Irene Herdjiono

**Penanggung Jawab**
Retno Juni Rochmaningsih

**Penulis**
Juri OSN 2025

**Penelaah**
Rizky Putra Beta

**Penyunting Bahasa dan Penata Letak**
Luthfi Muhammad Din Prakoso
Nabil Fatya NH
Daffa Adipramana

**Desainer**
Ananda Safira Choirunissa

**Tim Sekretariat**
Topanal Gustiranda
Deri Luthfi
Erry Agustiyan Abdullah

**Diterbitkan oleh**
Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah
Jalan Jenderal Sudirman, Senayan, Jakarta Pusat

**Dikeluarkan oleh**
Pusat Prestasi Nasional
Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah
binatalenta@kemendikdasmen.go.id
(+62)8212-5534-534
Laman:
https://pusatprestasinasional.kemdikbud.go.id/
Cetakan pertama, 2025

# DAFTAR ISI

**Kata Pengantar** ..... (x)
**Daftar Isi** ..... (x)

**OSNK** (01)
ASTRONOMI ..... (02)
BIOLOGI ..... (14)
EKONOMI ..... (48)
FISIKA ..... (62)
GEOGRAFI ..... (72)
INFORMATIKA ..... (106)
KEBUMIAN ..... (128)
KIMIA ..... (170)
MATEMATIKA ..... (190)

**OSNP** (193)
ASTRONOMI ..... (194)
EKONOMI ..... (216)
FISIKA ..... (232)
GEOGRAFI ..... (248)
INFORMATIKA ..... (304)
KEBUMIAN ..... (330)
BIOLOGI ..... (366)
MATEMATIKA ..... (406)
KIMIA ..... (410)

# DAFTAR ISI

**SEMIFINAL** **(421)**
ASTRONOMI ..... (422)
BIOLOGI ..... (434)
EKONOMI ..... (474)
FISIKA ..... (482)
GEOGRAFI ..... (492)
INFORMATIKA ..... (508)
KEBUMIAN ..... (522)
KIMIA ..... (560)
MATEMATIKA ..... (582)

# BAB 1
# OSN Kabupaten

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# ASTRONOMI

Kumpulan Soal OSN

# SOAL UJIAN SELEKSI CALON PESERTA OLIMPIADE SAINS NASIONAL 2025 : ASTRONOMI TINGKAT KABUPATEN/KOTA

Petunjuk:
1. Jawablah seluruh soal hanya di lembar jawaban dan jangan di berkas soal ini.
2. Dalam naskah ini terdapat 30 soal pilihan ganda biasa dan pilihan ganda kompleks.
3. Gunakan konstanta dan data astronomi yang telah disediakan di soal.
4. Kalkulator tanpa fitur grafik boleh digunakan.

1. Persamaan garis yang sesuai untuk data di dalam tabel ini adalah

| Panjang gelombang (nm) | Temperatur (K) |
|---|---|
| 2897,77 | 1000 |
| 1931,85 | 1500 |
| 1448,89 | 2000 |
| 1159,11 | 2500 |
| 965,924 | 3000 |
| 827,935 | 3500 |
| 724,443 | 4000 |
| 643,949 | 4500 |
| 579,554 | 5000 |
| 526,867 | 5500 |
| 482,962 | 6000 |
| 445,811 | 6500 |
| 413,967 | 7000 |
| 386,369 | 7500 |
| 362,221 | 8000 |
| 340,914 | 8500 |
| 321,975 | 9000 |
| 305,029 | 9500 |
| 289,777 | 10000 |

1. $x = (3 \times 10^{6})y^{-1}$
2. $x = (3 \times 10^{-6})x^{-1}$
3. $y = (3 \times 10^{6})x^{-1}$
4. $y = (3 \times 10^{-6})x^{-1}$
5. $y = (3 \times 10^{6})x^{-2}$

Jawaban: 1 dan 3

2. Jika suatu hari seorang pengamat melihat Matahari terbit tepat dari arah timur, maka pernyataan yang benar adalah
   1. Pengamatan kemungkinan dilakukan sekitar tanggal 21 Maret
   2. Posisi pengamat berada di selatan ekuator

3. Pengamatan kemungkinan dilakukan sekitar tanggal 22 Juni
4. Posisi pengamat berada di utara ekuator
5. Pengamatan kemungkinan dilakukan sekitar tanggal 23 September

Jawaban: 1 dan 5

3. Seorang pengamat menghitung panjang siang hari di lokasi dia berada. Ternyata di hari itu, panjang siang tercatat lebih dari 12 jam. Jika panjang siang bisa dihitung dengan rumus

$$\cos H = -\tan\phi \tan\delta_{\odot}$$

dengan $\phi$ = lintang pengamat, $\delta_{\odot}$ = deklinasi Matahari, $H$ = sudut jam Matahari saat di horizon, dan $2H$ adalah panjang siang, maka apa yang bisa disimpulkan terkait lokasi dan waktu pengamatan?

1. Pengamat berada di Bumi belahan utara, dan waktu pengamatan antara 21 Maret – 23 September
2. Pengamat berada di Bumi belahan utara, dan waktu pengamatan antara 23 September – 21 Maret
3. Pengamat berada di Bumi belahan selatan, dan waktu pengamatan antara 21 Maret – 23 September
4. Pengamat berada di Bumi belahan selatan, dan waktu pengamatan antara 23 September – 21 Maret
5. Pengamat berada di ekuator, atau waktu pengamatan tanggal 21 Maret atau 23 September

Jawaban: 1 dan 4

4. Seorang pengamat mengobservasi dua bintang. Jika kedua bintang tersebut mencapai meridian secara bersamaan, maka
1. kedua bintang memiliki deklinasi yang sama
2. kedua bintang memiliki RA yang sama
3. kedua bintang memiliki sudut jam (HA) yang sama
4. kedua bintang memiliki azimuth yang sama
5. kedua bintang memiliki tinggi (altitud) yang sama

Jawaban: 2 dan 3

5. Suatu bintang memiliki sistem keplanetan yang terdiri dari planet A, B, C, D, dan E. Data periode orbit $P$ dan setengah sumbu panjang $a$ untuk lima planet yang mengelilingi bintang tersebut tercantum dalam tabel di bawah ini dan dinyatakan dalam nilai logaritma. Sebelum dinyatakan dalam logaritma, satuan $P$ dan $a$ masing-masing adalah tahun dan sa (satuan astronomi). Semua orbit planet dianggap berbentuk ellips dan semua bidang orbitnya berimpit.

| Planet | $\log P$ | $\log a$ |
|---|---|---|
| A | $-0{,}40000$ | $-0{,}26667$ |
| B | $0{,}00000$ | $0{,}00000$ |
| C | $0{,}40000$ | $0{,}26667$ |

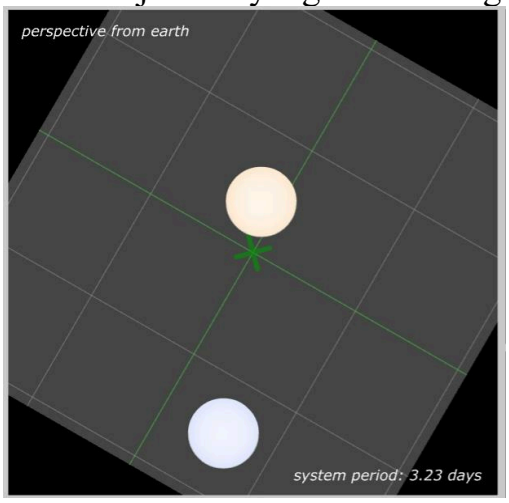
| | | |
|---|---|---|
| D | 0,80000 | 0,53333 |
| E | 1,30000 | 0,86667 |

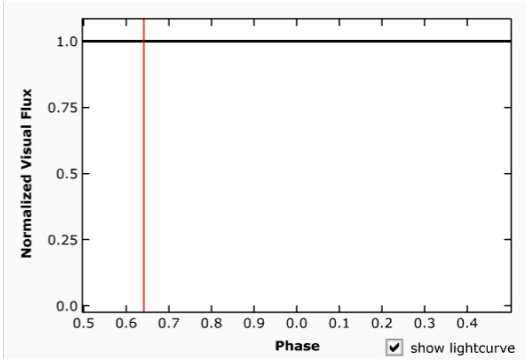
Pola data pada tabel menunjukkan bahwa

1. tidak ada pola data karena nilai-nilai nol untuk planet B
2. terhadap bintang tersebut, planet terjauh adalah A, planet terdekat adalah E
3. massa bintang tersebut sekitar 1 $M_{\odot}$
4. nilai $P^3$ sebanding dengan nilai $a^2$, yaitu hukum ketiga Kepler
5. nilai $2 \log P$ sebanding dengan nilai $3 \log a$

Jawaban: 3 dan 5

6. Kedua sketsa simulator ini menggambarkan 2 (dua) bintang yang saling mengorbit satu sama lain dengan pengamat pada arah tegak lurus bidang orbit. Penjelasan yang benar mengenai kedua gambar ini adalah

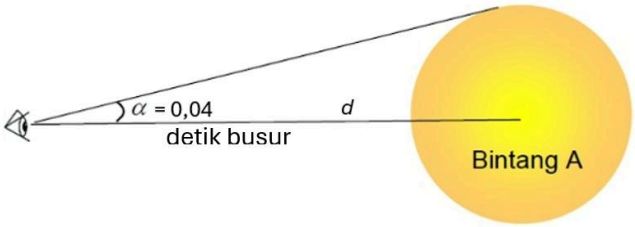



A. kedua bintang mempunyai radius yang sama, orbit berupa lingkaran
B. kedua bintang saling menggerhanai satu sama lain
C. bintang yang lebih dekat dengan tanda silang (X) lebih kecil massanya daripada bintang yang lebih jauh dari tanda X
D. luminositas dan temperatur permukaan kedua bintang sama besarnya

Jawaban: A

7. Untuk bintang A pada gambar, jejarinya adalah 900 jejari Matahari. Modulus jarak bintang A adalah (diketahui jejari Matahari = 6,96 x $10^{10}$ cm, 1 radian = 206 265 detik busur, 1 parseks = 3,086 x $10^{18}$ cm, asumsikan $\alpha$ sangat kecil)

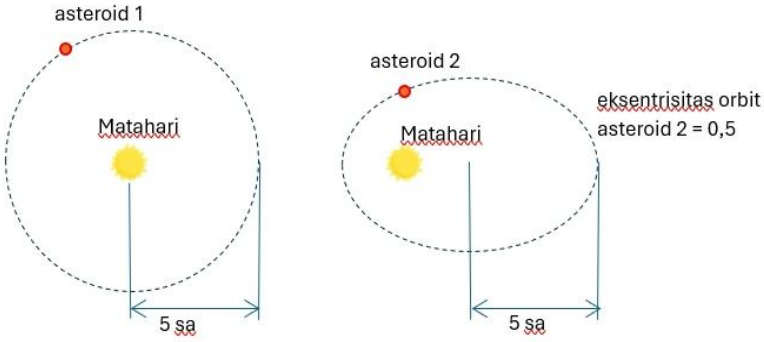



A. 16,6
B. 20,9

C. 11,6
D. 6,6
E. 15,9

Jawaban: D

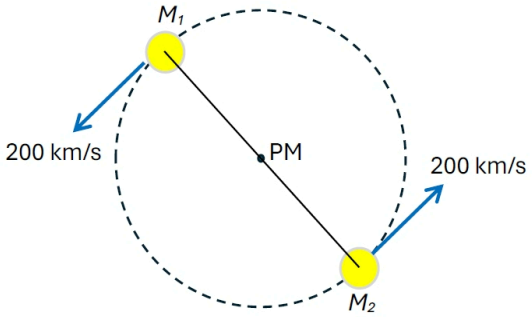
8. Yang dapat disimpulkan dari gambar berikut adalah




A. asteroid 1 dan 2 mempunyai periode orbit yang berbeda
B. asteroid 1 dan 2 mempunyai kecepatan orbit yang sama
C. kecepatan orbit di setiap titik untuk kedua asteroid berbeda
D. periode orbit kedua asteroid adalah sama
E. eksentrisitas orbit asteroid 1 sama dengan asteroid 2

Jawaban: D

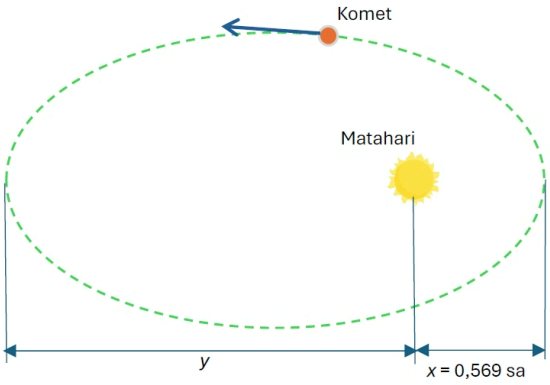
9. Gambar pada soal ini menunjukkan 2 (dua) bintang yang mengitari pusat massa orbitnya dengan periode masing-masing bintang adalah 15 hari. Kecepatan orbit setiap bintang dinyatakan di dalam gambar. Massa total bintang adalah (massa Matahari adalah 1,99 x $10^{30}$ kg)




A. 100 massa Matahari
B. 75 massa Matahari
C. 50 massa Matahari
D. 25 massa Matahari
E. 10 massa Matahari

Jawaban: C

10. Gambar menunjukkan sebuah komet bergerak mengitari Matahari dengan periode 72 tahun. Satuan sa artinya satuan astronomi dengan 1 sa = 1,5 x $10^{11}$ m. Jarak terjauh yang dapat ditempuh oleh komet adalah




A. 35 sa
B. 34 sa
C. 30 sa
D. 70 sa
E. 68 sa

Jawaban: B

11. Orbit Bulan membentuk sudut 5,14° terhadap ekliptika. Jika sumbu rotasi Bumi membentuk sudut 23,44° terhadap garis normal dari ekliptika, berapakah deklinasi minimum dan maksimum yang dapat dimiliki Bulan?
A. Minimum -5,14°, maksimum +5,14°
B. Minimum -23,44°, maksimum +23,44°
C. Minimum -28,58°, maksimum +28,58°
D. Minimum -18,30°, maksimum +18,30°
E. Minimum -5,14°, maksimum +23,44°

Jawaban: C

12. Jika dari sebuah lokasi kamu tidak pernah mengalami hari tanpa bayangan (Matahari tepat berada di zenith pada siang hari lokal), maka dapat disimpulkan bahwa lokasi tersebut
A. tepat berada di ekuator
B. berada di selatan lintang +23,44° atau utara lintang -23,44°
C. berada di selatan lintang +23,44° dan utara lintang -23,44°
D. berada di utara lintang +23,44° atau selatan lintang -23,44°
E. berada di utara lintang +23,44° dan selatan lintang -23,44°

Jawaban: D

13. Dua orang pengamat mengobservasi sebuah bintang yang sama. Posisi pengamat pertama berada di Bumi belahan utara dan mengamati bintang tersebut sirkumpolar (tidak pernah terbenam). Jika pengamat kedua mengamati bintang tersebut mengalami terbit dan terbenam, maka dapat disimpulkan
A. posisi pengamat kedua berada di timur pengamat pertama
B. posisi pengamat kedua berada di barat pengamat pertama

C. posisi pengamat kedua berada di utara pengamat pertama
D. posisi pengamat kedua berada di selatan pengamat pertama
E. tidak ada yang bisa disimpulkan terkait posisi pengamat, tergantung waktu pengamatan

Jawaban: D

14. Bintang X adalah bintang deret utama dengan massa 1,5 kali massa Matahari dan luminositas 3 kali luminositas Matahari. Bintang Y adalah raksasa merah dengan massa 3 kali massa Matahari dan luminositas 250 kali luminositas Matahari. Pernyataan berikut yang benar mengenai kedua bintang ini adalah
A. Bintang X jauh lebih tua daripada bintang Y
B. Kerapatan rata-rata bintang Y lebih besar daripada bintang X
C. Saat kedua bintang berada di deret utama, bintang X membutuhkan waktu lebih cepat untuk berevolusi menuju raksasa merah ketimbang bintang Y
D. Bintang Y sedang melangsungkan reaksi fusi hidrogen di selubung yang mengelilingi inti bintang, sedangkan bintang X di inti bintang
E. Diameter sudut bintang Y di langit lebih kecil dibandingkan bintang X jika keduanya memiliki jarak yang sama jauhnya dari Bumi

Jawaban: D

15. Jika Bumi berotasi dengan kecepatan yang sama dengan sekarang namun dalam arah yang berkebalikan, maka lamanya satu hari rata-rata (*solar day*) adalah
A. 24 jam 8 menit
B. 24 jam 4 menit
C. 24 jam
D. 23 jam 56 menit
E. 23 jam 52 menit

Jawaban: E

16. Jika radius Bumi dinyatakan sebagai $R$ dan percepatan gravitasi Bumi adalah $g$, berapakah kerapatan Bumi?
A. $3gR/4\pi G$
B. $3g/4\pi RG$
C. $3\pi G/4gR$
D. $4\pi g/3GR$
E. $4GR/3\pi g$

Jawaban: B

17. Wahana ISS mengorbit Bumi dengan jarak terdekat (perigee) 422 km dan jarak terjauh (apogee) 425 km di atas permukaan laut. Jika radius Bumi adalah 6370 km dan percepatan gravitasi Bumi adalah 9,8 m $s^{-2}$, hitunglah jarak rata-rata yang ditempuh ISS di orbitnya dalam waktu satu detik.
A. 4,6 km

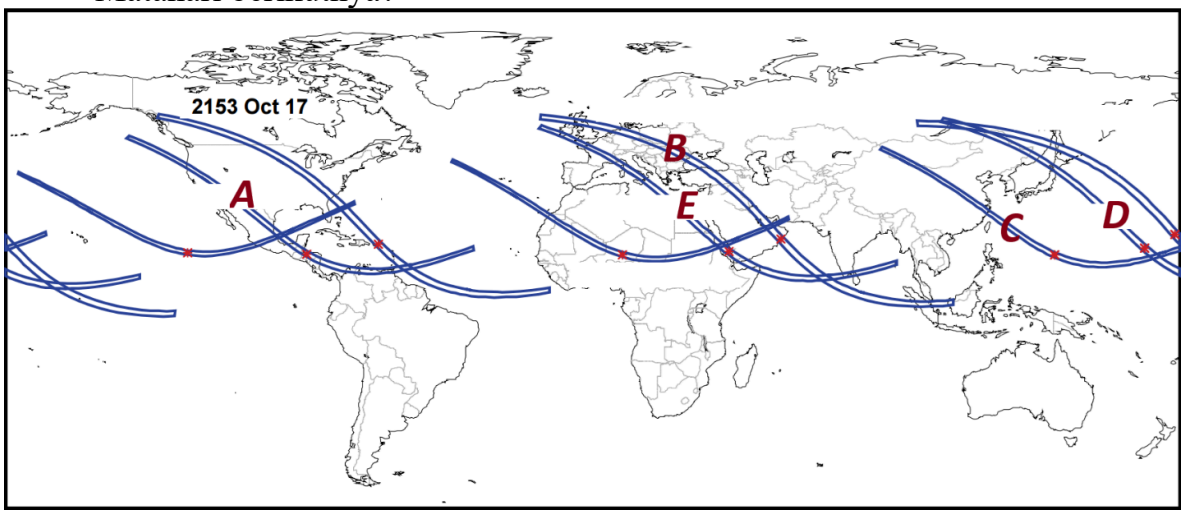
B. 7,6 km
C. 9,8 km
D. 10,5 km
E. 12,7 km

Jawaban: B

18. Sebuah stasiun antariksa yang berbentuk silinder berdiameter 50 meter berotasi pada porosnya dan menghasilkan gravitasi buatan karena gerak rotasinya. Agar astronot yang tinggal di dalam stasiun antariksa tersebut dapat merasakan gravitasi yang sama dengan Bumi ($g$ = 9,8 m $s^{-2}$), berapa periode rotasi dan kecepatan putarannya?
A. Periode 14,2 detik dan kecepatannya 22,15 m $s^{-1}$
B. Periode 32,2 detik dan kecepatannya 10 m $s^{-1}$
C. Periode 51 detik dan kecepatannya 6,2 m $s^{-1}$
D. Periode 157,2 detik dan kecepatannya 2 m $s^{-1}$
E. Periode 490 detik dan kecepatannya 0,64 m $s^{-1}$

Jawaban: A

19. Gerhana Matahari tanggal 17 Oktober 2153 dapat teramati di permukaan Bumi dengan mengikuti lintasan bayangan gerhana seperti gambar di bawah ini (disadur dari Espenak & Meeus, 2007). Sebagai bagian dari suatu seri lintasan gerhana yang bergeser ke arah selatan, di lintasan manakah gerhana Matahari berikutnya?




A. A
B. B
C. C
D. D
E. E

Jawaban: D

20. Tetapan $G$ dalam hukum gravitasi Newton
A. ditentukan dengan eksperimen laboratorium

B. ditentukan dengan membandingkan percepatan sentripetal Bulan dalam orbitnya dengan percepatan sebuah objek yang jatuh ke Bumi
C. diturunkan dari studi perbandingan orbit planet
D. berbeda untuk materi yang berbeda (misalnya timah dan aluminum)
E. memiliki sifat tidak invarian di alam semesta

Jawaban: A

21. Massa Bumi 81 kali massa Bulan dan jarak rata-rata Bulan ke Bumi adalah 60 kali radius Bumi. Sebuah satelit mengorbit Bulan. Tentukan jarak maksimum dalam satuan radius Bumi dari satelit ke Bulan agar satelit tetap terikat gravitasi Bulan dan tidak lebih dominan tertarik gravitasi Bumi.
A. 1
B. 25
C. 2
D. 6
E. 100

Jawaban: D

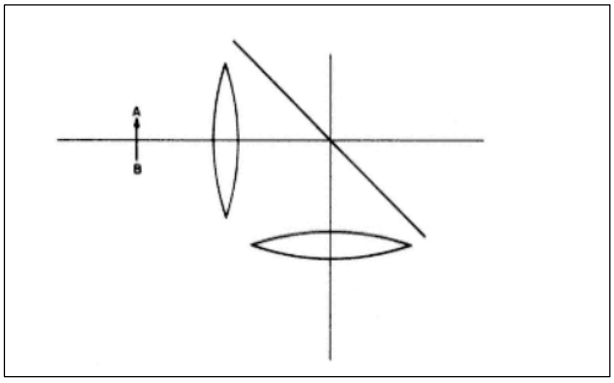
22. Penyebab utama dari aurora dalam atmosfer Bumi adalah
A. sinar-X dari Matahari
B. angin Matahari
C. semburan sewaktu-waktu dari derau radio Matahari
D. refleksi cahaya Matahari oleh salju dan es di laut Arktik dan daerah Antartika
E. konveksi interior Matahari

Jawaban: B

23. Misalkan sebuah planet yang baru ditemukan teramati bergerak ke arah timur relatif terhadap bintang-bintang sekitar dekat ekliptika dengan laju rata-rata 9 derajat per tahun. Ini menandakan orbitnya (asumsikan berbentuk lingkaran) berada
A. antara orbit Mars dan Jupiter
B. lebih jauh dari orbit Pluto
C. antara orbit Saturnus dan Uranus
D. antara orbit Jupiter dan Saturnus
E. antara Merkurius dan Bumi

Jawaban: C

24. Suatu sistem optik terdiri dari 2 lensa dan sebuah cermin datar yang diletakkan dalam konfigurasi seperti pada gambar di bawah. Objek AB (panah ke atas) diletakkan di titik api lensa pertama. Bagaimanakah posisi dan orientasi citranya?




A. Diperbesar mendatar ke kiri
B. Diperkecil mendatar ke kiri
C. Diperbesar mendatar ke kanan
D. Diperkecil mendatar ke kanan
E. Sama mendatar ke kiri
F. Sama mendatar ke kanan

Jawaban: F

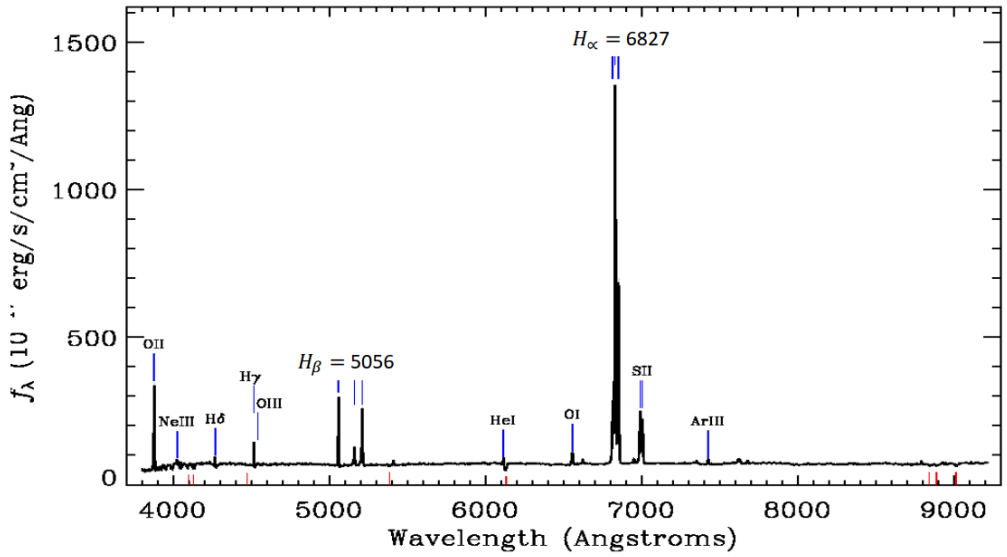
25. Pergerakan bintang A terhadap latar belakang bintang diasumsikan seperti pergerakan di bidang datar (bidang Kartesian) dengan rumus $\vec{r} = t\hat{\imath} + t^2\hat{\jmath}$ (dengan $t$ adalah satuan waktu dalam tahun dan $\vec{r}$ adalah vektor posisi dalam detik busur). Posisi pertama bintang A dilakukan pengamatan pada tahun 2022, kemudian dilakukan lagi dua kali pengamatan yaitu pada tahun 2023 dan tahun sekarang. Untuk penyederhanaan, diasumsikan perpindahan dari posisi di tahun 2022 ke posisi di tahun 2023 dan dari posisi di tahun 2023 ke posisi tahun sekarang semuanya berupa garis lurus. Dengan satuan detik busur per tahun ($''$/tahun), didapatkan laju rata-rata pergerakan bintang sampai tahun sekarang sebesar

A. $\frac{\sqrt{2}+2\sqrt{17}}{3}$
B. $\frac{3\sqrt{10}}{3}$
C. $\frac{\sqrt{2}+4\sqrt{10}}{3}$
D. $\frac{\sqrt{3}+3\sqrt{17}}{3}$

Jawaban: A

26. Dari data Sloan Digital Sky Survey (SDSS), terdapat dua galaksi yang berdekatan, Galaksi A dan Galaksi B. Koordinat Galaksi A adalah RA = $15^j\ 18^m\ 6{,}14^d$ dan Dec = $42°\ 44'\ 45{,}06''$, dan koordinat Galaksi B adalah RA = $15^j\ 18^m\ 6{,}37^d$ dan Dec = $42°\ 44'\ 38{,}65''$. Gambar di bawah ini merupakan data spektrum Galaksi A. Garis-garis emisi hidrogen alpha dan hidrogen beta (di laboratorium) adalah pada panjang gelombang $H_\alpha$ = 6563 Å dan $H_\beta$ = 4861 Å. Diketahui kecepatan cahaya, $c$ = 300 000 km s$^{-1}$, dan konstanta Hubble, $H_0$ = 70 km s$^{-1}$ Mpc$^{-1}$. Apabila kita hitung jarak

proyeksi antara Galaksi A dan Galaksi B dalam satuan kiloparsek (kpc) akan didapatkan jarak proyeksinya sebesar




A. 5,7 kpc
B. 5,1 kpc
C. 7,3 kpc
D. 3,6 kpc

Jawaban: A

27. Pada tanggal 24 Juni 2025 di Bandung, kalian bisa mengamati Bintang C dengan RA $= 247° 30'$ dan Dec $= -26° 29'$ dan Bintang D dengan sudut jam $01^j\ 03^m$ lebih timur daripada Bintang C. Bintang D di kulminasi atas kota Bandung terlihat pada pukul

A. $22^j\ 14^m$
B. $23^j\ 17^m$
C. $23^j\ 13^m$
D. $23^j\ 11^m$

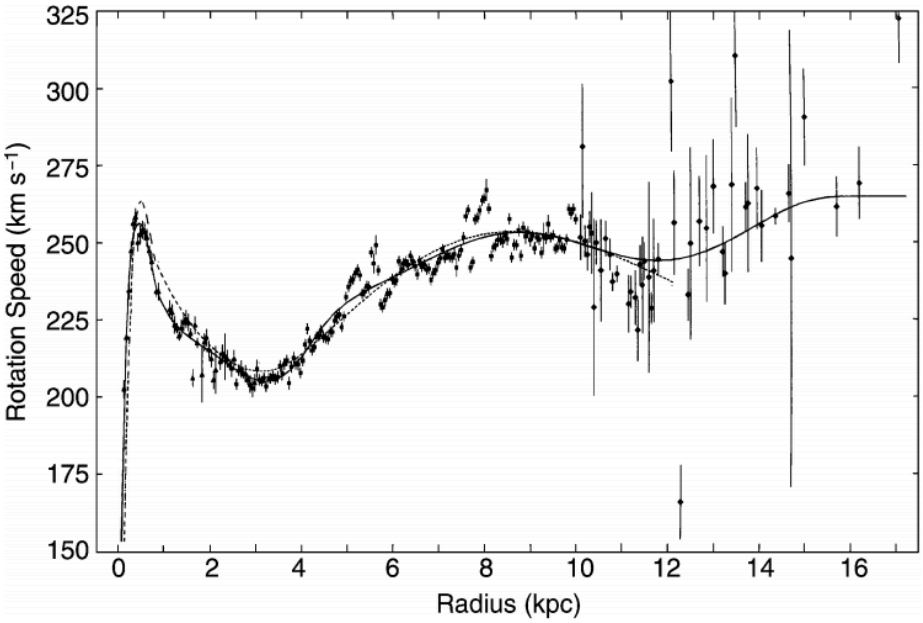
Jawaban: C

28. Pada suatu sore hari dilakukan pengamatan Matahari di arah barat. Pengamatan pertama pada pukul $15^j\ 45^m$ mendapatkan data posisi Matahari, azimut dan tinggi, $(A_z, h) = (300°, 25°)$. Dan pada pengamatan kedua pukul $16^j\ 45^m$ mendapatkan data posisi Matahari $(A_z, h) = (295°, 12°)$. Andaikan Matahari bergerak konstan dan berupa garis lurus berdasarkan 2 pengamatan tersebut, maka Matahari akan terbenam pada pukul

A. $17^j\ 41^m$
B. $14^j\ 17^m$
C. $17^j\ 52^m$
D. $14^j\ 52^m$

Jawaban: A

29. Dari pengamatan fotometri bintang-bintang dan gas di galaksi kita didapatkan kecepatan rotasi bintang pada jarak Matahari terhadap pusat galaksi sebesar 160 km $s^{-1}$. Kemudian pada pengamatan lain, dilakukan pengukuran gerak kecepatan rotasi bintang-bintang terhadap pusat galaksi yang ditunjukkan oleh kurva rotasi pada gambar di bawah ini. Diketahui 1 pc $= 3 \times 10^{16}$ meter, dan $G = 6{,}7 \times 10^{-11}$ $m^3$ $kg^{-1}$ $s^{-2}$. Setelah dilakukan perhitungan massa *dark matter* pada jarak Matahari didapatkan bahwa persentase massa *dark matter* terhadap massa total pada jarak Matahari sebesar




A. 85%
B. 80%
C. 70%
D. 60%

Jawaban: D

30. Dari observasi James Webb Space Telescope (JWST) didapatkan bahwa *redshift* suatu galaksi sebesar $z = 3$, dan memenuhi pesamaan matematis $(2 + 2z + z^2)v = (2z + z^2)c$. Artinya bahwa galaksi tersebut sedang menjauhi kita dengan kecepatan

A. 0,9 $c$
B. 3,0 $c$
C. 0,8 $c$
D. 0,6 $c$

Jawaban: A

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

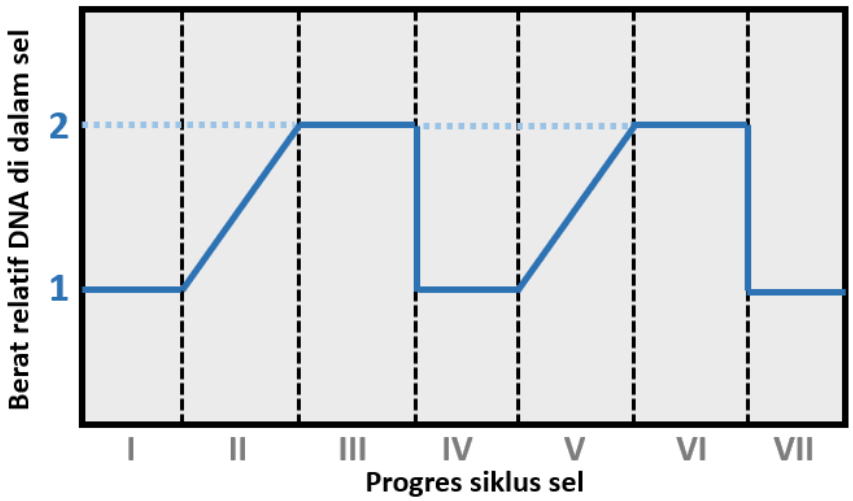
KEMENDIKDASMEN RAMAH

# BIOLOGI

Kumpulan Soal OSN

## BIOLOGI SEL MOLEKULER

**1.** Qeisya mengamati sebuah sel mamalia yang membelah dua kali dan mencatat berat relatif DNA yang ada pada sel tersebut.

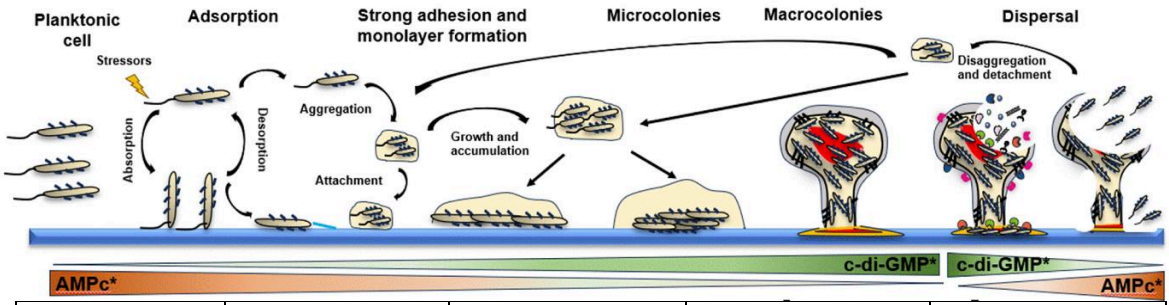



**Keterangan**: Sumbu mendatar tidak menunjukkan skala durasi yang akurat

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Sel di atas sedang mengalami pembelahan meiosis.
B. Pembelahan sentrosom terjadi pada periode bertanda III dan VI.
C. Pembentukan sel multinuklear terjadi akibat pembelahan di atas secara berulang.
D. Tahapan IV adalah saat di mana kromosom sel memiliki *sister chromatids* tetapi tidak terdapat kromosom homolog.

**2.** Bakteri dalam genus *Pseudomonas* dikenal sebagai bakteri oportunistik yang mampu membentuk biofilm. Biofilm dapat meningkatkan resistensi bakteri terhadap antibiotik dan sistem imun inang. Gambar berikut menunjukkan tahap pembentukan biofilm oleh *Pseudomonas aeruginosa*.

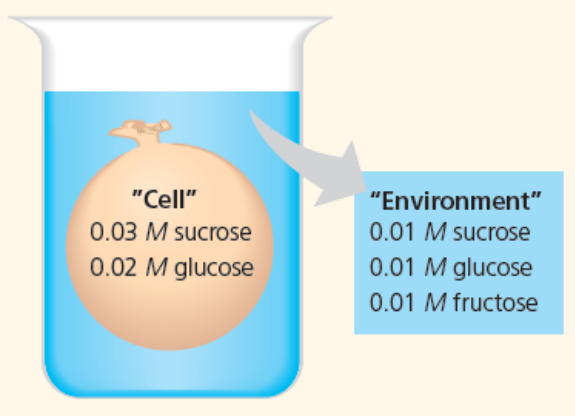



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| • *Flagellum*<br>• *Physico-chemical* | • *Type IV pili*<br>• *Fimbriae*<br>• *Matrix production* | • *Type IV pili*<br>• *Fimbriae*<br>• *Matrix crosslinking* | • *Biochemical gradient*<br>• *Gene transfer* | • *Matrix degradation*<br>• *Cellular lysis* |

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Mutasi pada gen yang mengkode pili tipe IV dapat menghambat tahap awal pembentukan biofilm.
B. EPS (*Extracellular Polymeric Substance*) yang diproduksi dalam biofilm berperan sebagai penghalang fisik terhadap antibiotik.
C. Sel-sel di lapisan terdalam biofilm memiliki tingkat metabolisme yang lebih tinggi dibandingkan sel planktonik.
D. Penghambatan *quorum sensing* dapat mengurangi pembentukan biofilm.

**3.** Anda melakukan percobaan pada sel buatan ("cell") untuk memahami lebih dalam mengenai mekanisme transpor zat melewati membran. Sel buatan ini memiliki membran semipermeabel yang di dalamnya terdapat larutan berisi beberapa jenis gula. Kemudian, Anda memasukkan sel buatan tersebut ke dalam tabung berisi larutan ("environment") dengan komposisi gula yang berbeda seperti yang tergambar pada ilustrasi berikut. Larutan dalam tabung dianggap memiliki volume yang jauh lebih besar dibandingkan sel.

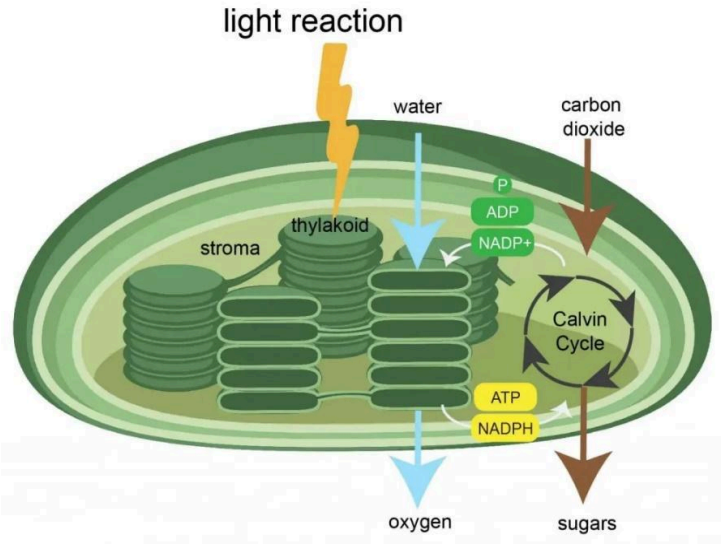


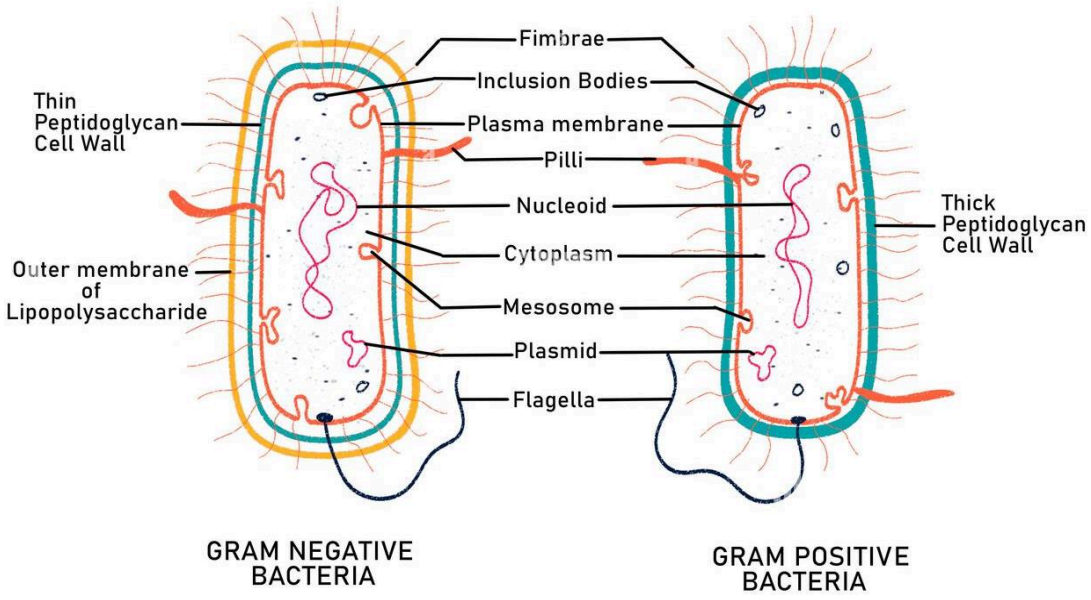

Diketahui, membran bersifat permeabel terhadap monosakarida dan air, tetapi tidak permeabel terhadap disakarida maupun zat terlarut lain.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Terdapat netto osmosis menuju ke dalam sel.
B. Terdapat netto difusi total zat terlarut menuju ke luar sel.
C. Setelah transpor zat dibiarkan terjadi, kesetimbangan difusi akan tercapai dan konsentrasi total zat terlarut di luar dan di dalam sel masing-masing bernilai 0,04 M.
D. Jika ditambahkan enzim sukrase pada "*environment*", tekanan osmotik larutan tersebut akan meningkat menjadi dua kali lipat semula.

**4.** Kloroplas diyakini merupakan hasil endosimbiosis, di mana sel prokariotik purba dengan kemampuan fotosintesis diinternalisasi oleh sel yang lebih besar. Setelah itu, kemampuan fotosintesisnya yang menguntungkan akhirnya dipertahankan. Oleh sebab itu, bakteri fotosintetik modern memiliki struktur tertentu dengan fungsi yang sama/mirip dengan kloroplas milik sel eukariotik. Berikut ilustrasi proses fotosintesis pada kloroplas beserta struktur bakteri Gram positif maupun Gram negatif.

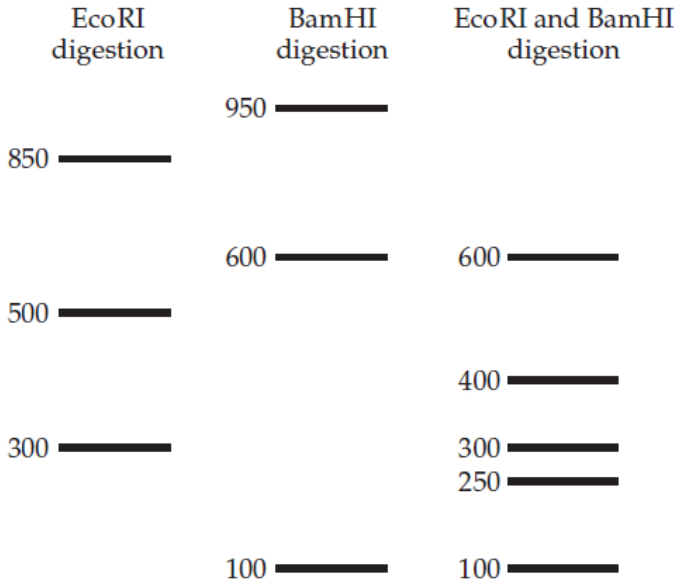





Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Pada bakteri Gram positif, protein-protein yang berperan dalam reaksi terang berada pada vesikel-vesikel sitoplasma yang homolog terhadap membran tilakoid.
B. Selama rantai transpor elektron pada bakteri Gram positif, proton akan dipompa ke luar sel.
C. Pada bakteri Gram negatif, enzim-enzim yang memproduksi ATP kemungkinan besar berada pada membran plasma.
D. Enzim-enzim siklus Calvin pada bakteri Gram negatif fotosintetik kemungkinan besar berada pada ruang periplasma.

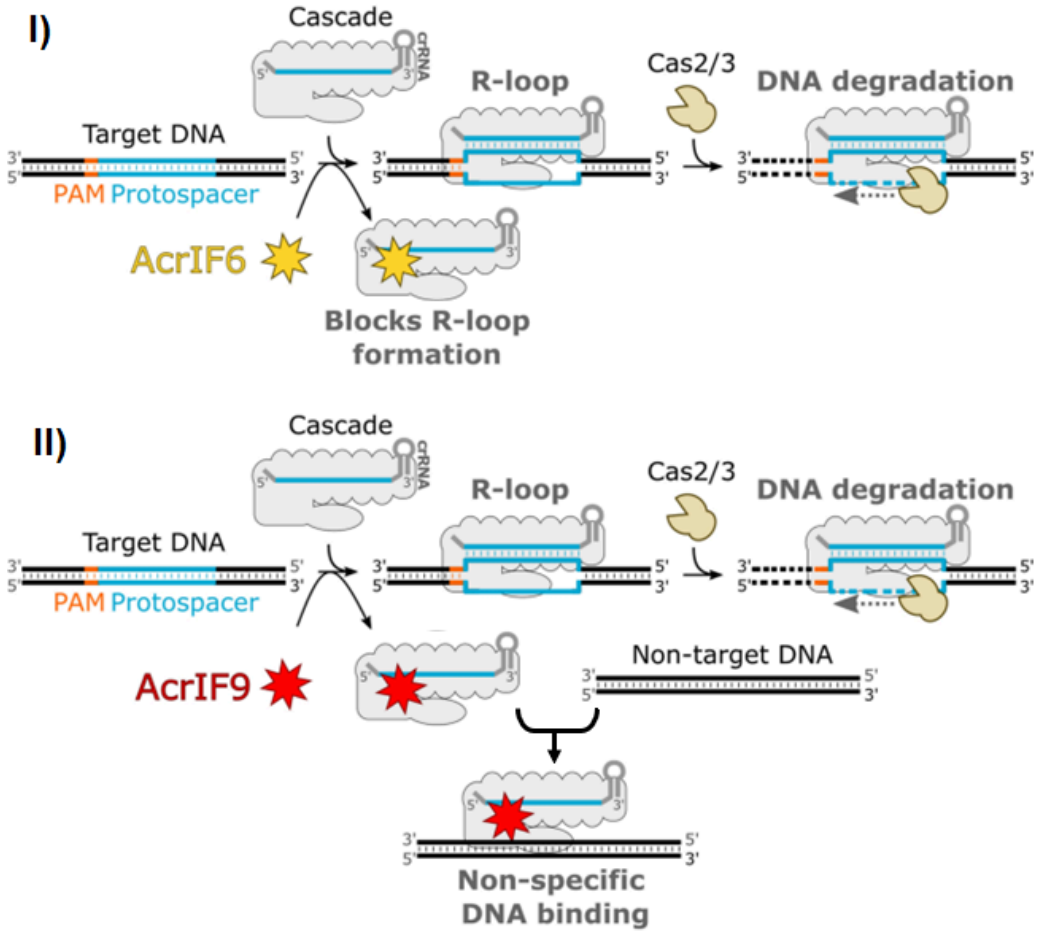
**5.** Mas Gendhon ingin melakukan kloning sebuah fragmen DNA ragi berisi gen A ke dalam suatu vektor plasmid. Namun sebelumnya, ia mencoba melakukan percobaan untuk mengidentifikasi situs-situs pengenalan enzim restriksi di dalam fragmen DNA tersebut. Dari banyak enzim, ia menemukan bahwa *Eco*RI dan *Bam*HI dapat mencerna fragmen DNA tersebut. Percobaan dilakukan dengan memberi perlakuan salah satu enzim secara terpisah atau kedua enzim bersamaan. Setelah itu, hasil restriksi dielektroforesis dan diamati hasilnya. Berikut hasil restriksi yang ia dapatkan. Angka di samping pita elektroforesis menunjukkan ukuran panjangnya dalam satuan pasang basa (bp).



Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Kedua enzim sama-sama memiliki 2 sisi restriksi pada fragmen DNA di atas.
B. Pita elektroforesis berukuran 100 bp dari hasil restriksi 2 enzim secara bersamaan sebenarnya berisi DNA dengan jumlah dua kali lipat lebih banyak dibandingkan pita lain.
C. Pita elektroforesis berukuran 600 dan 300 bp masing-masing terletak di tempat yang paling ujung dari fragmen DNA yang direstriksi.
D. Kloning fragmen DNA di atas ke dalam vektor plasmid sebaiknya menggunakan enzim *Eco*RI dan *Bam*HI.

**6.** Sistem CRISPR-Cas telah dikembangkan oleh bakteri sebagai mekanisme imunitas terhadap serangan faga. Akan tetapi, fenomena *evolutionary arms races* memicu faga untuk mengembangkan protein anti-CRISPR (Acr). Diagram di bawah memperlihatkan cara kerja dari dua jenis protein Acr (AcrIF6 dan AcrIF9).

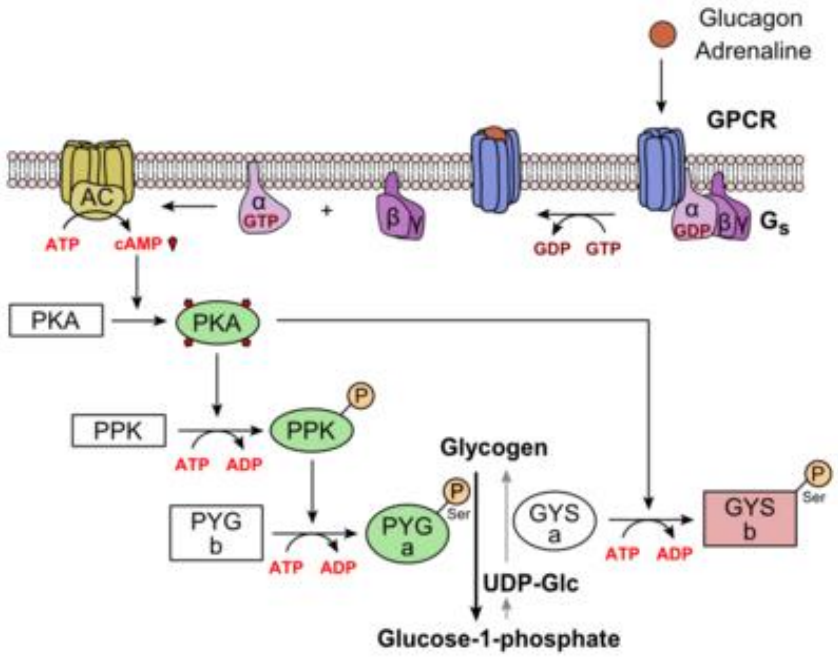



**Keterangan**: Cas2/3 adalah nuklease.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Arah aktivitas nukleolitik Cas2/3 searah dengan pergerakan DNA polimerase pada *template* saat replikasi.
B. Efek AcrIF6 terhadap Cascade di atas serupa dengan efek triptofan terhadap represor *trp*.
C. Struktur seperti R-loop juga dapat ditemukan di proses transkripsi.
D. AcrIF6 dan AcrIF9 kemungkinan menempel pada *DNA-binding domain* protein Cascade.

**7.** Sistem koordinasi tubuh seperti saraf dan hormon memiliki peranan penting untuk menjaga homeostasis. Pada skala sel, komunikasi terjadi dengan mengaktifkan jalur pensinyalan di sitoplasma. Sebagai contoh adalah proses sinyaling oleh hormon glukagon/adrenalin berikut.



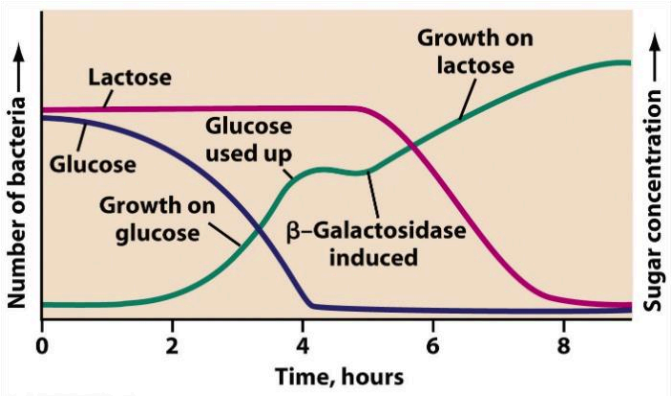

**Keterangan:**

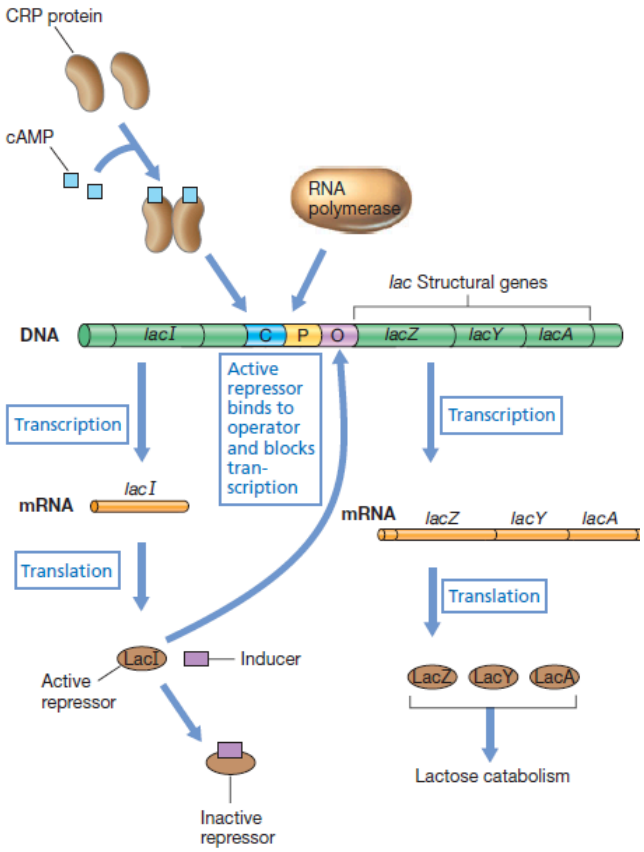
| | | | |
|---|---|---|---|
| GPCR | : *G-protein-coupled receptor* | PPK | : *Phosphorylase kinase* |
| AC | : *Adenylyl cyclase* | PYG | : *Glycogen phosphorylase* |
| PKA | : *Protein kinase A* | GYS | : *Glycogen synthetase* |

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Glukagon adalah hormon yang bersifat hidrofilik.
B. Enzim berlabel AC memiliki aktivitas transferase (berfungsi dalam memindahkan gugus fungsi tertentu pada substrat).
C. Jalur pemrosesan berupa *second messenger* dan sistem *relay* sama-sama digunakan pada mekanisme di atas.
D. Kerja enzim PKA menyebabkan aktivasi pada setiap protein targetnya.

**8.** Dr. Jepri meneliti mekanisme regulasi ekspresi gen pada bakteri *Escherichia coli* yang tumbuh dalam medium dengan sumber karbon yang berbeda. Beliau mengamati bahwa ketika *E. coli* ditumbuhkan dalam medium yang mengandung glukosa dan laktosa, bakteri lebih memilih untuk menggunakan glukosa terlebih dahulu. Hanya setelah glukosa habis, bakteri akan menggunakan laktosa. Fenomena ini disebut represi katabolit.






**Keterangan:** Grafik pertumbuhan *E. coli* dan konsentrasi gula dalam medium (atas), ilustrasi sistem operon *lac* (bawah).

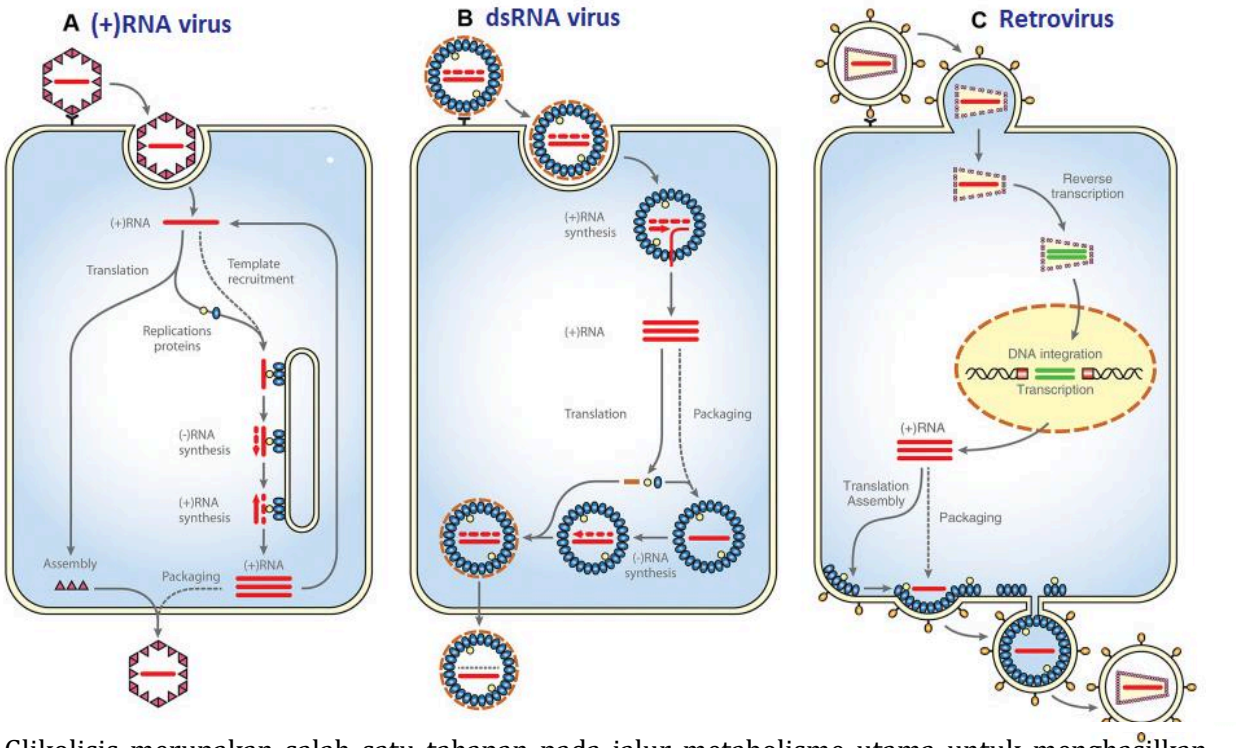
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Penurunan konsentrasi glukosa pada jam ke-4 menyebabkan peningkatan kadar cAMP intraseluler.
B. Sistem cAMP-CRP berperan dalam kontrol negatif ekspresi gen pada operon *lac*.
C. Aktivitas promoter operon *lac* bergantung pada keberadaan kompleks cAMP-CRP dan induser laktosa.
D. Apabila operator dari operon di atas menggantikan operator operon trp, triptofan akan disintesis ketika terdapat laktosa di medium.

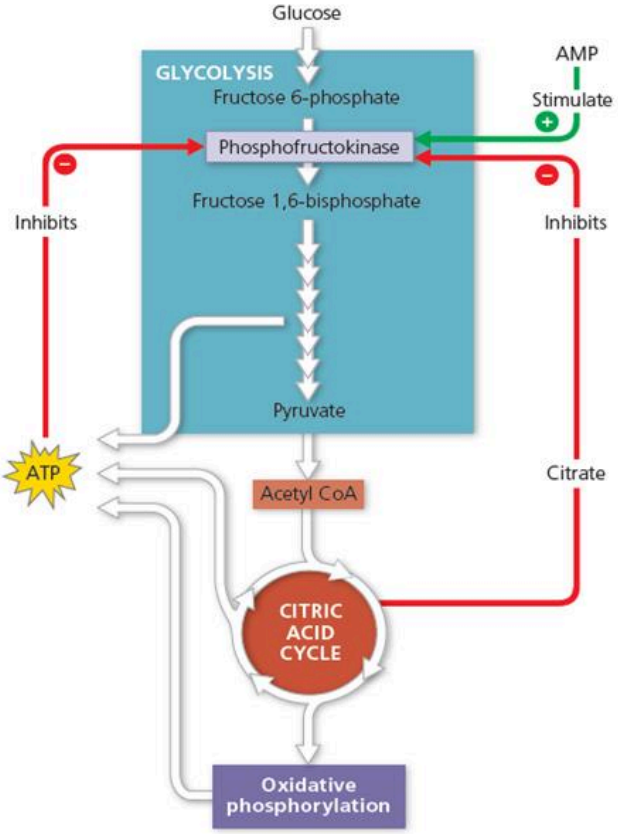
**9.** Virus merupakan agen infeksi yang tidak bisa berkembang biak di luar sel inang. Saat ini, virus yang menyerang inang eukariotik diklasifikasikan berdasarkan jenis genom dan mekanisme replikasinya. Berikut adalah ilustrasi beberapa virus bergenom RNA (A-C).

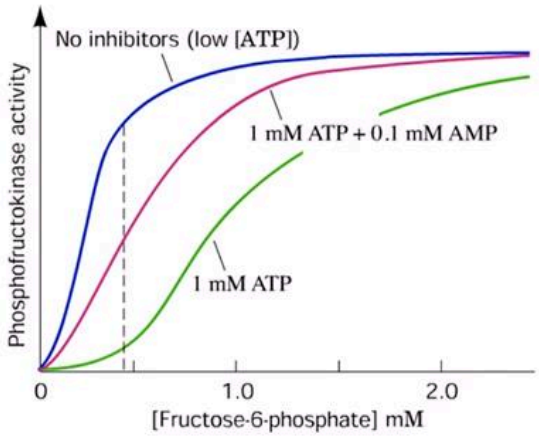
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Masuknya virus RNA ke dalam sel inang di atas dapat menggunakan *budding* ataupun endositosis.
B. Dari ketiga virus RNA di atas, retrovirus merupakan jenis yang paling mungkin memfasilitasi mekanisme transfer gen horizontal.
C. Ketiga jenis virus di atas memerlukan enzim *RNA-dependent RNA polymerase* (RDRP) untuk melakukan replikasi di dalam sel inang.
D. Virus A, B, dan C berturut-turut merupakan virus golongan III, IV, dan V pada klasifikasi Baltimore.




**10.** Glikolisis merupakan salah satu tahapan pada jalur metabolisme utama untuk menghasilkan molekul pembawa energi dalam bentuk ATP dari glukosa. Salah satu enzim utama yang mengatur laju glikolisis adalah fosfofruktokinase-1 (PFK-1). Aktivitas PFK-1 dipengaruhi oleh berbagai metabolit, seperti ATP, AMP, dan sitrat.



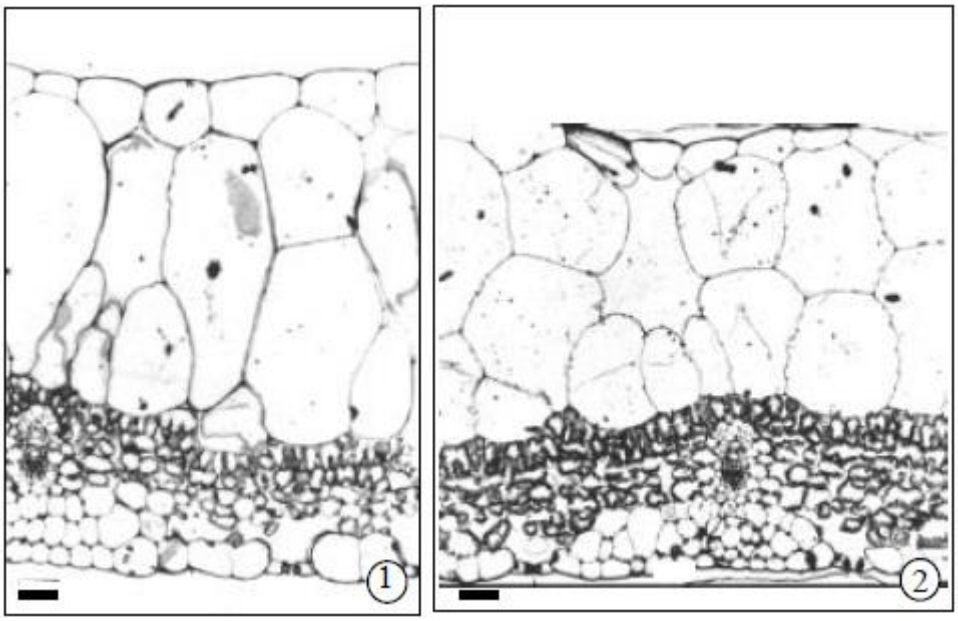



Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. ATP berperan sebagai substrat sekaligus inhibitor alosterik untuk PFK-1.
B. Konsentrasi AMP yang lebih tinggi dapat meningkatkan aktivitas PFK-1 meskipun ada ATP dalam jumlah tinggi.
C. Sitrat akan meningkatkan aktivitas PFK-1 dengan cara mengikat sisi aktif enzim.
D. Penghambatan PFK-1 oleh ATP adalah mekanisme regulasi yang disebut *feedback inhibition*.

## ANATOMI FISIOLOGI TUMBUHAN

**11.** Efek lingkungan terhadap tumbuhan dengan genus *Tradescantia* merupakan riset yang pernah dilakukan peneliti di Universitas Vilnius, Lithuania. Gambar di bawah merupakan anatomi daun *Tradescantia pallida* cv. *purpurea* pada dua intensitas cahaya yang berbeda.




**Keterangan**: Sayatan (1) berasal dari sampel daun yang diberi perlakuan intensitas cahaya normal (100%), sedangkan (2) berada pada intensitas cahaya lebih rendah (50%).

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

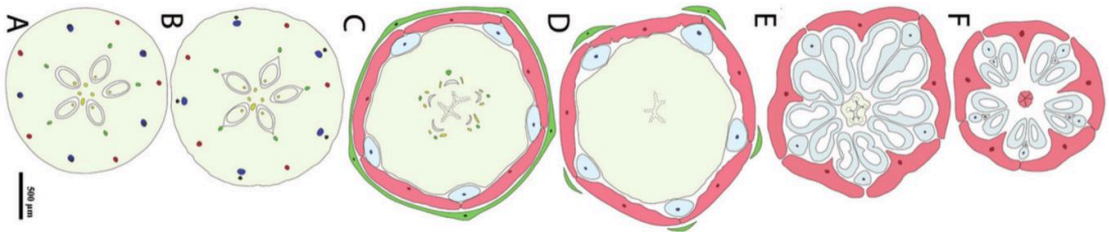
A. Daun pada sayatan di atas memiliki stomata dengan tipe kriptofor.
B. Spesies tersebut lebih mungkin berada dalam kelompok mesofit dibandingkan xerofit.
C. Tipe mesofil dari tumbuhan tersebut adalah dorsiventral.
D. Penurunan intensitas cahaya menyebabkan rasio ketebalan lapisan mesofil terhadap epidermis meningkat.

**12.** Penelitian mengenai efek alelopati dari spesies invasif *Erigeron annuus* menyatakan bahwa tumbuhan yang berasal dari lokasi terganggu (*disturbed*) menyebabkan inhibisi yang lebih tinggi terhadap germinasi spesies *Sinapis alba*. Efek yang sama juga teramati pada inhibisi pertumbuhan batang (*shoot*).

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Senyawa penyebab alelopati memiliki efek yang sama dengan asam absisat.
B. Berdasarkan kedua efek di atas, kemungkinan alelopati tersebut menghambat fungsi fitohormon yang terlibat pada fototropisme positif tunas pucuk.
C. Senyawa yang menyebabkan alelopati pada *E. annuus* kemungkinan besar didistribusikan dengan cara yang sama dengan etilen.
D. *E. annuus* dan *S. alba* cenderung *coexist* ketika terdapat gangguan dibandingkan ketika tidak ada gangguan.

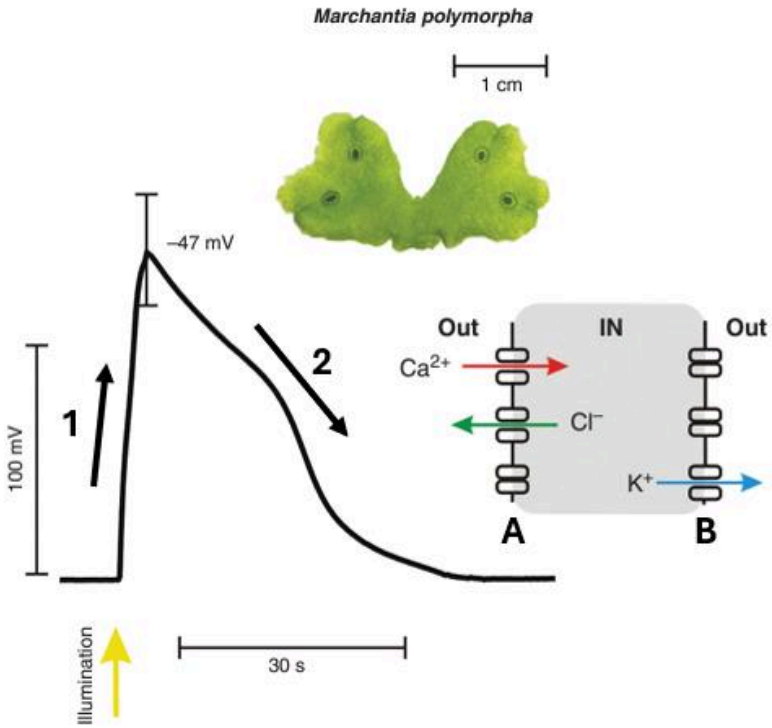
**13.** Gambar berikut menunjukkan sayatan seri penampang melintang bunga dari perwakilan genus *Schefflera* (famili Araliaceae).




Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Zona *synascidiate* (gambar A dan B) memperlihatkan adanya lokulus (ruang ovarium) yang berisi bakal biji (ovulum).
B. Penyatuan benang sari (*stamen fusion*) pada pusat bunga dapat dilihat pada gambar B.
C. Gambar D menunjukkan daerah dasar bunga yang tidak memiliki berkas pembuluh di daerah mahkota.
D. Gambar F memperlihatkan bahwa jumlah karpel lebih dari lima dan tersusun secara radial simetris.

**14.** Persinyalan pada tumbuhan, termasuk potensial aksi, merupakan salah satu penelitian yang dilakukan di Universitas Vilnius, Lithuania. Diagram di bawah merupakan proses dan mekanisme potensial aksi pada sel dari lumut hati (*Marchantia polymorpha*) oleh Kisnieriene *et al*.

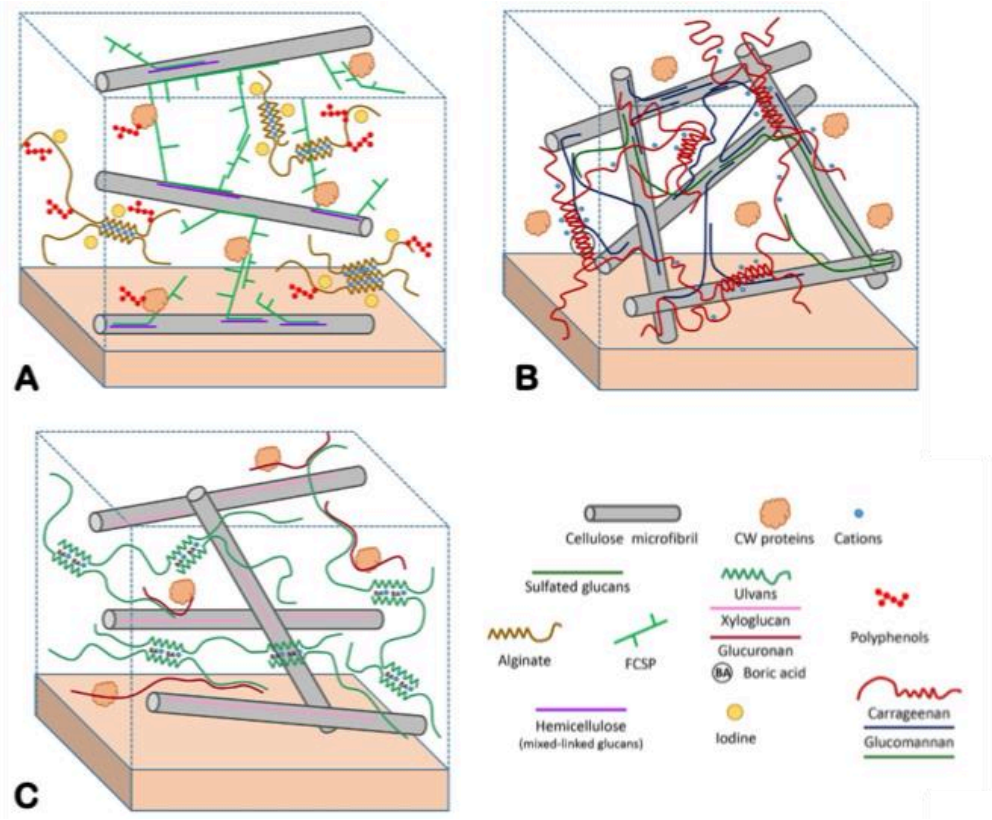



**Keterangan**: Iluminasi merupakan paparan cahaya, *IN* merupakan bagian intraseluler, dan *Out* merupakan bagian ekstraseluler.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Repolarisasi pada sel tersebut terjadi lebih cepat dibandingkan depolarisasi.
B. Protein yang aktif di sisi A terlibat pada mekanisme 1, sedangkan protein yang aktif di sisi B terlibat pada mekanisme 2.
C. Penyebab terjadinya potensial aksi di atas serupa dengan penyebab kemiosmosis pada membran tilakoid.
D. Proses yang terjadi di sisi membran B identik dengan proses yang menyebabkan stomata Angioispermae membuka.

**15.** Gambar di bawah menunjukkan peran dan evolusi matriks ekstraseluler pada alga makrofit. Langkah penting dalam akuisisi multiselularitas adalah pengembangan matriks ekstraseluler (EM) yang bersifat adesif, yang memungkinkan transisi dari otonomi sel menuju kerja sama antar sel. EM adalah jaringan kompleks yang memberikan jaringan multiseluler kekakuan dan fleksibilitas. Selain peran struktural ini, EM juga menjalankan fungsi penting dalam regulasi perkembangan, serta melindungi sel dari lingkungan eksternal, termasuk perlindungan terhadap cekaman abiotik dan biotik.

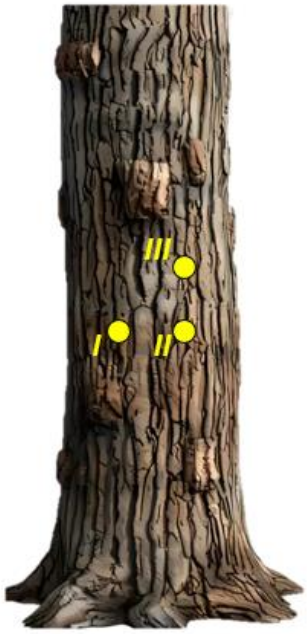



**Keterangan:** Model EM (A–C) dari alga coklat (menggunakan *Fucus* sebagai contoh), alga hijau (menggunakan *Ulvaceae* sebagai contoh), dan alga merah (menggunakan *Gigartina* sebagai contoh). CW adalah protein dinding sel.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Dinding sel ini, seperti halnya tumbuhan, didominasi oleh fibril selulosa yang berfungsi sebagai kerangka utama untuk komponen dinding sel lainnya.
B. Polisakarida tersulfat yang mengandung fukosa (FCSP) berfungsi sebagai penghubung silang antara mikrofibril selulosa di alga hijau.
C. Iodin biasanya hadir dalam jumlah tinggi di EM alga coklat.
D. Komposisi EM yang ditunjukkan pada gambar C mewakili EM dari alga hijau.

**16.** Bembi suatu ketika berlibur ke taman kota dan duduk di bawah pohon besar. Ia kemudian iseng bermain-main dengan paku dan ia tancapkan ke batang pohon tersebut. Berikut ilustrasi paku yang ditancapkan Bembi.




**Keterangan**: Lingkaran yang ditandai I, II, dan III adalah paku yang ditancapkan Bembi. Paku I dan II terletak bersebelahan secara horizontal, sedangkan paku III tepat di atas paku II.

Setelah 5 tahun berlalu, Bembi berkunjung kembali ke tempat yang sama dan terkejut melihat pohon yang ia beri paku masih hidup dan tumbuh. Sementara itu, paku yang sebelumnya ia tancapkan ternyata masih ada di sana pula.

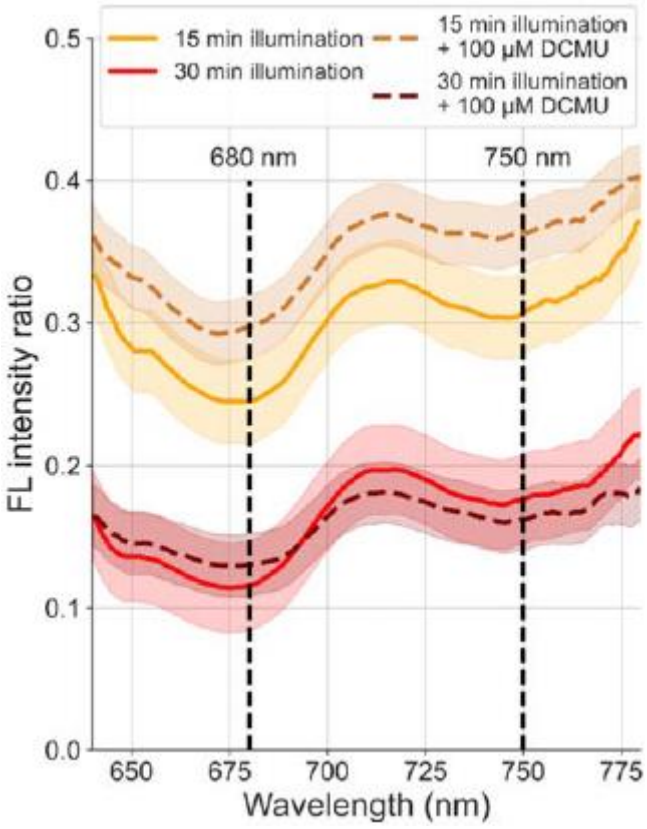
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Setelah 5 tahun, paku I dan II berjarak sama dengan ketika pertama kali ditancapkan.
B. Setelah 5 tahun, paku II dan III berjarak lebih jauh dibandingkan ketika pertama kali ditancapkan.
C. Jika seseorang menancapkan paku yang lebih panjang sampai ke pusat batang di atas, urutan jaringan pembuluh yang tertembus paku adalah floem primer, floem sekunder, xilem primer, dan xilem sekunder.
D. Jaringan terluar dari batang di atas bukan merupakan turunan dari protoderma.

**17.** Eksplorasi efek lingkungan terhadap fisiologi tumbuhan diawali dengan mengamati sel dari makroalga "Characea" (Charales) yang berkerabat dekat dengan tumbuhan darat. Data di bawah merupakan pengamatan efek cahaya dan herbisida (DCMU) terhadap fotosintesis makroalga *Nitellopsis obtusa* menggunakan pengukuran autoflourosensi.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

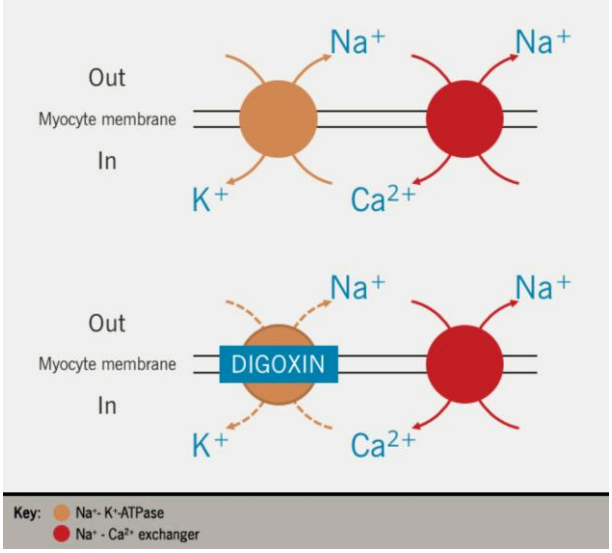
A. Gelombang cahaya yang diukur dalam percobaan mencakup serapan maksimum pada fotosistem I dan II.
B. Laju produksi gula persatuan waktu pada paparan cahaya 15 menit bernilai lebih tinggi dibandingkan paparan 30 menit.
C. Herbisida DCMU lebih mungkin menghambat fotosistem I dibandingkan fotosistem II.
D. Efek DCMU lebih signifikan mempengaruhi fotosintesis pada paparan cahaya yang lebih lama.




**Keterangan:** FL = flourosensi.

**ANATOMI FISIOLOGI HEWAN**

**18.** Digoxin merupakan obat-obatan yang dapat mempengaruhi kerja jantung. Digoxin menghambat aktivitas pompa $Na^+$-$K^+$ yang ada di jantung, seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



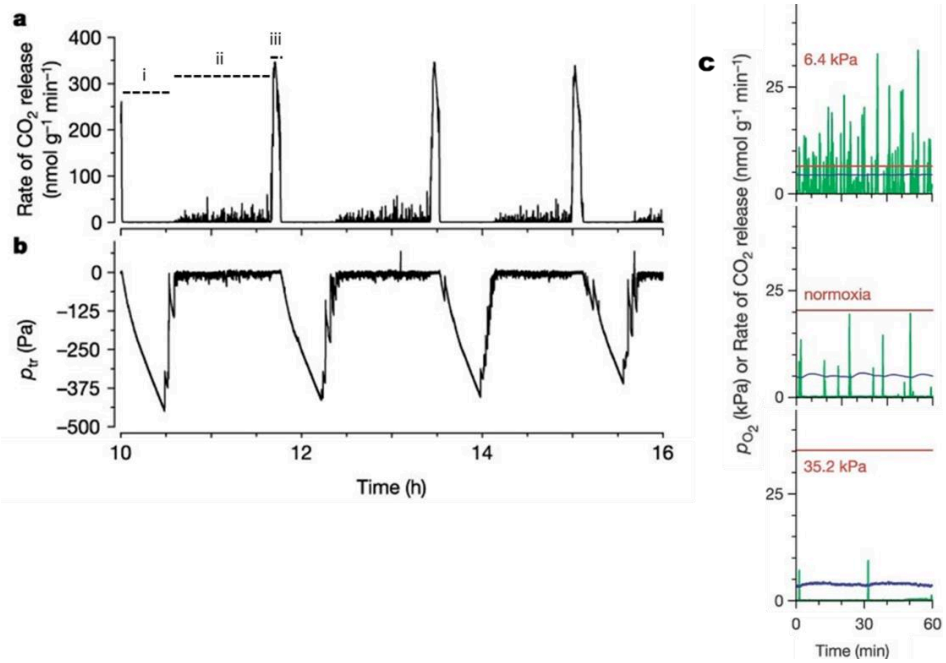

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Pemberian digoxin akan menyebabkan akumulasi ion $Ca^{2+}$ dan $K^+$ di dalam sel otot jantung.
B. Pemberian digoxin meningkatkan jumlah myosin yang berinteraksi dengan aktin.
C. Pemberian digoxin menurunkan *stroke volume*.
D. Digoxin cocok diberikan untuk pasien yang mengalami hipertensi.

**19.** Organ respirasi serangga berupa sistem trakea yang terdiri dari struktur tubuler yang terhubung ke atmosfer melalui spirakel berkatup. Walaupun laju metabolismenya tinggi, banyak spesies serangga yang melakukan pertukaran gas secara diskontinu. Dalam mekanisme ini, respirasi dibagi ke dalam tiga fase, yaitu fase di mana spirakel sepenuhnya terbuka (*open phase*), fase ketika spirakel sepenuhnya menutup (*closed phase*), dan fase di mana terjadi serangkaian buka-tutup spirakel dalam durasi yang sangat singkat (*flutter phase*). Terdapat dua hipotesis yang menjelaskan penyebab terjadinya fenomena ini, yaitu:

I. Hal ini merupakan cara serangga dalam mengatasi kondisi hipoksik;
II. Hal ini adalah salah satu mekanisme serangga untuk mencegah cekaman oksidatif di jaringan.

Untuk mencari tahu penyebab sebenarnya serangga melakukan respirasi diskontinu, pengukuran berbagai parameter respirasi pada pupa ngengat *Attacus atlas* dilakukan yang datanya disajikan di bawah ini.




**Keterangan: (a)** Perubahan laju pembuangan $CO_2$ dari sistem trakea pupa *A. atlas*. **(b)** Perubahan tekanan udara di dalam sistem trakea pupa *A. atlas* relatif terhadap tekanan udara di atmosfer. Diketahui bahwa perubahan tekanan udara di trakea berkorelasi positif dengan kekuatan kontraksi otot-otot tubuh serangga. **(c)** Tekanan parsial $O_2$ di sistem trakea (garis biru) dan laju pembuangan $CO_2$ (garis hijau) sebagai respons terhadap perubahan tekanan parsial $O_2$ di atmosfer (garis merah) selama *flutter phase*.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Simbol i, ii, dan iii pada gambar a secara berturut-turut merupakan *flutter phase*, *closed phase*, dan *open phase*.
B. Jika larva *A. atlas* hanya diberi pakan fruktosa dan diasumsikan semua $CO_2$ yang dihasilkan dari proses respirasi seluler akan dibuang ke atmoster, setiap gram jaringan tubuh pupa *A. atlas* membutuhkan sekitar 0,35 µmol $O_2$ permenitnya pada *open phase*.
C. Ekspirasi $CO_2$ pada pupa *A. atlas* disebabkan oleh tekanan negatif.
D. Hasil eksperimen di atas membuktikan bahwa hipotesis II merupakan penyebab pupa *A. atlas* melakukan pertukaran gas secara diskontinu.

**20.** *Rheobatrachus silus* merupakan spesies katak langka yang mengalami 'kehamilan' di lambung (*gastric brooding*). Setelah telur difertilisasi, katak betina akan menelan telur tersebut, lalu perkembangan embrionik hingga terbentuknya individu katak baru terjadi di dalam lambung, lebih tepatnya di bagian fundus. Saat melahirkan, anakan katak akan 'dimuntahkan' dari lambung. Selama 'kehamilan', terjadi berbagai perubahan pada lambung katak betina. Salah satunya pada *oxyntic cell* yang bertanggung jawab untuk menyekresikan asam lambung dan pepsinogen. Data berikut menjelaskan perubahan yang dialami oleh *oxyntic cell*.

| Parameter | Katak kontrol | Katak 'hamil' |
|---|---|---|
| Luas permukaan membran sel | $0{,}996 \pm 0{,}011^a$ | $0{,}116 \pm 0{,}012^b$ |
| Luas permukaan RE dan badan Golgi | $0{,}740 \pm 0{,}053^a$ | $0{,}161 \pm 0{,}012^b$ |
| Kerapatan mitokondria | $0{,}169 \pm 0{,}088^a$ | $0{,}126 \pm 0{,}065^a$ |
| Kerapatan granula pepsinogen | $0{,}128 \pm 0{,}082^a$ | $0{,}100 \pm 0{,}043^a$ |

Perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nilai yang signifikan untuk parameter yang sama.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

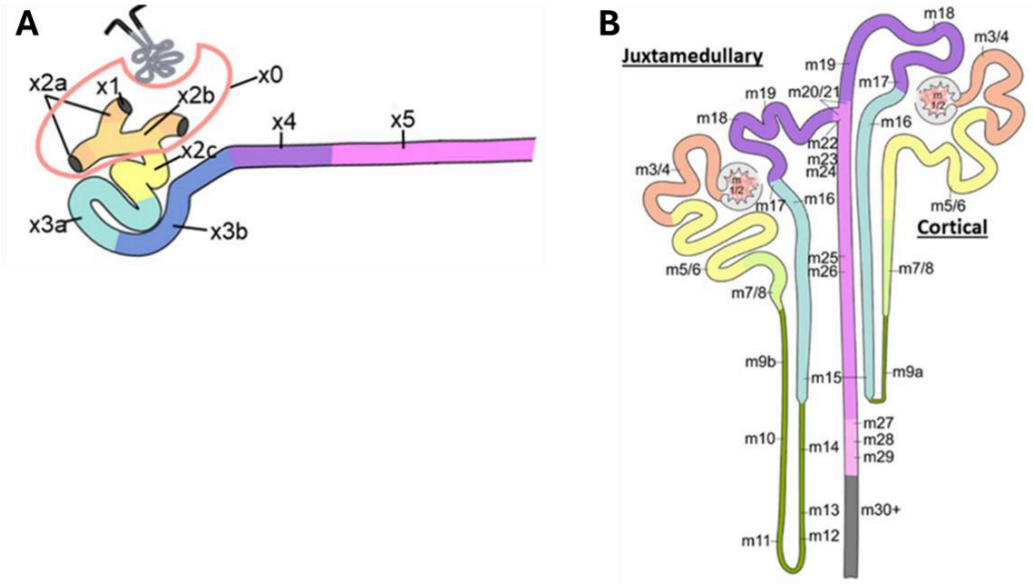
A. Lokasi 'kehamilan' pada lambung *R. silus* betina ditandai oleh oval bergaris merah pada gambar berikut.

B. Selama mengalami 'kehamilan', *R. silus* betina kemungkinan puasa makan.

C. Ketika 'melahirkan', esofagus melakukan peristaltis dengan arah yang berlawanan dibandingkan dengan ketika memproses makanan.

D. Perbandingan kerapatan granula pepsinogen antara katak kontrol dan katak 'hamil' mengindikasikan bahwa aktivitas endokrinologis lambung tidak mengalami perubahan.

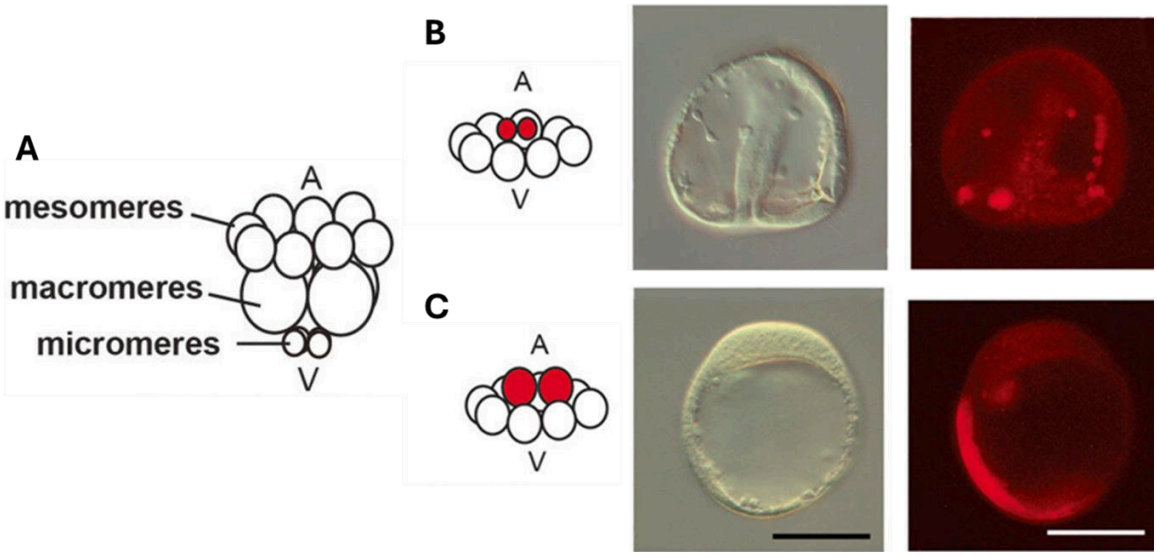
**21.** Gambar berikut ini menunjukkan nefron dari dua hewan Vertebrata yang berbeda. Warna yang sama menunjukkan bagian dengan fungsi yang sama.



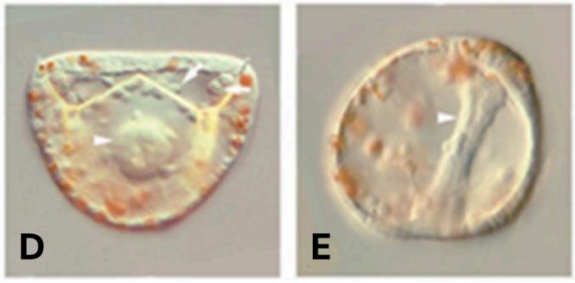
Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Vertebrata A hidup di lingkungan dengan ketersediaan air yang lebih melimpah daripada Vertebrata B.
B. Pada nefron B, nefron kortikal lebih berperan dalam pembentukan urin yang pekat dibandingkan dengan nefron jukstamedularis.
C. Nefron manusia lebih mirip dengan nefron B dibandingkan dengan nefron A.
D. Pada nefron B, luas permukaan sel pada segmen m16 lebih besar daripada segmen m3/4.

**22.** Pada tahap 16 sel, embrio bulu babi terdiri dari tiga jenis blastomer, seperti yang terlihat pada gambar A. Dalam suatu eksperimen, *animal half* dari embrio bulu babi tahap 16 sel direkombinasikan dengan mikromer (gambar B) atau mesomer (gambar C) dari embrio bulu babi lain yang telah diinjeksi pewarna fluoresens. Hasil rekombinasi tersebut dipelihara selama 24 jam dan kemudian diamati menggunakan mikroskop cahaya dan mikroskop fluoresens. Turunan sel yang diberi pewarna fluorosens berwarna merah terang.



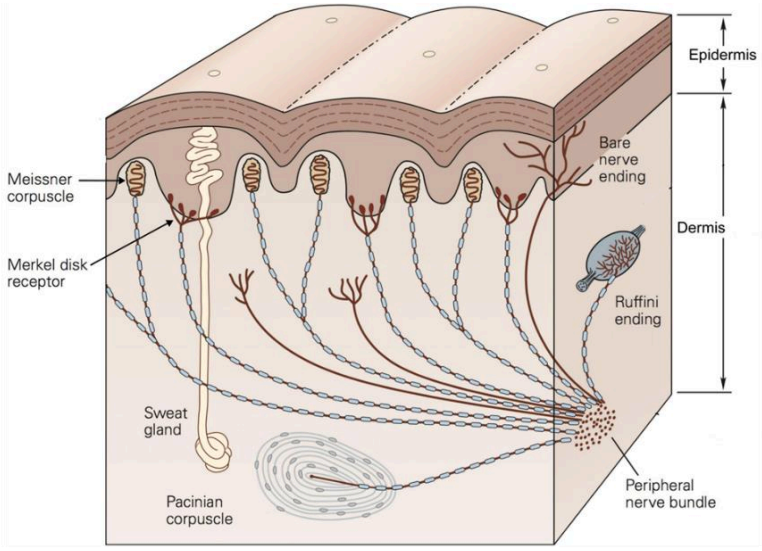

Pada eksperimen lain, mesomer dari embrio bulu babi tahap 16 sel yang telah diinjeksi mRNA *actβ-cat* direkombinasikan *animal half* dari embrio lain (dalam tahap yang sama) yang tidak diinjeksi mRNA tersebut. Setelah dipelihara selama 24 jam, embrio hasil rekombinasi tersebut terlihat seperti gambar di bawah ini. Sel yang berwarna merupakan sel yang mengandung mRNA *actβ-cat*.

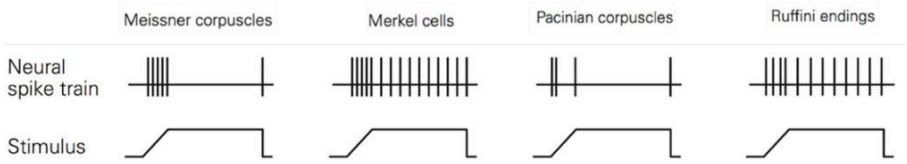



Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

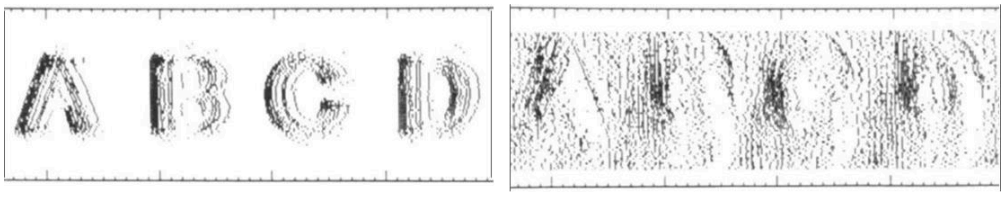
A. Dalam proses gastrulasi, mikromer dan mesomer berkembang menjadi ektoderm.
B. mRNA *actβ-cat* kemungkinan merupakan determinan sitoplasmik yang terakumulasi pada sisi vegetal sel telur bulu babi.
C. Spesifikasi sumbu anterior-posterior kemungkinan terjadi akibat aktivitas mikromer.
D. Gambar D dan E masing-masing merupakan tampak vegetal dan tampak lateral gastrula bulu babi.

**23.** Terdapat berbagai jenis reseptor sensoris pada kulit, seperti yang terlihat pada gambar di bawah. Salah satu peran reseptor sensoris tersebut adalah untuk mendeteksi tekstur suatu permukaan. Pada bagian bawah gambar tersebut, terdapat grafik yang menggambarkan perubahan frekuensi potensial aksi (*neural spike*) akibat stimulasi pada empat jenis reseptor sensoris yang terlibat dalam deteksi tekstur.



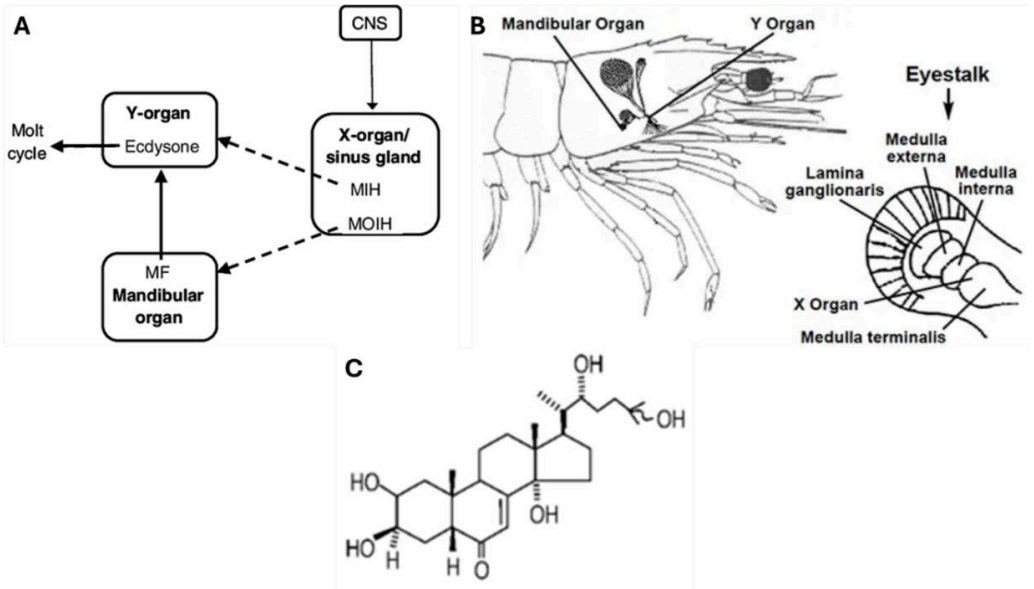

Dalam suatu percobaan, monyet rhesus diberikan papan yang berisi huruf timbul ABCD. Monyet tersebut diminta untuk menyentuh setiap huruf dengan durasi yang sama. Lalu, frekuensi potensial aksi yang terbentuk (akibat menyentuh masing-masing huruf) di neuron yang terhubung ke setiap reseptor sensoris diukur dan diterjemahkan menjadi *somatosensory evoked potential* (SEP). Berikut merupakan SEP yang terbentuk dari frekuensi potensial yang terukur dari dua jenis reseptor sensoris (sel Merkel dan ujung saraf Ruffini).




Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Korpuskula Meissner dan korpuskula Pacini hanya merespons perubahan intensitas stimulus.
B. Sel Merkel dapat mendeteksi tekstur yang lebih halus daripada korpuskula Pacini.
C. Korpuskula Meissner kurang akurat dibandingkan dengan ujung saraf Ruffini dalam mendeteksi posisi stimulus.
D. SEP kiri berasal dari aktivitas ujung saraf Ruffini sementara SEP kanan merupakan terjemahan aktivitas sel Merkel.

**24.** Pada Crustacea seperti udang, proses *molting* dikontrol secara hormonal. Gambar berikut menjelaskan hormon-hormon tersebut dari aspek mekanisme, anatomi, dan struktur.

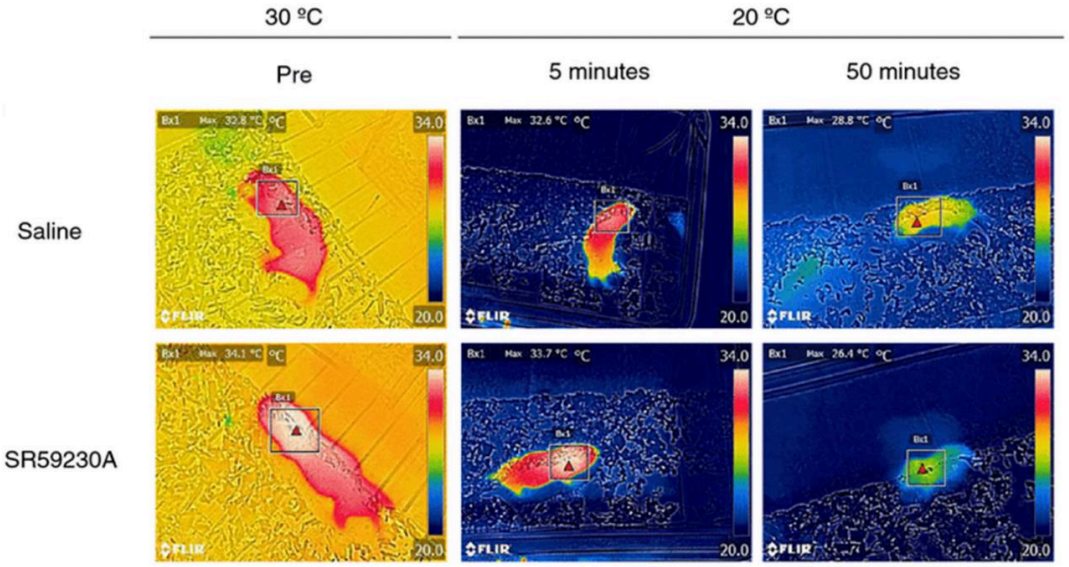



**Keterangan: (A)** Mekanisme regulasi hormonal proses *molting* pada Crustacea. Garis solid menunjukkan aktivasi sementara garis putus-putus menandakan inhibisi. **(B)** Lokasi kelenjar endokrin penyekresi hormon-hormon yang terlihat dalam proses regulasi *molting* pada udang. **(C)** Struktur molekul *ecdysone*.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Sekresi *ecdysone* menyebabkan proses *molting* pada udang terhambat.
B. MF memiliki fungsi yang sama seperti *juvenile hormone* pada serangga.
C. Ablasi (pembuangan) tangkai mata udang dapat menyebabkan pertumbuhan terhambat.
D. Reseptor *ecdysone* berada di dalam sitoplasma sel target dan kemungkinan berperan sebagai faktor transkripsi.

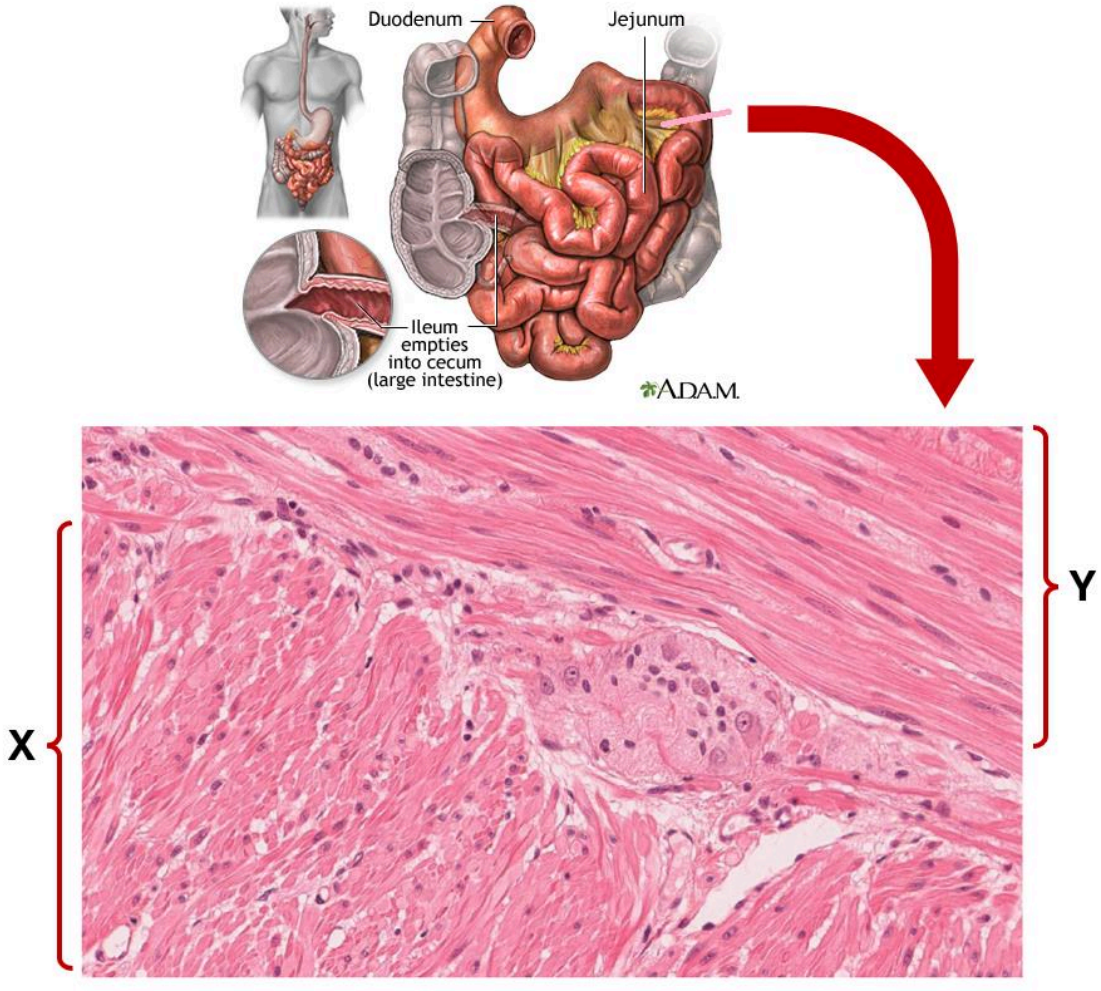
**25.** Gambar berikut menunjukkan hasil pengmatan suhu tubuh *naked mole-rat* (*Heterocephalus glaber*) yang dipaparkan suhu dingin (20°C) menggunakan kamera termal. Hewan tersebut diinjeksi dengan larutan larutan fisiologis (*saline*) atau zat SR59230A.



Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Pada lingkungan yang dingin, *naked mole-rat* melakukan *shivering thermogenesis*.
B. Injeksi SR59230A menyebabkan *naked mole-rat* dapat mempertahankan suhu tubuhnya.
C. *Naked mole-rat* kemungkinan mengalami vasokonstriksi pembuluh darah perifer ketika suhu lingkungan mengalami penurunan.
D. Hasil pengamatan di atas menunjukkan bahwa *naked mole-rat* adalah hewan poikiloterm.

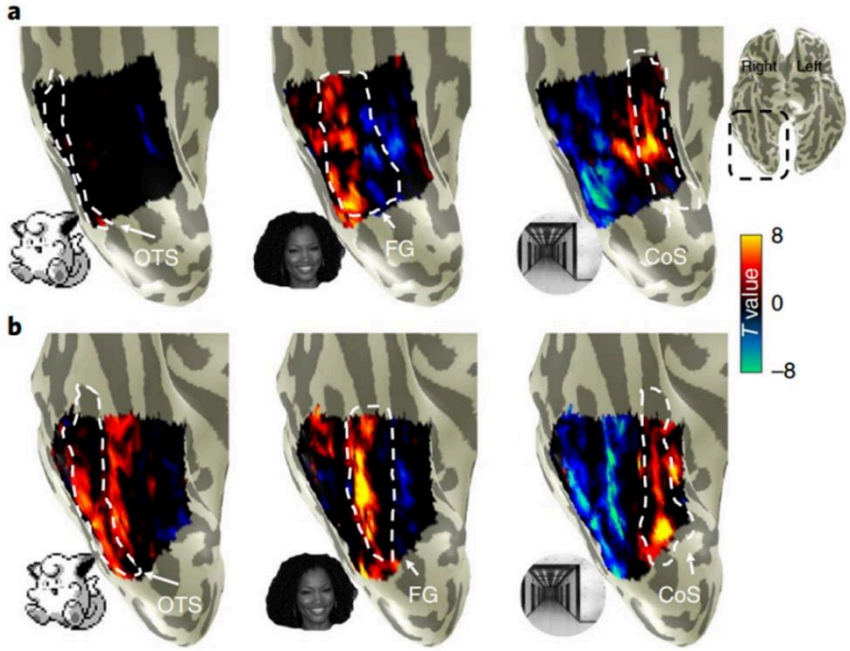
**26.** Usus halus manusia tersusun atas beberapa lapisan jaringan. Pada daerah muskularis, ditemukan dua lapis jaringan otot polos seperti yang tampak pada gambar berikut.




Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Otot X merupakan otot berbentuk cincin.
B. Otot Y memiliki orientasi sejajar terhadap panjang usus.
C. Ketika berkontraksi, otot X akan memendekkan segmen usus halus.
D. Otot X lebih dekat dengan lumen usus dibandingkan Y.

**27.** Pengalaman yang dilakukan secara intens selama masa kanak-kanak, seperti bermain *video game*, diduga dapat mempengaruhi perkembangan otak dan membentuk pola aktivitas berbeda di otak. Dua kelompok manusia dewasa, yang bermain *video game* Pokemon secara intens pada masa kanak-kanak dan yang tidak memiliki pengalaman tersebut, diminta untuk mengenali berbagai macam objek dari beberapa kategori (Pokemon, wajah manusia, dan tempat). Perubahan aktivitas otak ketika mengenali setiap objek dari masing-masing kategori diamati menggunakan *functional magnetic resonance imaging* (fMRI). Hasil observasi tersebut ditampilkan pada gambar berikut.

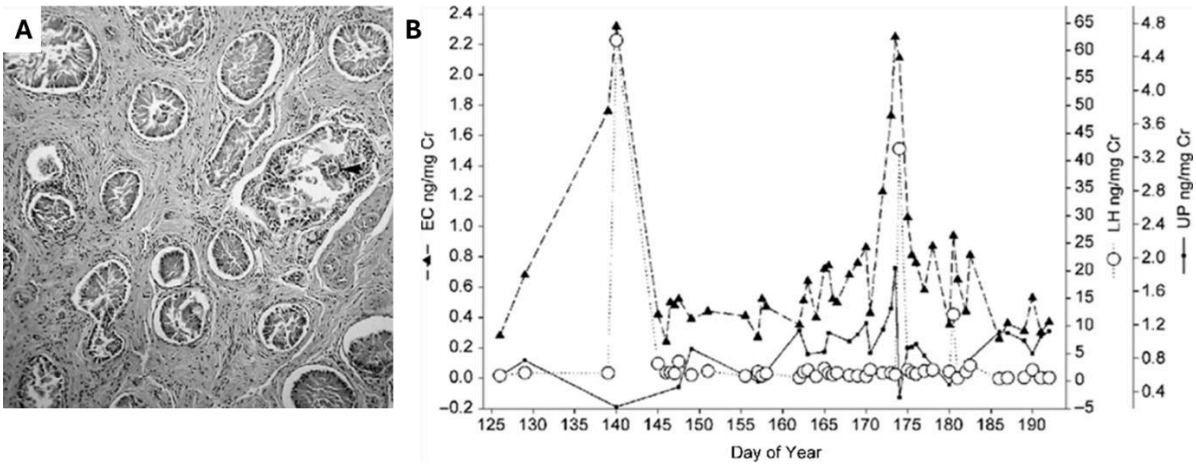



**Keterangan:** Hasil *scan* fMRI bagian ventral serebrum ketika mengenali objek dengan kategori Pokemon (kiri), wajah manusia (tengah), dan tempat (kanan) dari dua jenis partisipan: **(a)** tidak memiliki pengalaman bermain *video game* Pokemon seumur hidupnya dan **(b)** yang bermain *video game* tersebut secara intens di umur 5 – 8 tahun. Aktivitas otak dikuantifikasi sebagai *T value*.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Hasil *scan* fMRI tersebut menampilkan anatomi otak pada bidang transversal.
B. Bagian yang bertanggung jawab dalam pengenalan objek visual berlokasi di lobus oksipital.
C. Partisipan yang bermain *video game* Pokemon selama masa kanak-kanak mengalami *long-term potentiation* di OTS ketika mengenali gambar Pokemon.
D. Perilaku pengenalan induk oleh anak ayam kemungkinan melibatkan mekanisme yang sama seperti pengenalan Pokemon pada manusia yang sering bermain *video game* Pokemon di masa kecilnya.

**28.** Gambar di bawah ini merupakan data terkait anatomi dan fisiologi reproduksi lumba-lumba.

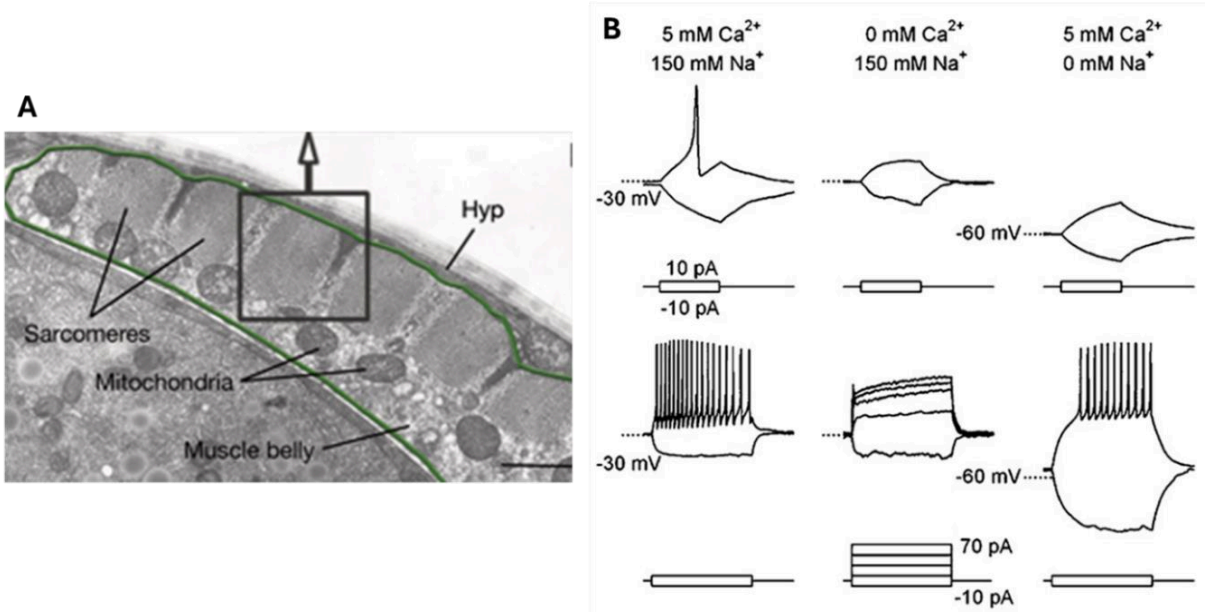



**Keterangan: (A)** Sayatan histologis dari daerah korteks ovarium lumba-lumba *Delphinus delphis*. **(B)** Perubahan kadar hormon estrogen (▲), progesteron (▪), dan LH (○) di urin lumba-lumba *Tursiops truncatus* selama rentang waktu tertentu.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. *Delphinus delphis* merupakan spesies lumba-lumba hermafrodit.
B. Sekitar 5 hari sebelum eksperimen di gambar B dilakukan, lapisan endometrium uterus *Tursiops truncatus* mengalami peluruhan jika tidak terjadi kehamilan.
C. Jika ovarium *T. truncatus* dari sekitar awal bulan Juni diisolasi dan dibuat sayatan histologis, korpus luteum dapat ditemukan pada sayatan ovarium tersebut.
D. Ovulasi yang terjadi pada bulan Juni melibatkan umpan balik positif dari estrogen dan umpan balik negatif dari progesteron.

**29.** Pada Vertebrata, kontraksi otot disebabkan oleh terbentuknya potensial aksi pada sel otot akibat stimulasi dari neuron motor. Tetapi, cacing *Caenorhabditis elegans* tidak memiliki *voltage-gated* $Na^+$ *channel*. Fakta ini menimbulkan pertanyaan mengenai bagaimana proses yang memicu terjadinya kontraksi otot pada *C. elegans*. Dalam suatu eksperimen, sel otot dinding tubuh *C. elegans* diberi stimulasi arus listrik untuk mengamati perubahan potensial membran sel tersebut. Berikut merupakan data yang diperoleh dari eksperimen tersebut.

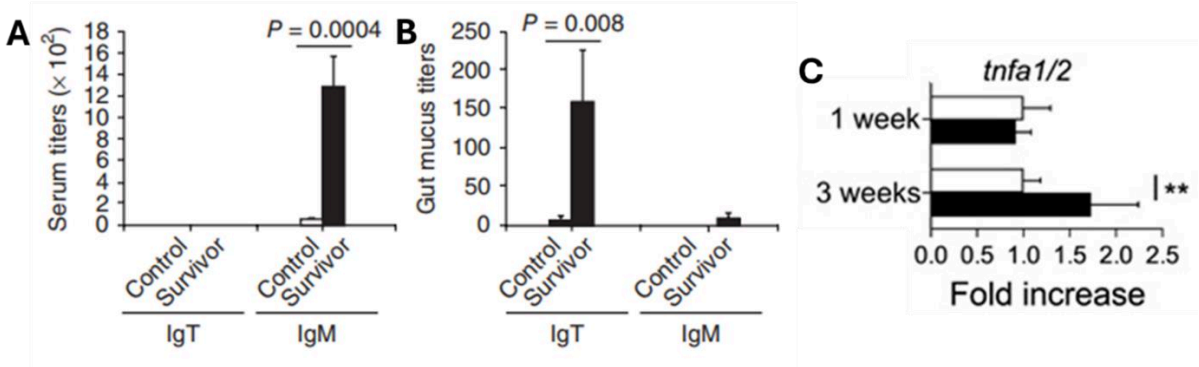



**Keterangan: (A)** Sayatan histologis otot dinding tubuh *C. elegans* yang didapatkan menggunakan *transmission electron microscope*. **(B)** Perubahan potensial membran sel otot dinding tubuh *C. elegans* akibat stimulasi tunggal arus listrik sebesar 10 pA dan -10 pA (panel atas) serta stimulasi arus listrik dengan durasi yang ditingkatkan dan/atau amplitudo stimulasi yang ditingkatkan (panel bawah). Pada medium pemeliharaan sel otot terdapat $Ca^{2+}$ dan $Na^+$ dengan konsentrasi yang divariasikan, seperti yang tertera pada gambar.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Susunan sarkomer pada sel otot dinding tubuh *C. elegans* lebih mirip sel otot jantung manusia daripada sel otot pada arteri ikan.
B. Sel otot dinding tubuh *C. elegans* menghasilkan potensial aksi *all-or-none* akibat influks $Ca^{2+}$ melalui *ligand-gated* $Ca^{2+}$ *channel*.
C. Kehadiran $Na^+$ di cairan ekstraseluler menyebabkan sitoplasma sel otot *C. elegans* semakin bermuatan negatif.
D. Pemaparan air sadah (*hard water*) dapat menyebabkan *C. elegans* mengalami tetanus.

**30.** Sebelumnya, hanya diketahui terdapat satu jenis antibodi fungsional pada ikan, yaitu IgM. Pada tahun 2005, ditemukan jenis antibodi fungsional lain pada ikan salmonid yang diberi nama IgT. Hasil eksperimen berikut dapat digunakan untuk memahami peran IgT dalam respons imun ikan salmonid.




**Keterangan: (A, B)** Titer IgT dan IgM pada serum (A) dan mukus usus (B) ikan salmonid yang tidak diinfeksi (*control*) dan ikan yang ususnya diinfeksi parasit *Ceratomyxa shasta* (*survivor*). Nilai $P < 0{,}01$ menunjukkan perbedaan nilai yang signifikan terhadap kontrol. **(C)** Tingkat ekspresi gen *tnfa1/2* (salah satu *marker* inflamasi) pada jaringan insang ikan salmonid *wild-type* (putih) dan ikan salmonid yang direkayasa untuk tidak memproduksi IgT (hitam). Tanda * menunjukkan perbedaan nilai yang signifikan terhadap ikan *wild-type*.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Secara fungsional, IgT ikan salmonid mirip dengan IgA manusia.
B. Respons IgM ikan salmonid terhadap infeksi parasit sama seperti IgG manusia.
C. Patogen yang menginfeksi saluran reproduksi ikan kemungkinan akan lebih banyak dieliminasi oleh IgT daripada IgM.
D. Interaksi IgT dengan antigen dari parasit atau patogen memicu terjadinya inflamasi.

## GENETIKA DAN EVOLUSI

**31.** Sifat warna rambut pada domba diketahui diatur oleh sebuah gen pada kromosom nomor 2, sementara fenotipe ekor diatur oleh gen-gen di mitokondria. Gen penentu warna rambut bersifat intermediet, alel A1 menghasilkan warna putih, sementara alel A2 menghasilkan rambut hitam. Domba bergenotipe heterozigot memiliki rambut abu-abu. Fenotipe ekor dibagi menjadi 3, yaitu ekor lurus, bengkok, dan tanpa ekor. Bembi memiliki sebuah peternakan domba dan ia melakukan kloning pada domba tersebut dengan tahapan sebagai berikut.

I. Isolasi nukleus dari sel somatik domba jantan berambut abu-abu dan berekor bengkok.
II. Menghilangkan nukleus sel ovum yang berasal dari domba betina berambut putih dan berekor lurus.
III. Menginjeksi nukleus dari tahapan I ke ovum yang sudah tidak berinti. Sel hasil injeksi ini ternyata berhasil membelah diri dan menjadi embrio.
IV. Implantasi embrio dari tahap III ke rahim domba betina berambut hitam tanpa ekor.
V. Implantasi berhasil dan domba hasil kloning dilahirkan dengan normal.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Domba betina yang bertindak sebagai donor ovum punya kemungkinan memiliki induk jantan yang berambut hitam.
B. Domba hasil kloning berjenis kelamin jantan.
C. Domba hasil kloning memiliki rambut putih.
D. Domba hasil kloning tidak memiliki ekor.

**32.** Talasemia merupakan kelainan genetik yang menyebabkan anemia. Individu dengan genotipe homozigot mutan TT diketahui mengalami anemia berat sehingga hanya berpeluang 50% untuk mencapai usia dewasa. Individu dengan genotipe heterozigot Tt dan homozigot tt masing-masing memiliki gejala anemia ringan dan tanpa anemia (sehat). Suatu ketika, Anda mengamati sejumlah pernikahan antara pasangan individu dengan anemia ringan.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Keturunan yang mencapai usia dewasa dan berfenotipe anemia ringan memiliki proporsi yang sama dengan gabungan dua fenotipe lain.
B. Sebanyak 5 pasang individu dari pernikahan di atas melahirkan di saat yang bersamaan. Peluang terdapat 2 anak di antaranya menderita anemia berat adalah kurang dari 25%.
C. Diasumsikan semua individu memiliki peluang yang sama untuk menikah dan memiliki keturunan dan pernikahan terjadi secara acak. Frekuensi alel T dalam populasi diprediksi akan semakin berkurang seiring bergantinya generasi.
D. Alel-alel pada gen penentu talasemia pada pernyataan C mengalami *genetic drift*.

**33.** Warna tubuh mutan *black* dan sayap vestigial berturut-turut disebabkan oleh mutasi resesif gen B dan V yang terletak pada kromosom X lalat *Drosophila*. Vicco menemukan bahwa kedua gen terpaut sejauh 40 cM. Ia menyilangkan parental lalat betina (XX) berfenotipe normal homozigot dengan jantan (XY) berfenotipe mutan *black* sekaligus sayap *vestigial* sehingga menghasilkan banyak anakan generasi F1. Kemudian, Vicco menyilangkan individu F1 jantan dan betina sehingga menghasilkan banyak generasi F2.

Jika rasio jantan:betina adalah 1:1, tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Semua individu F1 jantan seragam berfenotipe mutan *black* dan sayap vestigial, sementara semua F1 betina berfenotipe normal.
B. Dari populasi individu F2, jumlah total lalat mutan *black* sayap normal adalah sebanyak 20%.
C. Vicco mengambil 4 individu F2 jantan secara acak. Peluang 2 di antaranya berfenotipe warna tubuh normal sayap vestigial berada pada rentang (15 ± 2)%.
D. Jika fenotipe parental jantan dan betina dibalik, semua F1 yang dihasilkan akan memiliki fenotipe yang seragam.

**34.** Suatu spesies bunga dari negeri Wakanda menghasilkan pigmen yang diatur oleh dua gen dengan jalur biosintesis tersusun seri. Terdapat 3 fenotipe yang biasa ditemui, yaitu pink, magenta, dan ungu. Berikut ilustrasi jalur biosintesis pigmen bunga tersebut beserta warna yang dihasilkan.

Gen yang mengkode enzim Y dan Z berturut-turut adalah gen *Y* dan *Z*. Masing-masing gen diketahui bersifat independen dan memiliki dua alel dengan sifat dominansi sempurna. Uniknya, enzim fungsional justru dihasilkan dari ekspresi alel resesif dari kedua gen. Pak Bambang mencoba menyilangkan beberapa kombinasi individu dan mengamati hasilnya.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Persilangan heterozigot untuk kedua gen menghasilkan peluang anakan berbunga ungu yang lebih tinggi dibandingkan magenta.
B. Terdapat lebih dari 5 macam genotipe berbeda untuk menghasilkan fenotipe bunga pink.
C. Semua macam kombinasi fenotipe dari sepasang parental memiliki kemungkinan untuk menghasilkan anakan berfenotipe ungu.
D. Ketiga fenotipe warna bunga dapat bersifat galur murni.

**35.** Sebuah populasi sapi liar terdiri atas individu-individu berfenotipe hitam, putih, dan putih totol hitam. Fenotipe warna diatur oleh sebuah gen dengan alel-alel kodominan (fenotipe putih totol hitam bergenotipe heterozigot). Suatu ketika, gempa bumi menyebabkan tanah habitat sapi terbelah dan membagi populasi menjadi dua (populasi P dan Q) dengan rasio sebagai berikut.

| Fenotipe | Jumlah individu awal | Perbandingan jumlah individu setelah gempa (P : Q) |
|---|---|---|
| Hitam | 380 | 3:16 |
| Putih totol hitam | 1440 | 1:2 |
| Putih | 1680 | 4:3 |

Kedua populasi diketahui tidak dapat mengalami aliran gen dan tidak ada sapi yang mati ketika proses pemisahan populasi terjadi. Anggap alel penentu warna hitam disimbolkan dengan A, sedangkan putih disimbolkan dengan a.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Sebelum habitat terbelah, frekuensi alel-alel dari gen penentu warna pada populasi sapi berada dalam kesetimbangan Hardy-Weinberg.
B. Sebelum habitat terbelah, frekuensi alel a lebih dari dua kali lipat frekuensi alel A.
C. Setelah habitat terbelah, frekuensi alel-alel dari gen penentu warna pada populasi P dan Q tidak berada dalam kesetimbangan Hardy-Weinberg.
D. Setelah habitat terbelah, frekuensi alel A pada populasi Q dua kali lipat lebih tinggi dibandingkan alel A pada populasi P.

**36.** Ikan badut (Amphiprioninae), adalah ikan karang yang menarik untuk diteliti secara genetik karena memiliki ciri khas dalam sejarah hidupnya. Di alam, mereka hidup dalam hubungan mutualisme dengan hingga 10 jenis anemon laut. Beberapa spesies hanya cocok dengan jenis anemon tertentu (spesialis), sementara yang lain dapat hidup dengan berbagai jenis anemon (generalis).

Penyebaran ikan badut, salah satunya dibatasi oleh fase larva pelagik yang pendek, yang berkisar sekitar 10–15 hari di laut terbuka sebagai plankton. Setelah itu, banyak larva kembali ke tempat asalnya (*self-recruitment* tinggi). Akibatnya, jarak sebar mereka umumnya hanya sekitar 5–100 km, lebih pendek dibandingkan dengan banyak spesies *damselfish* lainnya.

Salah satu jenis ikan badut, yaitu *Amphiprion clarkii*, dikenal memiliki variasi warna tubuh yang sangat beragam dan termasuk spesies generalis. Jenis ini juga memiliki wilayah sebaran paling luas di antara semua ikan badut, mulai dari Mikronesia di Samudra Pasifik hingga Semenanjung Persia, dan secara latitudinal dari Jepang hingga ke Great Barrier Reef.

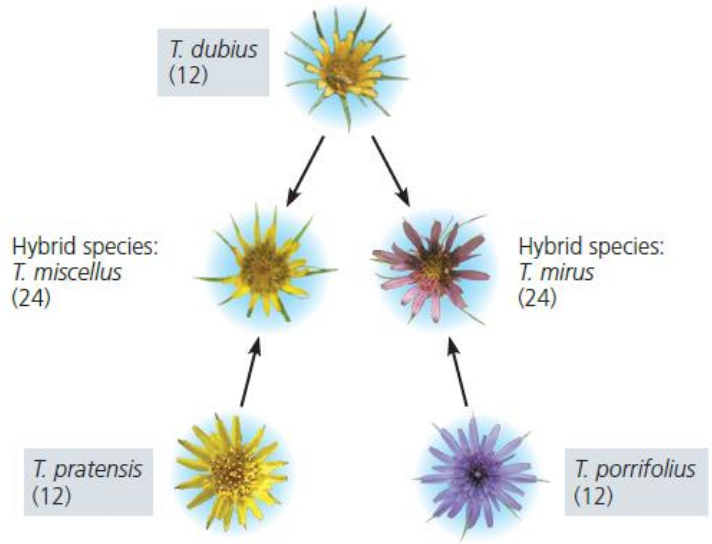
Banyak hal menarik mengenai *Amphiprion clarkii* yang mengundang banyak pertanyaan dari para peneliti. Berikut merupakan berbagai hipotesis yang muncul mengenai mereka, dan pasangan hasil penelitian/observasi yang ada.

| No | Hipotesis | Fakta lapangan/hasil riset |
|---|---|---|
| **1** | Tingginya tingkat polimorfisme warna pada *A. clarkii* menunjukkan kemungkinan bahwa spesies ini merupakan spesies kompleks, yaitu satu spesies yang sebenarnya terdiri dari lebih dari satu spesies. | Divergensi warna pada morfotipe-morfotipe *A. clarkii* dari Samudra Hindia menunjukkan kesamaan yang signifikan pada level molekuler. |
| **2** | Karakteristik fisik laut, seperti arus, topografi dasar laut, dan fitur lingkungan lainnya, menjadi penghalang bagi pergerakan populasi *Amphiprion clarkii*, sehingga menyebabkan isolasi antarpopulasi. | Rekonstruksi filogenentik berdasarkan beberapa marka genetik menunjukkan bahwa spesimen *A. clarkii* dari Samudra Indo-Pasifik terkelompokkan berdasarkan pewarnaan, dan bukan asal geografis. |
| **3** | Karena *A. clarkii* memiliki rentang geografis yang sangat luas, fasa larva pelagik yang sangat pendek, dan tingkat *self-recruitment* yang tinggi, maka tidak ada aliran gen antar populasi. | Analisis genetik dari delapan populasi *A. clarkii* menunjukkan tingkat diferensiasi yang tinggi antara dua populasi yang terluar, dan penurunan tingkat diferensiasi pada populasi-populasi yang lebih berdekatan secara geografis. |
| **4** | Kemampuan *A. clarkii* sebagai generalis yang mampu berinteraksi dengan ke-10 jenis anemon tidak serta merta memfasilitasi konektivitas antar populasi. | Terdapat variasi yang cukup beragam dan terkadang sangat berbeda antara habitat di lokasi satu dengan lainnya, sehingga ada tekanan seleksi pemilihan inang yang spesifik di masing-masing lokasi. |

Tentukan nomor berapa saja yang fakta lapangan/hasil risetnya mendukung (Benar) dan tidak mendukung (Salah) hipotesisnya!

A. 1
B. 2
C. 3
D. 4

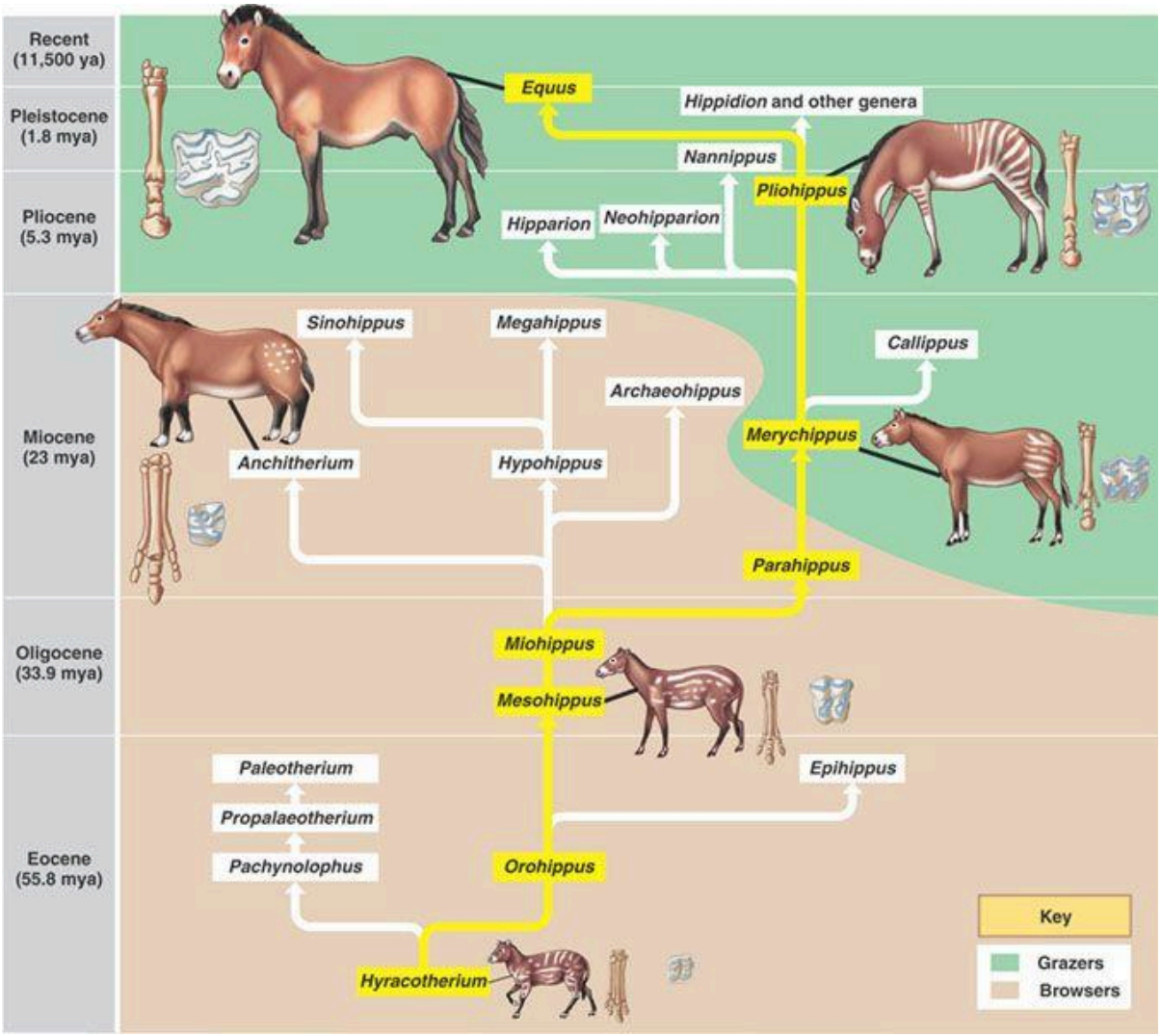
**37.** Tumbuhan seringkali mengalami spesiasi simpatrik karena terdapat peluang yang cukup tinggi di mana dua spesies berbeda dapat mengalami penyerbukan silang dan menghasilkan keturunan yang fertil. Mekanisme ini adalah faktor yang menghasilkan gandum dan jagung modern yang kita konsumsi sehari-hari. Selain kedua komoditas pangan tersebut, tumbuhan dari genus *Tragopogon* ternyata juga mengalami kejadian serupa. Perkawinan silang beberapa spesies berbeda menghasilkan spesies baru, seperti yang digambarkan pada ilustrasi berikut. Angka dalam kurung menunjukkan jumlah kromosom diploid yang dimiliki masing-masing spesies.



Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. *T. miscellus* dan *T. mirus* harus mengalami replikasi tanpa segregasi agar menjadi diploid.
B. Ketika spesies hibrid dihasilkan, semua kromosom yang berasal dari spesies induk tidak ada yang dianggap sebagai homolog.
C. Terbentuknya spesies hibrid menunjukkan bahwa *barrier* reproduktif prazigotik dapat dilewati, akan tetapi *barrier* pascazigotik tidak.
D. Jika genom *T. dubius* disimbolkan dengan AA dan *T. porrifolius* BB, genom milik *T. mirus* mestinya adalah AB.

**38.** Kuda yang saat ini kita kenal berasal dari genus *Equus*, yang telah lama berevolusi dari nenek moyang *Hyracoterium*. Terdapat beberapa perubahan terutama pada karakter kaki dan gigi. Gambar berikut menunjukkan evolusi Perissodactyla hingga tercipta spesies kuda modern.

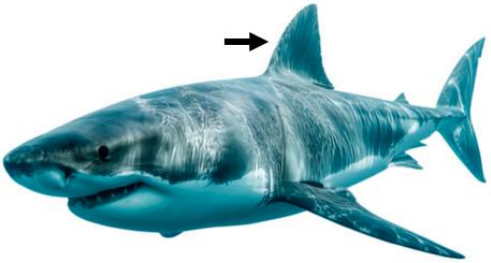
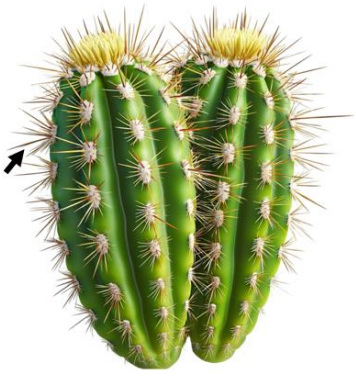



**Keterangan**: *Grazer* adalah pemakan tumbuhan herba dan rumput-rumputan, sedangkan *browser* memakan tumbuhan berkayu.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

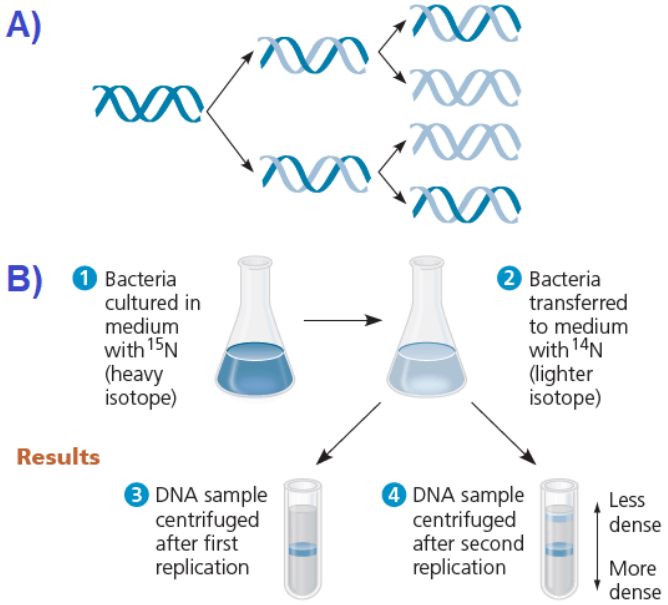
A. *Grazers* membentuk kelompok monofiletik, sedangkan *browsers* membentuk parafiletik.
B. Berbeda dengan kuda modern yang berjalan dengan kuku, nenek moyang paling awal dari kuda berjalan dengan telapak kaki.
C. Kaki yang dimiliki *Anchitherium* menunjukkan karakteristik Artiodactyla.
D. Jumlah jari yang lebih dari 1 merupakan karakter plesiomorf dan bersifat polifiletik.

**39.** Struktur homolog adalah bagian tubuh yang berasal dari asal evolusioner yang sama, meskipun pada perjalannya bisa terlihat berbeda dan memiliki fungsi yang berbeda pula. Homologi bisa menjadi petunjuk adanya kekerabatan evolusioner antar organisme/struktur. Tentukan apakah pasangan struktur A dan B berikut memiliki asal-usul perkembangan/*developmental origin* yang sama (Benar) atau tidak (Salah)!

| No | Struktur A | Struktur B |
|---|---|---|
| 1 | | |
| 2 | |  |
| 3 | | |
| 4 |  | |

A. 1
B. 2
C. 3
D. 4

**40.** Jepri yang saat ini menjadi salah satu perwakilan Indonesia di ajang IBO 2025 sangat gemar bereksperimen. Ia mereplikasi percobaan Matthew Meselson dan Franklin Stahl mengenai mekanisme replikasi semikonservatif pada bakteri. Bakteri yang telah lama dikultur pada media dengan isotop nitrogen $^{15}N$ dipindahkan ke media dengan isotop ringan $^{14}N$ selama dua kali siklus replikasi sehingga menghasilkan data berikut.



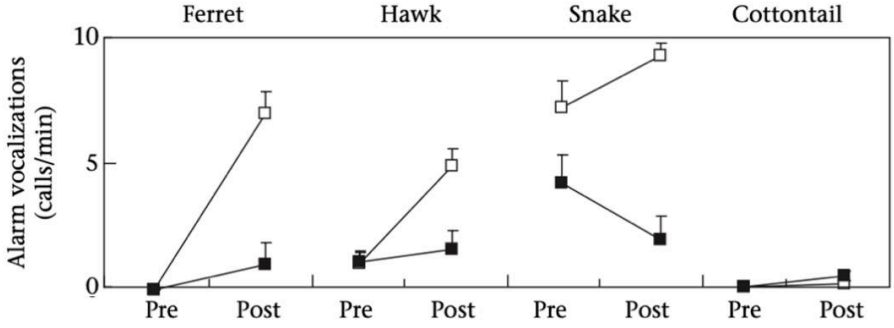

Karena keingintahuan yang tinggi, Jepri memindah-mindahkan kultur bakteri bergantian. Siklus replikasi ke-3 di media dengan isotop berat, siklus ke-4 di media isotop ringan, siklus ke-5 di media isotop berat lagi. DNA yang mengandung isotop $^{15}N$ (DNA 15) disebut juga untai berat, sedangkan yang mengandung $^{14}N$ (DNA 14) disebut juga untai ringan.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Pada hasil replikasi siklus ke-3, terdapat untai ganda DNA dengan komposisi *strand* 15/15, 14/15, maupun 14/14.
B. Rasio ketebalan pita sentrifugasi DNA 14/14 : 14/15 pada hasil replikasi ke-4 adalah 1:1.
C. Semua dsDNA dari hasil replikasi ke-5 mengandung rantai berat.
D. Tahapan sentrifugasi di atas dapat digantikan dengan elektroforesis gel agarosa.

**ETOLOGI**

**41.** Sebuah eksperimen ingin mengetahui level perilaku antipredasi anak anjing liar setelah dipaparkan ke empat jenis predator yang berbeda dalam kondisi berkelompok dengan anjing liar dewasa atau saudara kandung yang tidak berpengalaman.




**Keterangan:** Jumlah gonggongan anak anjing liar sebelum belajar (*pre*) dan sesudah belajar (*post*) saat terpapar predator. Proses belajar dilakukan berkelompok bersama anjing liar dewasa (putih) atau saudara kandung berusia sama (hitam).

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

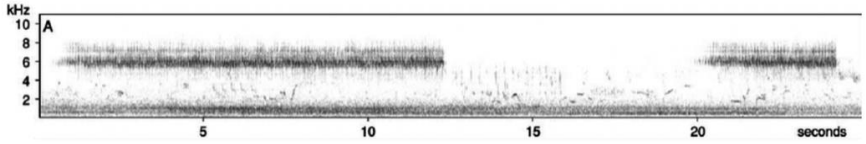
A. Kausasi proksimat yang mungkin dari perilaku yang teramati pada penelitian di atas adalah anjing liar hidup berdampingan dengan sesama spesiesnya dalam kelompok lintas usia.
B. Bagaimana frekuensi alel gen yang mempengaruhi kemampuan anjing liar untuk mengimitasi perilaku sesama spesiesnya berubah seiring waktu adalah contoh pertanyaan kausasi ultimat.
C. *Cottontail* merupakan salah satu predator yang paling sering ditemui anjing liar di alam.
D. Strategi pengelompokan berdasarkan kesamaan usia akan baik untuk meningkatkan kesiapan anjing liar di penangkaran sebelum kembali ke alam.

**42.** Jenis sinyal yang digunakan hewan untuk berkomunikasi berkaitan erat dengan cara hidup dan lingkungan hewan tersebut. Seorang siswa yang bersemangat mempelajari perilaku hewan mendata beberapa karakteristik yang dimiliki oleh tiga jenis sinyal berbeda seperti berikut ini.

I. Bersifat sementara dan membutuhkan banyak energi untuk diciptakan, menyebar ke segala arah tetapi kualitas sinyal yang diterima dapat terpengaruh oleh penghalang fisik.
II. *Long-lasting* tanpa perlu banyak energi untuk mempertahankannya, menyebar secara lambat, sulit dicari sumbernya.
III. Menyampaikan informasi secara instan, dapat menjangkau jarak jauh, berpotensi untuk diintersepsi atau terhalangi secara fisik.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Sinyal III ideal untuk komunikasi hewan nokturnal.
B. Sinyal II tidak akan digunakan oleh hewan untuk mengomunikasikan bahaya predator kepada sesama spesiesnya.
C. Contoh sinyal I adalah suara langkah kaki seekor rusa yang terdengar oleh seekor singa.
D. Pola suara yang ditunjukkan spektrogram berikut lebih mungkin berfungsi sebagai sinyal bahaya dibandingkan nyanyian kawin.




## EKOLOGI

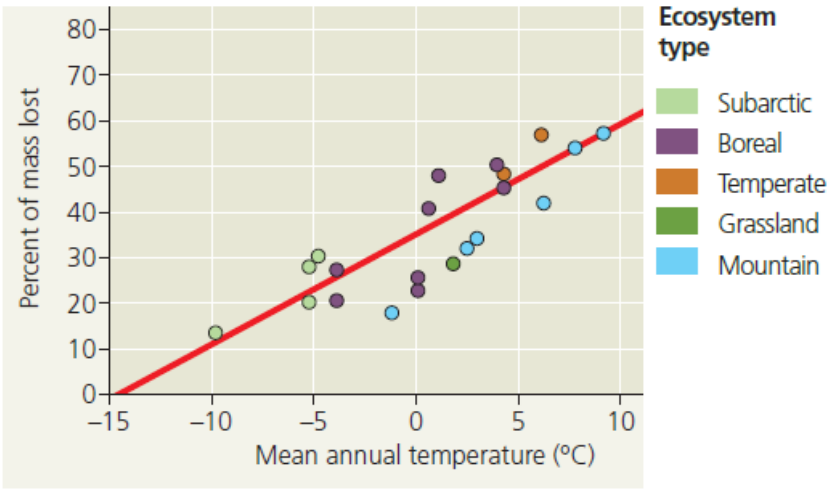
**43.** Data di bawah merupakan data keanekaragaman Diptera pada kayu-kayu mati di Lithuania. Diketahui spesies yang teramati di setiap kayu selalu sama dari waktu ke waktu.

| Spesies | Kayu *Quercus robur* | Kayu *Tilia cordata* |
|---|---|---|
| *Sylvicola cinctus* (Fabricius, 1787) | 1 | 0 |
| *Bibio marci* (Linnaeus, 1758) | 1 | 1 |
| *Bibio nigriventris* (Haliday, 1833) | 28 | 11 |
| *Bibio reticulatus* (Loew, 1846) | 12 | 11 |
| *Diogma glabrata* (Meigen, 1818) | 0 | 7 |

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Kekayaan genus Diptera pada kedua kayu berbeda.
B. Kemerataan spesies dari Diptera pada kayu *Quercus robur* lebih rendah dibandingkan pada kayu *Tilia cordata*.
C. Eksklusi kompetitif (*competitive exclusion*) tidak teramati berdasarkan data di atas.
D. Peran setiap spesies pada masing-masing habitat kemungkinan besar adalah herbivora.

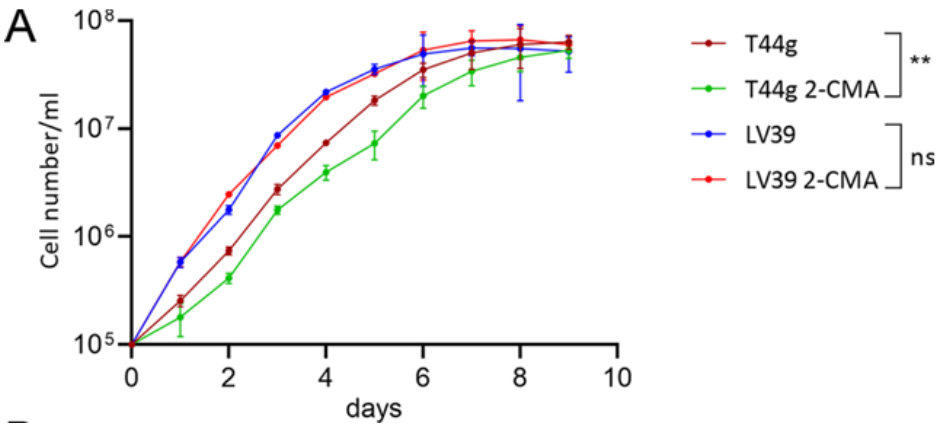
**44.** Trofymow *et al.* (1999) meneliti tentang laju dekomposisi serasah (sisa dedaunan dan ranting) pada beberapa ekosistem berbeda di sepanjang garis bujur di negara X. Setelah dibiarkan selama tiga tahun, data diambil dan massa serasah yang terdekomposisi tersaji pada grafik berikut.




Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Negara X memiliki wilayah yang beriklim tropis hingga iklim dingin.
B. Laju dekomposisi pada situs terhangat dapat mencapai 4 kali lipat dibandingkan situs terdingin.
C. Potensi produktivitas primer bersih hutan boreal bisa mencapai dua kali lipat dibandingkan dengan padang rumput.
D. Efek rumah kaca kemungkinan besar akan meningkatkan laju dekomposisi ekosistem di atas.

**45.** *Leishmaniaviruses* (LRV) merupakan virus yang mampu memperparah penyakit leishmaniasis yang diakibatkan oleh Flagelata uniseluler *Leishmania*. Data di bawah merupakan perbandingan kurva tumbuh dua jenis *Leishmania* tanpa atau dengan inihibitor replikasi virus berupa 2-CMA.

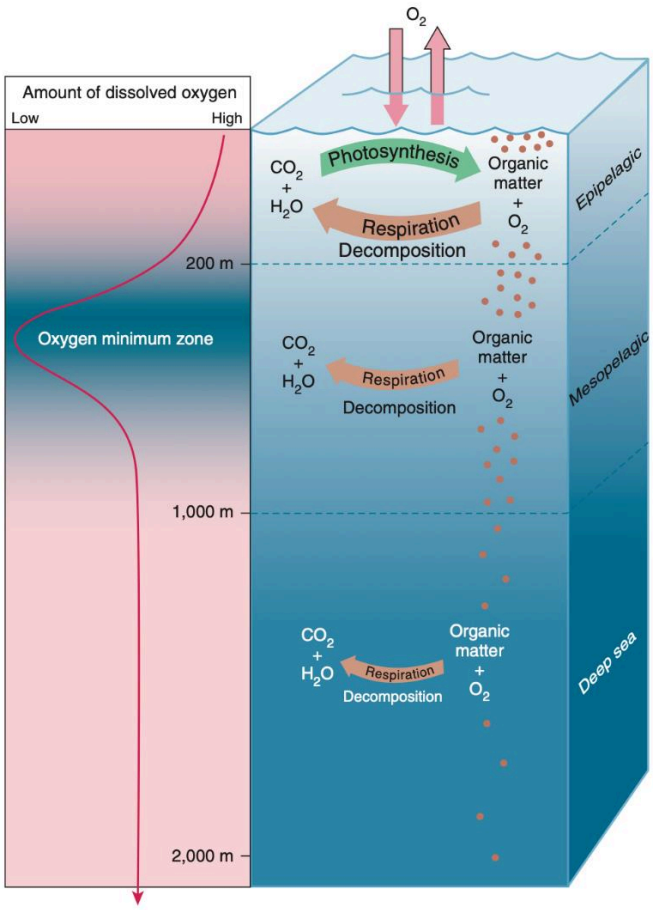



**Keterangan:** TT44g merupakan *L. major* dan LV39 merupakan *L. guyanensis*.

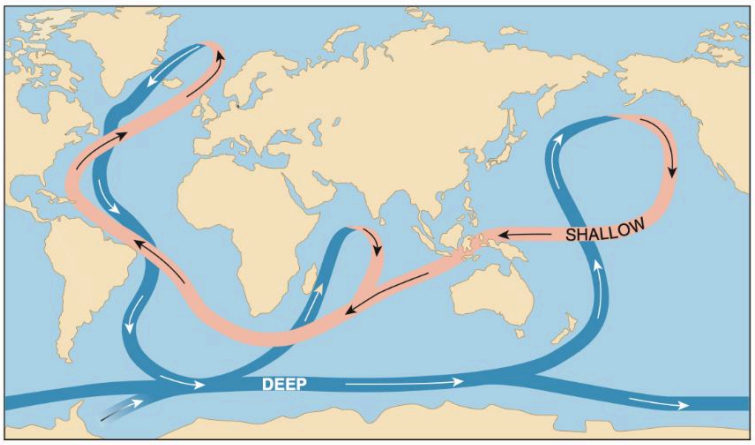
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Laju pertumbuhan kedua *Leishmania* pada 4 hari pertama bersifat eksponensial.
B. Nilai *carrying capacity Leishmania* tidak berubah saat inhibitor replikasi virus ditambahkan.
C. Penyakit leishmaniasis akan menyebar paling optimal pada populasi manusia yang menyebar secara seragam (*uniform*).
D. Subjek pada data merupakan regulator ukuran populasi manusia yang bergantung kerapatan.

**46.** Kehidupan di lautan lepas terbagi menjadi tiga zona: epipelagik, mesopelagik, dan laut dalam. Setiap zona memiliki karakteristik kimia dan fisika masing-masing yang mempengaruhi keragaman spesies yang hidup di dalamnya.



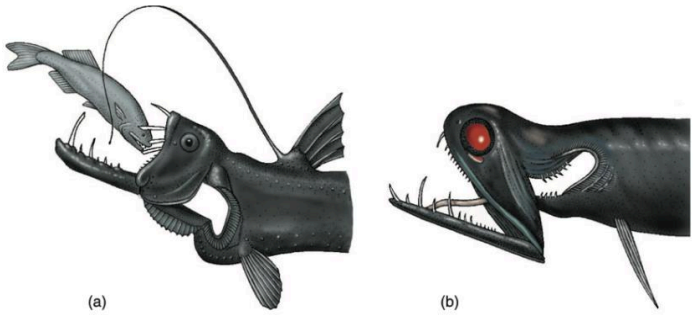

**Gambar 1**. Gradien oksigen terlarut di sepanjang tiga zona lautan lepas.




**Gambar 2**. Aliran massa air mengelilingi lautan lepas. Aliran air bergerak dari permukaan ke kedalaman, lalu naik lagi ke permukaan.

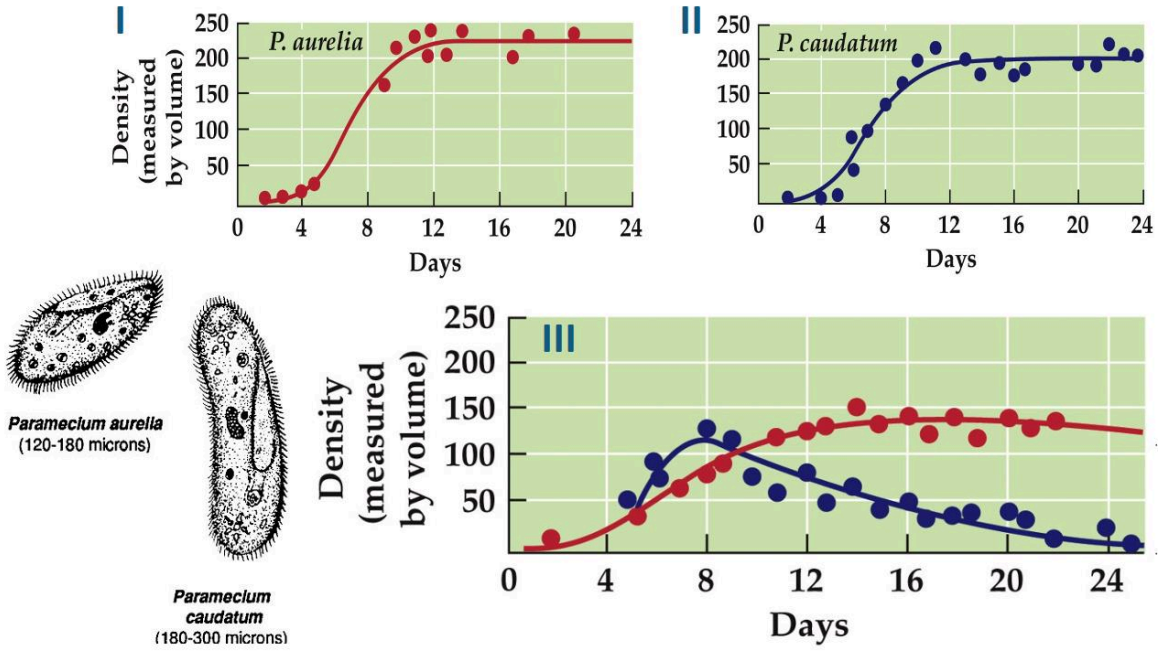
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Fitoplankton adalah kelompok organisme penting karena memproduksi seluruh oksigen yang digunakan oleh organisme lain di ekosistem lautan lepas.
B. Ciri morfologi yang menonjol dari ikan mesopelagik berikut mendukung mereka menjadi predator generalis.




C. Zat organik dari epipelagik tenggelam ke bawah untuk didekomposisi, sehingga ikan di laut dalam harus beradaptasi dengan melakukan respirasi anaerob.
D. Lautan di sekitar Greenland adalah satu-satunya lokasi aliran air yang kaya oksigen tenggelam karena densitas dan salinitas yang tinggi.

**47.** Ketika dua spesies berbeda menempati habitat yang sama, interaksi-interaksi tertentu dapat dihasilkan dan akan mempengaruhi kelulushidupan setiap spesies. Berikut adalah bentuk interaksi yang terjadi pada dua spesies *Paramecium* pada habitat air tawar.




**Keterangan:** I dan II adalah grafik pertumbuhan *P. aurelia* dan *P. caudatum* ketika dipelihara secara terpisah. III adalah grafik ketika kedua spesies ditumbuhkan secara bersamaan pada media yang sama. Kondisi lingkungan dan makanan dikondisikan secara terkontrol.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!
A. Ukuran sel yang lebih besar berperan penting untuk memenangkan kompetisi.
B. Kompetisi interspesifik secara signifikan lebih kuat dibandingkan intraspesifik pada percobaan di atas.
C. Grafik I dan II menunjukkan *realized niche* bagi masing-masing spesies.
D. Berdasarkan hasil di atas, laju pertumbuhan intrinsik berperan penting dalam menentukan kemenangan pada kompetisi.

## BIOSISTEMATIKA

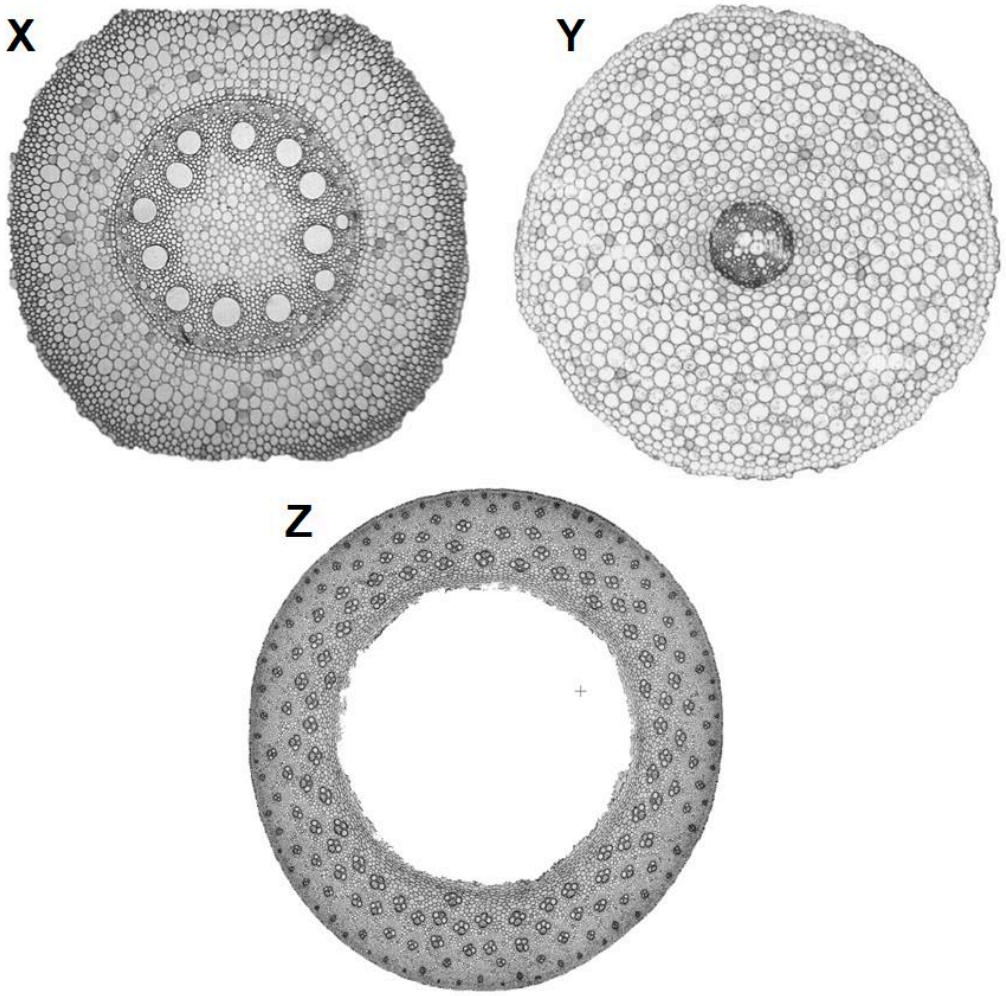
**48.** Podenas *et al*. merupakan peneliti biosistematika Lithuania yang mempublikasikan kunci identifikasi untuk lalat *Adelphomyia* (Diptera) tahun lalu. Di bawah merupakan salah satu contoh kunci identifikasi sederhana untuk identifikasi hewan.

| | |
|---|---|
| 1a. Tubuh triploblastik | menuju 2 |
| 1b. Tubuh diploblastik | A |
| 2a. Blastoporus berkembang menjadi mulut | menuju 3 |
| 2b. Blastoporus berkembang menjadi anus | B |
| 3a. Tubuh terdiri atas *cephalothorax* dan abdomen | menuju 4 |
| 3b. Tubuh terdiri atas kepala, toraks, dan abdomen | C |
| 4a. Memiliki antena | D |
| 4b. Tidak memiliki antena | E |

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Kelompok A memiliki ektoderm dan endoderm.
B. Kelompok B disebut sebagai Deuterostomia.
C. Udang merupakan representasi dari hewan C.
D. Langkah identifikasi untuk *Adelphomyia* adalah 1a-2a-3a-4a.

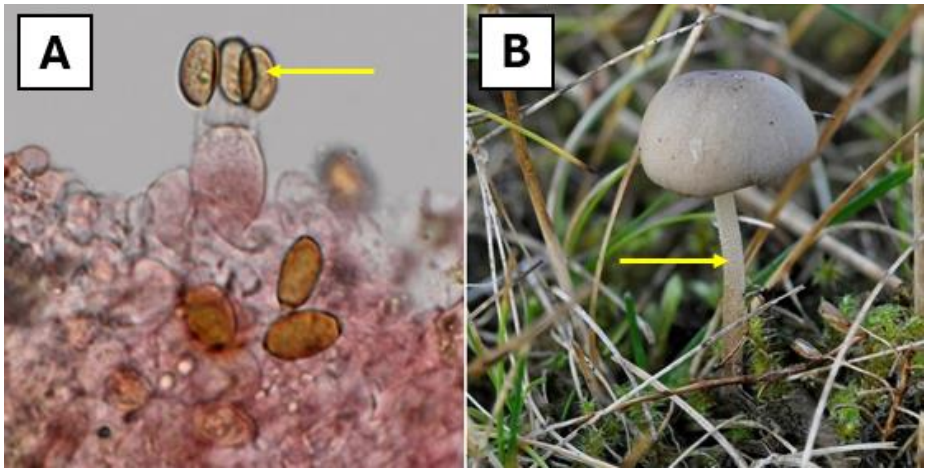
**49.** Perhatikan gambar penampang melintang organ dari tumbuhan berbunga X, Y, dan Z!



Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Tipe anatomi organ seperti pada gambar X umumnya ditemukan pada tumbuhan dengan urat daun sejajar.
B. X dan Z merepresentasikan organ yang berbeda dari sesama anggota kelompok Eudikot.
C. Tumbuhan seperti kacang-kacangan memiliki sayatan organ batang yang terlihat seperti gambar Y.
D. Tumbuhan dengan anatomi organ seperti pada gambar Z memiliki hubungan kekerabatan yang lebih dekat dengan padi dibandingkan bunga matahari.

**50.** Ernestas Kutorga merupakan seorang peneliti biosistematika Fungi di Lithuania yang pernah melakukan publikasi dari genus *Conocybe* (kiškiābudė). Gambar di bawah berasal dari salah satu spesies dari genus tersebut, yaitu *Conocybe dunensis* T.J. Wallace.




**Keterangan**: (A) Struktur penghasil spora; (B) Morfologi badan buah.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Bagian pada Gambar A yang ditunjuk oleh panah merupakan konidiospora.
B. Proses kariogami terjadi sebelum struktur pada Gambar A berkembang.
C. Ploidi dari bagian yang ditunjuk oleh panah pada Gambar B adalah 2n.
D. Spesies tersebut termasuk ke dalam divisi Basidiomycota.

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# EKONOMI

Kumpulan Soal OSN

# SOAL OSNK 2025 FIX

1. A market experiences a simultaneous increase in demand and a decrease in supply for avocados due to a viral TikTok recipe and bad weather. What happens?
   A. Price falls, quantity rises
   B. Price rises, quantity falls
   C. **Price rises, quantity ambiguous**
   D. Price ambiguous, quantity rises
   E. Price and quantity both fall

2. Daniel faces the following total utility from cups of coffee:
   - 1st cup: 10 utils
   - 2nd: 18 utils
   - 3rd: 24 utils
   - 4th: 28 utils
   - 5th: 29 utils

   If the price of a cup is $2, how many cups will he consume to maximize utility per dollar?
   A. 1
   B. 2
   C. 3
   **D. 4**
   E. 5

3. The government of Arkanesia imposes a $2 tax on each unit of sugary drinks sold. As a result, the price paid by buyers rises by $1.20, and sellers receive $0.80 less. This indicates:
   A. Buyers are more elastic than sellers
   **B. Sellers are more elastic than buyers**
   C. Buyers are more sensitive to the price changes than sellers
   D. Demand is perfectly inelastic
   E. Supply is perfectly elastic

4. A village craftsman produces handmade baskets. His marginal cost of the 10th basket is $15, and he sells each basket for $20 in a perfectly competitive market. Which of the following is true?
   A. He should stop producing
   B. He should reduce output
   C. He is maximizing profit
   **D. He should increase production**
   E. He is making a loss

5. A recent study in the country of Sylvania found that residents consume more bottled water as their income rises. However, for a specific brand, AquaDrop, consumption falls when income increases, as consumers switch to imported luxury water. Which classification fits AquaDrop?
A. Normal good
B. Giffen good
**C. Inferior good**
D. Public good
E. Complement

6. A firm's average total cost is $10 and marginal cost is $12. As output increases, the average total cost will:
A. Stay constant
**B. Increase**
C. Decrease
D. Fluctuate randomly
E. Become zero

7. A firm's total cost of producing 19 units is $400. Producing 20 units increases the total cost to $440. What is the marginal cost of the 20th unit?
A. $2
B. $20
C. $22
**D. $40**
E. $60

8. When the price of mangoes rises from $2 to $3 per kg, the quantity demanded drops from 100 kg to 80 kg. The price elasticity of demand is approximately:
A. 0.2
**B. 0.4**
C. 0.5
D. 0.76
E. 2.5

9. A company owns proprietary software that significantly boosts production speed. Proprietary technology means:
A. Technology is widely known
B. Technology is obsolete
**C. Only the company knows how it works**
D. Everyone can access it
E. It's part of the public domain

10. An influx of migrant workers enters the restaurant industry. Holding all else constant, the likely impact on the labor market is:
    A. Wages rise, and labor quantity falls
    B. **Wages fall, and labor quantity rises**
    C. Both wages and quantity rise
    D. Both wages and quantity fall
    E. Quantity falls, but wages stay constant

11. The government imposes a price floor of $12 per hour on a service whose equilibrium wage is $10. What happens?
    A. Labor demand rises
    B. Labor supply decreases
    C. **Labor surplus occurs**
    D. There is a shortage of workers
    E. Equilibrium remains unchanged

12. Bank Indonesia memiliki tiga pilar utama dalam menjalankan fungsinya sebagai bank sentral: menjaga stabilitas nilai rupiah, menjaga kelancaran sistem pembayaran, dan menjaga stabilitas sistem keuangan. Dalam kondisi tekanan eksternal seperti gejolak nilai tukar yang tajam akibat kenaikan suku bunga The Fed, BI harus mengambil langkah strategis. Salah satu langkah yang ditempuh adalah menaikkan suku bunga acuan (BI Rate).
    Tujuan utama dari kenaikan BI Rate oleh Bank Indonesia dalam konteks gejolak nilai tukar adalah...
    A. Meningkatkan inflasi agar konsumsi meningkat
    B. Menurunkan permintaan terhadap ekspor
    **C. Menarik aliran modal asing dan menahan depresiasi rupiah**
    D. Meningkatkan kredit konsumsi Masyarakat
    E. Mengurangi cadangan devisa negara

13. Sebuah negara mengalami inflasi yang tinggi dalam jangka waktu yang cukup lama. Inflasi tersebut dipicu oleh peningkatan permintaan agregat yang tidak diimbangi oleh peningkatan penawaran agregat. Pemerintah bersama bank sentral berupaya menurunkan inflasi tanpa menyebabkan resesi.
    Kebijakan moneter yang paling tepat untuk mengatasi inflasi jenis ini adalah...
    A. Menurunkan pajak pendapatan
    B. Meningkatkan jumlah uang beredar
    **C. Menaikkan suku bunga acuan**
    D. Memberi subsidi bahan baku
    E. Menurunkan cadangan wajib minimum

14. Negara A adalah produsen utama komoditas energi, sedangkan Negara B adalah pengimpor energi terbesar di kawasan. Ketika harga minyak dunia naik tajam, neraca perdagangan Negara B mengalami defisit yang cukup besar.
Manakah dari berikut ini yang kemungkinan menjadi dampak langsung dari situasi tersebut terhadap nilai tukar mata uang Negara B?
A. Menguat karena permintaan impor meningkat
**B. Melemah karena permintaan valas untuk impor naik**
C. Stabil karena bank sentral tidak melakukan intervensi
D. Melemah karena ekspor Negara B meningkat
E. Menguat karena peningkatan inflasi

15. Bank sentral memiliki instrumen operasi pasar terbuka (OPT) untuk mengendalikan jumlah uang beredar di masyarakat. Salah satu bentuk OPT adalah jual beli surat berharga negara (SBN).
Jika Bank Indonesia melakukan penjualan SBN secara besar-besaran, maka dampak langsungnya terhadap perekonomian adalah...
A. Inflasi meningkat karena uang beredar bertambah
**B. Uang beredar menurun dan suku bunga naik**
C. Konsumsi masyarakat meningkat
D. Nilai tukar rupiah melemah
E. Cadangan devisa bertambah

16. Negara X menerapkan sistem nilai tukar mengambang (floating exchange rate). Dalam sistem ini, nilai tukar ditentukan oleh mekanisme pasar. Suatu ketika, terjadi arus masuk modal asing (capital inflow) secara besar-besaran.
Dampak paling mungkin dari situasi tersebut terhadap nilai tukar mata uang Negara X adalah...
**A. Mata uang menguat karena permintaan terhadap mata uang lokal meningkat**
B. Mata uang melemah karena ekspor meningkat
C. Tidak ada perubahan karena intervensi bank sentral
D. Mata uang menguat karena cadangan devisa menurun
E. Mata uang melemah karena inflasi meningkat

17. Negara X dan Negara Y memiliki perbedaan keunggulan komparatif. Negara X dapat memproduksi 1 unit beras dengan 2 jam kerja dan 1 unit mobil dengan 10 jam kerja. Negara Y memproduksi 1 unit beras dengan 4 jam kerja dan 1 unit mobil dengan 12 jam kerja. Asumsikan tidak ada hambatan perdagangan. Jika kedua negara berdagang, maka...
A. Negara Y sebaiknya mengekspor beras
B. Negara X sebaiknya mengekspor beras dan mobil
C. Negara X mengekspor beras, Negara Y mengekspor mobil
**D. Negara X mengekspor beras, Negara Y mengimpor beras**
E. Negara Y memiliki keunggulan absolut dalam semua barang

18. Ketika tingkat inflasi berada di atas target Bank Indonesia, namun tingkat pengangguran masih tinggi, maka bank sentral menghadapi dilema kebijakan moneter. Hal ini berkaitan dengan kurva Philips jangka pendek. Manakah pernyataan yang paling tepat mengenai kondisi tersebut?
    A. Inflasi dan pengangguran dapat diturunkan bersamaan
    B. Bank sentral akan selalu menurunkan suku bunga
    C. Inflasi tinggi biasanya menyebabkan pengangguran rendah
    **D. Penurunan inflasi akan meningkatkan pengangguran dalam jangka pendek**
    E. Kebijakan fiskal lebih efektif daripada kebijakan moneter

19. Bank Indonesia mengumumkan bahwa mereka menggunakan kerangka kerja "Inflation Targeting Framework" (ITF). Dalam sistem ini, BI menargetkan inflasi sebagai indikator utama kebijakan moneter. Salah satu karakteristik utama dari ITF adalah...
    A. Target inflasi tidak diumumkan ke public
    B. Fokus pada pertumbuhan PDB
    **C. Fleksibilitas dalam menjaga stabilitas nilai tukar**
    D. Tidak mempertimbangkan faktor eksternal
    E. Menggunakan cadangan emas sebagai alat kontrol inflasi

20. Dalam masa pandemi, bank sentral di berbagai negara menurunkan suku bunga acuan hingga mendekati nol dan melakukan quantitative easing (QE). Tujuan utama dari QE adalah...
    A. Meningkatkan cadangan devisa
    **B. Menyuntikkan likuiditas ke sistem keuangan**
    C. Menekan inflasi
    D. Membatasi pengeluaran pemerintah
    E. Menstabilkan nilai tukar jangka panjang

21. Dalam situasi global di mana suku bunga acuan The Fed naik, banyak negara berkembang mengalami tekanan pada nilai tukar mata uang mereka. Indonesia, misalnya, mengalami pelemahan rupiah karena capital outflow meningkat. Dalam merespons kondisi tersebut, Bank Indonesia memilih untuk menaikkan BI 7-Day Reverse Repo Rate secara bertahap selama beberapa bulan. Langkah Bank Indonesia tersebut bertujuan untuk...
    A. Mendorong ekspor dan mengurangi ketergantungan impor
    B. Menurunkan biaya pinjaman jangka Panjang
    **C. Menarik kembali modal asing agar nilai tukar stabil**
    D. Mengurangi cadangan devisa demi menjaga inflasi
    E. Memperluas defisit neraca berjalan melalui stimulus kredit

22. Pemerintah negara X menerapkan kebijakan fiskal ekspansif melalui peningkatan belanja infrastruktur, sementara bank sentral tetap mempertahankan suku bunga rendah. Dalam waktu 1 tahun, inflasi meningkat hingga melebihi target bank sentral. Kombinasi kebijakan tersebut mengakibatkan...
    A. Penurunan ekspektasi inflasi jangka Panjang
    **B. Peningkatan permintaan agregat dan tekanan inflasi**
    C. Penguatan nilai tukar akibat arus modal masuk
    D. Terjadinya deflasi dan stagnasi ekonomi
    E. Kenaikan suku bunga pinjaman bank secara otomatis

23. Negara A mengalami tekanan terhadap mata uangnya akibat kekhawatiran investor terhadap utang luar negeri. Untuk menstabilkan nilai tukar, bank sentral menggunakan cadangan devisa guna melakukan intervensi di pasar valas. Apa risiko dari penggunaan cadangan devisa secara terus-menerus untuk mempertahankan nilai tukar?
    A. Inflasi akan segera turun
    B. Terjadi surplus neraca transaksi berjalan
    C. Penurunan likuiditas global
    **D. Cadangan devisa menipis dan mengancam kredibilitas stabilitas moneter**
    E. Ekspor menjadi lebih mahal

24. Ketika bank sentral mempertahankan suku bunga rendah dalam jangka waktu lama untuk mendukung pertumbuhan, harga aset properti dan saham melonjak tajam. Risiko dari kebijakan ini adalah...
    A. Deflasi yang tidak terkendali
    B. Penguatan nilai tukar jangka Panjang
    **C. Terbentuknya bubble aset yang berisiko meledak**
    D. Penurunan produktivitas sektor publik
    E. Penurunan daya beli rumah tangga

25. The government of Country X is considering increasing the tax on sugary drinks to reduce consumption. The current price is $2, and the quantity demanded is 1,000 units per day. Economic studies suggest the price elasticity of demand is -0.8. If the tax increases the price to $2.50, what is the expected change in quantity demanded?
    A. Decrease by 100 units
    **B. Decrease by 150 units**
    C. Decrease by 200 units
    D. Decrease by 250 units
    E. Decrease by 300 units

26. Country Y reported a nominal GDP of $1.2 trillion in 2023 and a GDP deflator index of 120 (base year = 100). Meanwhile, the real GDP for the same year was also published. Based on this information, what is the real GDP for 2023?
    **A. $1.0 trillion**
    B. $1.05 trillion
    C. $1.1 trillion
    D. $1.15 trillion
    E. $1.25 trillion

27. Sebut saja Wulan, seorang mahasiswa semester 4 jurusan Ekonomi, merasa tertarik dengan dunia investasi setelah mengikuti seminar daring tentang pasar modal. Ia sering mendengar teman-temannya membicarakan saham dan obligasi, namun ia masih bingung tentang bagaimana semua itu bekerja. Wulan ingin mulai berinvestasi, tetapi ia sadar harus memahami dasar-dasarnya terlebih dahulu, termasuk siapa saja yang mengatur pasar ini agar aman bagi investor pemula seperti dirinya. Ia juga penasaran bagaimana transaksi jual beli saham itu sebenarnya terjadi setiap hari. Setelah mengikuti seminar, Wulan mencari tahu lebih banyak tentang lembaga yang mengawasi kegiatan di pasar modal Indonesia. Ia menemukan bahwa ada satu lembaga pemerintah yang memiliki tugas utama untuk mengatur, mengawasi, dan melindungi investor di pasar modal agar kegiatan investasi berjalan secara teratur, wajar, efisien, dan transparan. Lembaga ini juga memastikan tidak ada praktik kecurangan yang merugikan investor. Lembaga yang dimaksud Wulan adalah...
    A. Bank Indonesia (BI)
    B. Lembaga Penjamin Simpanan (LPS)
    C. Kementerian Keuangan
    **D. Otoritas Jasa Keuangan (OJK)**
    E. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas)

28. Kita belajar bahwa pasar modal adalah tempat bertemunya pihak yang membutuhkan dana jangka panjang dengan pihak yang memiliki kelebihan dana. Di pasar ini, instrumen keuangan yang diperjualbelikan memiliki karakteristik jangka panjang, berbeda dengan pasar uang yang instrumennya berjangka pendek. Instrumen keuangan berikut yang PALING umum diperdagangkan di pasar modal adalah...
    A. Deposito berjangka
    B. Sertifikat Bank Indonesia (SBI)
    **C. Saham dan obligasi**
    D. Kredit tanpa agunan
    E. Surat Berharga Pasar Uang (SBPU)

29. Saat kita memutuskan untuk belajar lebih dalam tentang saham. Kita memahami bahwa ketika seseorang membeli saham, kita sebenarnya membeli sebagian kecil kepemilikan dari sebuah perusahaan. Dengan menjadi pemilik, meskipun kecil, kita akan memiliki hak dan kewajiban tertentu. Kita mengetahui bahwa sebagai pemegang saham, kita berhak mendapatkan bagian keuntungan perusahaan jika kinerja perusahaan baik. Pembagian keuntungan ini dilakukan secara berkala dan diumumkan oleh perusahaan kepada publik. Pembagian keuntungan perusahaan kepada pemegang saham yang dimaksud adalah...
    **A. Dividen**
    B. Bunga obligasi
    C. Kupon
    D. Capital gain
    E. Premium

30. Ady tertarik dengan instrumen lain di pasar modal, yaitu obligasi. Ia menemukan bahwa obligasi memiliki karakteristik yang berbeda dengan saham, terutama dalam hal pengembalian dan risiko. Dia membaca bahwa obligasi adalah surat utang jangka panjang yang diterbitkan oleh pemerintah maupun korporasi. Ketika seseorang membeli obligasi, ia sebenarnya meminjamkan uang kepada penerbit obligasi dan akan menerima pembayaran bunga secara berkala, serta pengembalian pokok pinjaman di akhir periode. Ciri utama obligasi yang membedakannya dari saham adalah...

A. Pemegang obligasi memiliki hak suara dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).
B. Pengembalian obligasi berupa dividen yang fluktuatif.
**C. Pemegang obligasi adalah kreditor yang menerima pembayaran bunga tetap (kupon) dan pokok pinjaman.**
D. Obligasi memberikan hak kepemilikan atas perusahaan.
E. Harga obligasi sangat bergantung pada laba bersih perusahaan.

31. Oki belajar bahwa di pasar modal, ada larangan keras terhadap praktik yang menguntungkan diri sendiri dengan menggunakan informasi yang belum dipublikasikan kepada umum (informasi orang dalam). Praktik ini sangat merugikan investor lain karena menciptakan ketidakadilan dalam perdagangan. Praktik ilegal yang dimaksud, di mana seseorang melakukan transaksi saham menggunakan informasi non-publik yang dapat memengaruhi harga, disebut...

A. Right issue
**B. Insider trading**
C. Stock split
D. Tender offer
E. Buyback saham

32. Taufik adalah kepala keluarga dengan dua anak yang masih kecil. Ia khawatir jika suatu saat ia tidak bisa lagi mencari nafkah karena sakit parah atau meninggal dunia, keluarganya akan kesulitan finansial. Untuk melindungi keluarganya dari risiko tersebut, Taufik memutuskan untuk membeli sebuah produk asuransi yang akan memberikan sejumlah uang santunan kepada ahli warisnya jika ia meninggal dunia dalam masa pertanggungan. Jenis asuransi yang PALING sesuai dengan kebutuhan Taufik adalah...

A. Asuransi Abadi
B. Asuransi Biasa
C. Asuransi Kesehatan
**D. Asuransi Jiwa**
E. Asuransi Uang

33. Salah satu prinsip dasar asuransi adalah "Utmost Good Faith" atau itikad baik. Ini berarti bahwa baik pihak pemohon asuransi (tertanggung) maupun perusahaan asuransi (penanggung) harus saling jujur dan terbuka dalam menyampaikan semua informasi penting yang relevan dengan perjanjian asuransi. Contoh penerapan prinsip "Utmost Good Faith" dari sisi pemohon asuransi adalah...
    A. Hanya melaporkan klaim jika kerugian yang terjadi sangat besar.
    B. Menyembunyikan riwayat penyakit serius saat mengajukan asuransi kesehatan.
    **C. Memberikan informasi yang akurat dan lengkap tentang kondisi kesehatan atau aset yang diasuransikan.**
    D. Mengubah tanggal kejadian kerugian agar sesuai dengan masa pertanggungan.
    E. Membatalkan polis tanpa pemberitahuan sebelumnya kepada perusahaan asuransi.

34. Tujuan utama asuransi adalah untuk mengalihkan risiko finansial dari individu atau perusahaan kepada perusahaan asuransi. Dengan demikian, jika terjadi peristiwa yang tidak diinginkan (risiko), kerugian finansial yang ditanggung oleh individu atau perusahaan menjadi lebih ringan atau bahkan ditanggung sepenuhnya oleh perusahaan asuransi, sesuai dengan ketentuan polis. Manfaat utama dari memiliki asuransi bagi individu atau perusahaan adalah...
    A. Mendapatkan keuntungan investasi yang tinggi dan cepat.
    B. Menghilangkan semua jenis risiko dalam kehidupan.
    **C. Mengurangi beban finansial yang timbul akibat terjadinya risiko yang diasuransikan.**
    D. Memperoleh pinjaman tanpa bunga dari perusahaan asuransi.
    E. Menjadi kaya mendadak jika terjadi klaim besar.

35. Miftah baru saja lulus kuliah dan mulai bekerja. Ia diajak oleh agen asuransi untuk membeli asuransi yang tidak hanya memberikan proteksi, tetapi juga ada elemen tabungan atau investasi di dalamnya. Miftah sedikit bingung karena selama ini ia hanya mengenal asuransi sebagai proteksi saja. Jenis asuransi yang menggabungkan fitur proteksi dengan potensi pengembangan nilai tunai atau investasi disebut...
    A. Asuransi Berjangka
    B. Asuransi Term Life
    **C. Asuransi Unit Link**
    D. Asuransi Tradisional
    E. Asuransi Investasi

36. Suatu hari, rumah Amink mengalami kebakaran akibat korsleting listrik. Beruntung, Amink sebelumnya sudah membeli polis asuransi untuk rumahnya. Setelah kejadian, Amink segera menghubungi perusahaan asuransi untuk melaporkan kerugian yang ia alami agar bisa mendapatkan ganti rugi sesuai dengan perjanjian polisnya. Proses pelaporan dan permintaan pembayaran ganti rugi kepada perusahaan asuransi atas kerugian yang dialami tertanggung disebut...
    A. Akseptasi
    B. Polis
    C. Premi
    **D. Klaim**
    E. Prosedur Pembelian

37. Ketika seseorang memiliki banyak jenis investasi yang berbeda (misalnya, sebagian di saham, sebagian di obligasi, dan sebagian di properti), ia sedang melakukan praktik untuk mengurangi risiko keseluruhan portofolio investasinya. Jika satu jenis investasi performanya buruk, investasi lainnya mungkin bisa menutupi kerugian tersebut. Praktik menyebarkan investasi ke berbagai jenis aset untuk mengurangi risiko disebut...
    A. Konsentrasi investasi
    B. Penyebaran pasar
    **C. Diversifikasi investasi**
    D. Spekulasi tunggal
    E. Penggabungan investasi

38. Suci ingin membeli smartphone terbaru yang harganya Rp 5.000.000. Ia memiliki pilihan: menabung selama 5 bulan dengan menyisihkan Rp 1.000.000 setiap bulan, atau mengambil cicilan tanpa bunga di marketplace yang menyediakan cicilan 10 bulan sebesar Rp 500.000 per bulan. Suci memilih opsi kedua agar ia bisa langsung menggunakan smartphone tersebut. Konsep finansial yang menunjukkan bahwa ada biaya yang harus dikorbankan untuk mendapatkan sesuatu secara langsung, atau nilai yang hilang dari alternatif terbaik yang tidak dipilih, disebut...
    A. Inflasi
    B. Bunga majemuk
    **C. Biaya peluang**
    D. Diversifikasi
    E. Depresiasi

39. Pasar uang (money market) adalah pasar keuangan tempat terjadinya perdagangan instrumen keuangan jangka pendek, biasanya di bawah satu tahun. Pasar uang berfungsi untuk mempertemukan pihak yang memiliki kelebihan dana dengan pihak yang membutuhkan dana dalam jangka pendek, seperti bank, perusahaan, dan pemerintah. Berikut ini adalah instrumen-instrumen keuangan di pasar uang, KECUALI
    A. Deposito
    B. Tabungan
    C. Dollar
    D. Saham
    E. Giro

40. Sukuk adalah surat berharga jangka panjang berdasarkan prinsip syariah yang dikeluarkan oleh emiten (badan usaha) kepada pemegang sukuk. Sukuk mewajibkan emiten membayar pendapatan kepada pemegang sukuk berupa bagi hasil/margin dan mengembalikan dana tersebut pada saat jatuh tempo. Sukuk) merupakan bagian dari pasar berikut:
    A. Pasar uang
    **B. Pasar modal**
    C. Pasar komoditi
    D. Pasar derivatif
    E. Pasar sekuritas

41. Perdagangan di bursa efek (Bursa Efek Indonesia/BEI) adalah proses jual beli instrumen keuangan seperti saham, obligasi, dan produk derivatif yang dilakukan oleh anggota bursa melalui sistem perdagangan otomatis seperti JATS (Jakarta Automated Trading System). Anda akan membeli saham yang diperdagangkan di Bursa Efek Indonesia (BEI) melalui perantara ….
    A. bank
    B. BEI
    C. Kementrian Keuangan
    D. perusahaan asuransi
    **E. broker**

42. Perusahaan menyajikan laporan posisi keuangan (neraca) pada setiap akhir periode keuangan misal tanggal 31 Desember 2025, berikut adalam elemen pos yang ada dalam laporan posisi keuangan, KECUALI ….
    A. piutang (receivable)
    B. utang (liabilities)
    C. persediaan (inventory)
    **D. biaya (expense)**
    E. paten (patent)

43. Di sebuah kota besar, terdapat seorang lulusan perguruan tinggi bernama Oki Setelah menyelesaikan studinya, Oki aktif mencari pekerjaan sesuai dengan bidang keahliannya. Namun, ia belum berhasil mendapatkan pekerjaan meskipun telah mengirimkan lamaran ke berbagai perusahaan. Oki termasuk dalam kategori pengangguran yang disebabkan oleh:
    A. Pengangguran musiman
    B. Pengangguran struktural
    C. **Pengangguran friksional**
    D. Pengangguran siklis
    E. Pengangguran terbuka

44. Read the following statements and choose the correct option.
    A. Participation rate = employed/labour force.
    B. Unemployment rate = unemployed/population of working age.
    **C. Employment rate = employed/population of working age.**
    D. Employment rate + unemployment rate = 1
    E. Employment rate + unemployment rate = 0

45. These are reasons why will there always be some involuntary unemployment in equilibrium, except..
    A. If there was no unemployment, the cost of job loss would be zero (no employment rent) because a worker who loses their job can immediately get another one at the same pay.
    B. If there is no cost of job loss, the employed worker would not fear being fired if caught shirking and would be indifferent between working hard or not on the job.
    C. If the worker is not motivated to work hard, then there will be no output and nothing for the employer to sell, and hence, no profits.
    D. some unemployment is necessary: it means the employer can motivate workers to provide effort on the job, which is essential to production.
    **E. The wage is always set below the reservation wage.**

46. The Lorenz curve associated with a particular supply-side equilibrium. In a population of 100, there are 10 firms, each with a single owner, 80 employed workers, and 10 unemployed workers. The employed workers receive 60% of the total income as wages. The Gini coefficient is 0.36. In which of the following cases would the Gini coefficient decrease, keeping all other factors unchanged?
    **A. a fall in the unemployment rate**
    B. an increase in the real wage and productivity
    C. a fall in the real wage
    D. an increase in the workers' productivity while the real wage is unchanged
    E. a fall in the degree of competition faced by the firms

47. Which statement is incorrect?
    A. *FlexIT* economy combined a flexible exchange rate with monetary policy constrained by an inflation target.
    B. A depreciating exchange rate and a rising rate of inflation can reinforce each other in an inflationary spiral.
    C. Given the dangers of high inflation, many countries, have either significantly limited exchange rate fluctuations by fixing (or stabilizing) their exchange rate, by joining a currency union or adopting the currency of another country.
    **D. fixing the exchange rate is a miracle cure.**
    E. The transition to low inflation that results from fixing the exchange rate is usually slow and painful. Some countries have stuck with it, but many others have given up on the attempt and reverted to high inflation.

48. Read the following statements and choose the correct option
    **A. There tends to be a trend of excessive borrowing before a banking crisis.**
    B. Banking crises typically have temporary effects on economic growth.
    C. The COVID-19 pandemic had larger immediate and longer-lasting effects on economic growth than the global financial crisis.
    D. Interest rate is a channel through which banking crises affect economic growth.
    E. Financial crises always came suddenly because of speculation

49. Read the following statements about bubbles and choose the correct option(s).
    A. A bubble occurs when the price of a share rises too quickly.
    B. A bubble is less likely to occur in a market where people can easily switch from buying to selling.
    **C. Trading strategies based on price movements make bubbles more likely to occur.**
    D. Bubbles can only occur in financial markets.
    E. Bubbles can not be the reason for a crises

50. Read the following statements about measuring GDP, and select the correct option(s).
    A. Information about exports, but not imports, is necessary to calculate GDP.
    B. Information about imports, but not exports, is necessary to calculate GDP.
    C. Government production is not included in GDP.
    D. Government consumption and investment is not included in GDP.
    **E. GDP can be measured either as the total spending on domestically produced goods and services, or the total value added in domestic production, or the sum of all incomes received from domestic production**

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

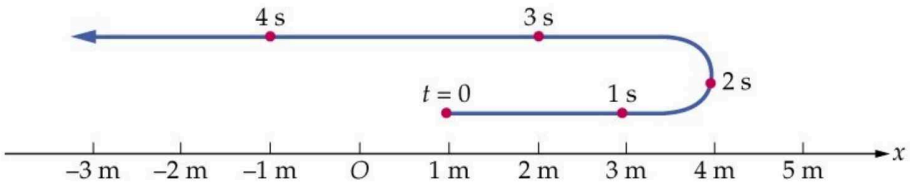
# FISIKA

Kumpulan Soal OSN

**Soal Fisika OSK 2025**

**Rabu, 25 Juni 2025, jam 08.00 – 10.00 WIB**

1- Sebuah benda bergerak sebagaimana ditunjukkan pada Gambar dibawah. Posisi benda pada waktu-waktu tertentu digambarkan dengan titik merah. Perpindahan benda antara $t = 0$ s hingga $t = 4$ s adalah ... m




2- Sebuah kereta belanja massa 10 kg didorong diatas bidang miring 30$^o$ dengan gaya konstan $F$ = 80 N sejajar bidang miring. Jika koefisien gesek bidang miring $\mu_k$ = 0,2 maka gaya normal permukaan lantai terhadap kereta belanja adalah ... N.

3- Seorang anak memiliki massa 30 kg menuruni bukit. Bila bukit tersebut memiliki kemiringan 0$^o$ terhadap garis horizontal, percepatan gerak horizontal dari anak tersebut adalah ... m/s$^2$.

4- Seorang wisatawan melemparkan topinya ke udara dengan kecepatan awal 7,85 m/s. Dengan mengabaikan hambatan udara, maka kecepatan topi saat di ketinggian 1,18 m di atas titik pelepasannya adalah ... m/s.

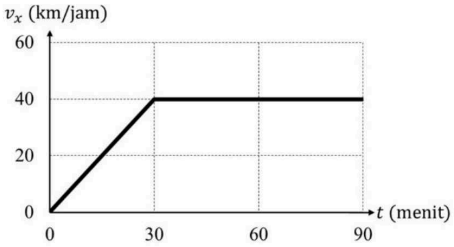
5- Tinjau sebuah mobil bergerak di jalan tol yang lurus dengan persamaan geraknya berbentuk $x(t) = 2t^2 - 14t + 20$. Mobil akan mulai bergerak ke kanan (sumbu $x$ positif) setelah ia bergerak selama … detik.

6- Seorang pria dengan berat $w$ = 70 N berada di dalam lift. Lift tersebut bergerak vertikal ke atas dengan percepatan $a$ = 3,27 m/s$^2$. Berat semu pria tersebut di dalam lift adalah … N

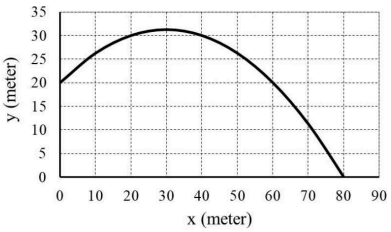
7- Seutas tali tak bermassa tergantung melewati sebuah katrol tanpa gesekan. Suatu massa 9 kg diikatkan pada salah satu ujung tali dan massa 7 kg pada ujung lainnya. Percepatan massa pada sistim tali-katrol ini adalah … m/s$^2$.

8- Seorang atlit perenang loncat indah Olimpiade dengan massa $m$ = 75 kg mulai lompat turun dari papan loncat setinggi 10 meter dengan kecepatan awal 1,8 m/detik. Kecepatan perenang saat mengenai air … m/detik.

9- Sebuah mobil bergerak lurus sepanjang sumbu $x$ dengan kecepatan ($v_X$) sebagai fungsi yang bergantung waktu seperti ditunjukkan pada grafik di samping. Jarak tempuh mobil dari menit ke-30 hingga ke-60 adalah … km.

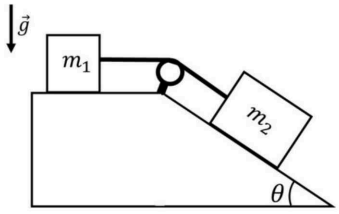



10- Sebuah peluru ditembakkan dari suatu ketinggian tertentu terhadap permukaan tanah ($y$ = 0) dengan laju awal 25 m/s dan sudut pelemparan (elevasi) $\alpha$ terhadap horizontal (tan $\alpha$ = 3/4). Gambar di samping menunjukkan lintasan yang ditempuh oleh peluru sejak ditembakkan. Abaikan hambatan udara. Komponen vertikal dari kecepatan peluru saat tiba di permukaan tanah adalah…. m/s.

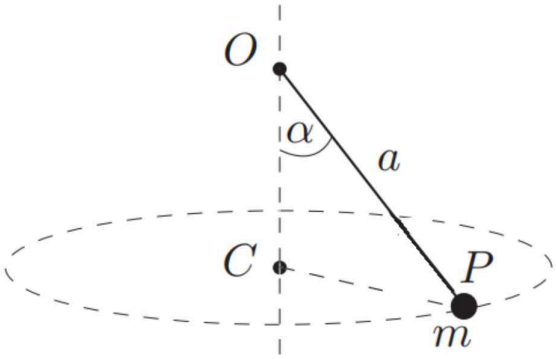



11- Tinjaulah sebuah balok bermassa 40 kg yang sedang diam. Balok tersebut kemudian didorong dengan gaya sebesar 150 N, tetapi balok tetap diam. Jika diketahui lantai kasar dengan koefisien gesek statis $\mu_s = 0{,}8$ , maka besarnya gaya gesek pada sistem saat didorong tersebut sama dengan …. N

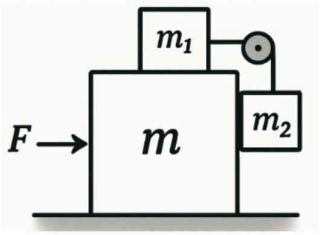
12- Dua buah benda dihubungkan oleh tali ideal tak bermassa seperti ditunjukkan pada gambar samping, diketahui bahwa $m_2 = 2m_1 = 10$ kg. Gunakan asumsi tali dan katrol tidak bermassa dan licin. Jika tidak ada gesekan antara kedua benda dengan permukaan bidang serta diketahui sudut $\theta$ = 30°, gaya horizontal yang harus diberikan pada benda bermassa $m_1$ agar sistem benda tidak bergerak adalah …. N.




13- Sebuah massa $m$ di titik P digantung pada suatu tali dengan panjang $a$. Tali tersebut diputar dengan kecepatan sudut tertentu sehingga massa $m$ bergerak melingkar beraturan pada bidang horisontal, dengan sudut antara tali dengan garis vertikal adalah $\alpha$ . Jika massa $m$ = 2 kg, $a$ = 40 cm, dan $\cos\alpha = \frac{4}{5}$, maka energi kinetik massa $m$ sama dengan ..... Joule



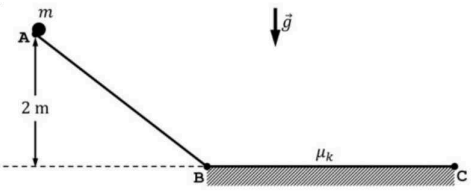

14- Pada Gambar di samping ini, seluruh permukaan bersifat licin, sedangkan massa tali dan katrol dapat diabaikan. Gaya $F$ diberikan pada massa m sedemikian sehingga sistem ketiga massa bergerak terhadap lantai, sedangkan antara ketiga massa tidak ada gerakan relatif satu sama lain. Jika $m_1$ = 20 kg, $m_2$ = 12 kg dan $m$ = 30 kg, besar gaya $F$ sama dengan ..... N




15- Sebuah benda bermassa 8 kg berada dalam keadaan diam, kemudian tiba-tiba meledak dan terpecah menjadi tiga bagian, masing-masing bermassa 4 kg, 2 kg, dan 2 kg. Setelah ledakan, kedua massa 2 kg saling bergerak dengan kelajuan yang sama dan membentuk sudut 120 derajat terhadap satu sama lain. Jika energi kinetik total ketiga pecahan adalah 640 Joule, maka besar momentum linear untuk massa 4 kg adalah ..... kg m/s.

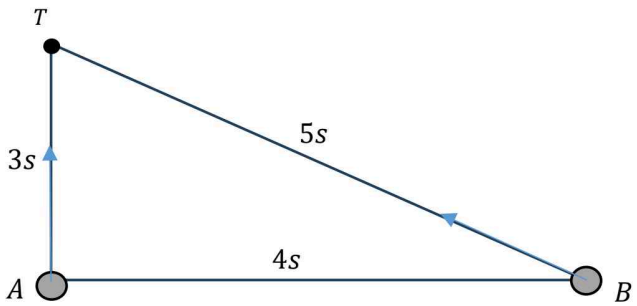
16- Sebuah peluru A ditembakkan vertikal ke atas dengan kecepatan 50 m/s. Empat detik kemudian peluru B ditembakkan dari tempat yang sama, sedemikian sehingga peluru B mengenai peluru A ketika peluru A berada pada ketinggian maksimum. Kecepatan peluru B saat mengenai peluru A sama dengan ..... m/s.

17- Perhatikan Gambar di samping. Sebuah benda titik bermassa $m$ = 10 kg pada awalnya dalam keadaan tidak bergerak di titik A yang terletak pada permukaan bidang miring yang licin. Ketinggian titik A dari dasar bidang miring adalah 2 m. Benda tersebut kemudian dilepaskan dari titik A dan bergerak menuruni permukaan bidang miring. Selanjutnya benda bergerak secara horizontal dari titik B pada permukaan bidang datar dengan koefisien gesek kinetik $\mu_k$ = 0,25 antara permukaan benda titik dan bidang kasar hingga berhenti di titik C. Panjang lintasan dari titik B ke titik C adalah …. m.



18- Tinjaulah sebuah balok bermassa 10 kg yang awalnya bergerak 20 m/s dan kemudian didorong horisontal oleh gaya 200 N. Jika diketahui lantai licin, maka energi kinetik sistem 1 detik setelah bergerak adalah …. J

19- Dua buah partikel ($A$ dan $B$) sedang bergerak menuju suatu titik $T$. Lokasi awal kedua partikel serta lokasi titik $T$ membentuk segitiga siku-siku dengan panjang sisi masing-masing $3s, 4s,$ dan $5s$ seperti Gambar di bawah, dimana nilai $s = 2\,m$. Diketahui kedua partikel bergerak dengan kelajuan konstan yang sama dan tetap bergerak meski telah melewati titik $T$. Selama gerakan, kedua partikel akan memiliki jarak terdekat sebesar ... $m$.

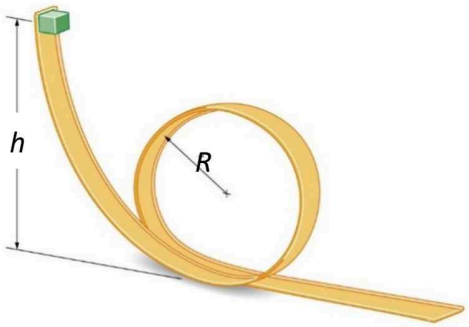



20- Andi mengejar Budi dengan kecepatan sebesar $v = 1\frac{m}{s}$ yang selalu mengarah ke Budi, sedangkan Budi menghindari Andi dengan kecepatan sebesar $v$ dan membentuk sudut sebesar $60°$ terhadap arah kecepatan Andi. Untuk menghentikan hal ini, Didi mengejar Andi dengan kecepatan sebesar $v'$ ke arah Andi. Apabila pada awalnya jarak Andi ke Budi adalah $L$ dan jarak Didi ke Andi adalah $2L$, kelajuan minimal yang dibutuhkan Didi untuk menangkap Andi sebelum Andi berhasil menangkap Budi jika mereka mulai bergerak di waktu yang sama adalah …. m/s.

21- Gerbong kereta bermassa dua puluh ton sedang bergerak dengan kecepatan 27 m/s. Besarnya gaya pengereman yang dibutuhkan untuk menghentikan gerbong tersebut dalam jarak 50 meter adalah ... N

22- Seseorang dengan massa 100 kg berada di salah satu batang kayu bermassa 400 kg (keduanya awalnya diam). Batang kayu tersebut sedang terapung diatas sebuah danau yang tenang. Jika orang tersebut berlari ke ujung batang kayu lainnya dengan kecepatan 2,7 m/s relatif terhadap batang kayu, maka kecepatannya relatif terhadap daratan adalah ... m/s.

23- Suatu lintasan licin berbentuk lingkaran dengan jari-jari $R$ = 2 m seperti diperlihatkan pada Gambar. Ketinggian minimum ($h_{min}$) suatu benda agar bisa melewati lintasan tersebut adalah ... m.




24- Ember bermassa 0,5 kg berada di atas timbangan. Seseorang menuangkan pasir ke dalam ember dengan debit 50 g/s. Jika pasir jatuh ke dalam ember dengan kecepatan sekitar 4 m/s, pembacaan timbangan saat terdapat 0,5 kg pasir di dalam ember adalah ... N (ambil harga mutlaknya).

25- Seorang pria dengan berat $w = 60$ N berada di dalam lift yang sedang bergerak vertikal ke atas dengan percepatan $a = 3{,}27$ m/s$^2$. Pada saat tertentu lift memiliki kecepatan sebesar 15 m/s. Pria tersebut menaiki tangga vertikal di dalam lift dengan kecepatan 1,5 m/s relatif terhadap lift. Laju pengeluaran energi pria tersebut … J/s.

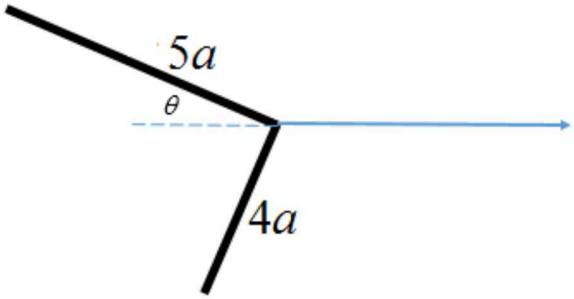
26- Di sebuah taman bermain, ada piringan datar yang dapat berputar. Jejari piringannya 1,5 m. Seorang anak dapat duduk di piringan itu dalam radius berapapun. Saat piringan mulai "berputar makin cepat", anak itu dapat tergelincir jika gaya geseknya tidak cukup. Jika massa anak itu 35 kg, koefisien gesekannya 0,5 dan kecepatan sudutnya adalah 2,1 rad/s, maka radius maksimum $R$ agar ia dapat duduk dan tetap berada di piringan itu adalah … m.

27- Seseorang bermassa 85 kg melompat dari ketinggian 1 meter dan ia lupa menekuk lututnya saat mendarat di lantai. Oleh karenanya pusat massa tubuhnya mengalami perlambatan hanya sejauh satu cm. Besarnya gaya total pada kakinya selama perlambatan tersebut adalah ... N

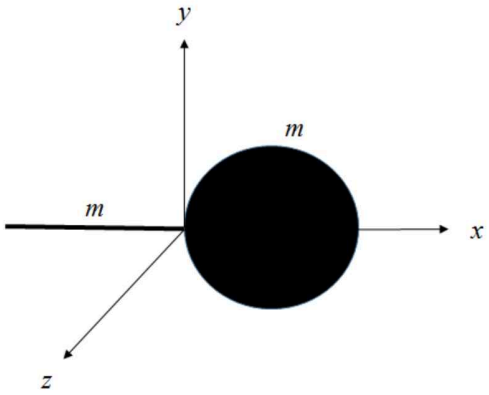
28- Sebuah perahu motor yang tengah melaju ke hilir melewati sebuah rakit di titik A. Setelah 60 menit bergerak, perahu tersebut berbalik arah dan setelah beberapa saat ia berjumpa lagi dengan rakit tersebut pada jarak $l = 6$ km dari titik A. Dengan asumsi kinerja mesinnya konstan, kecepatan arus sungai adalah .... km/jam.

29- Sebuah batang homogen dengan panjang $9a$ dibengkokkan menyerupai huruf L menjadi dua batang dengan panjang $5a$ dan $4a$ dimana sudut antara kedua sisi batang adalah 90 derajat (lihat gambar dibawah). Batang L tersebut diletakkan pada bidang kasar horisontal. Pada titik siku L tersebut dipasang benang tak bermassa, kemudian benang tersebut ditarik ke kanan sepanjang bidang horisontal dengan kecepatan konstan. Selama gerakan, batang L tetap mempertahankan bentuknya relatif terhadap arah gerakan, dimana sudut tumpul antara batang $5a$ dengan arah

gerakan adalah 180 – $\theta$ derajat. Jika tan $\theta$ dapat dinyatakan sebagai $\tan\theta = \beta^2$ dengan $\beta$ suatu bilangan positif, maka nilai $\beta$ sama dengan .....



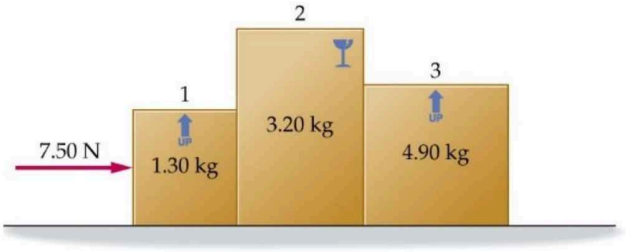

30- Sebuah cakram bermassa $m$ dengan jari-jari $a$ disambungkan dengan batang bermassa $m$ dan panjang $2a$. Titik hubung kedua benda terletak di O (lihat Gambar). Cakram tersebut terletak pada bidang $xy$ dengan titik pusat cakram berada di koordinat $(a, 0, 0)$. Batang tersebut terletak sepanjang sumbu $x$ dengan ujung kiri batang berada pada koordinat $(-2a, 0, 0)$. Sistem cakram-batang diputar dengan kecepatan sudut $\omega$ terhadap sumbu $z$. Jika $m$ = 12 kg, $a$ = 2 meter dan $\omega$ = 1 rad/s maka tenaga kinetik rotasi sistem cakram-batang sama dengan ..... Joule.




31- Sebuah bola pejal bermassa $m$ = 20 gram bergerak tanpa tergelincir menuruni suatu bidang miring kasar tanpa kecepatan awal. Diketahui sudut kemiringan bidang miring terhadap horisontal adalah $\alpha$ dengan sin $\alpha$ = 3/5. Setelah bola pejal tersebut bergerak menuruni bidang miring selama 7 detik, besarnya energi potensial gravitasi yang berubah menjadi energi kinetik adalah ..... Joule

32- Diketahui suatu vektor posisi $\mathbf{r} = \mathbf{i} + 2\mathbf{j} + 4\mathbf{k}$ bersatuan meter dan suatu gaya konstan $\mathbf{F}$. Vektor torka yang dilakukan oleh gaya $\mathbf{F}$ terhadap lengan $\mathbf{r}$ adalah $\boldsymbol{\tau}$ sedemikian sehingga perkalian silang (*cross product*) $\mathbf{r} \times \boldsymbol{\tau} = (a + 8)\mathbf{i} + (a - 6)\mathbf{j} - 14\mathbf{k}$ bersatuan Newton meter$^2$, dengan $a$ suatu konstanta. Sedangkan besar usaha yang dilakukan oleh $\mathbf{F}$ sepanjang lintasan vektor $\mathbf{r}$ adalah $W$ = 14 Joule. Jika besar $\mathbf{F}$ adalah $b$ Newton maka nilai $b^2$ sama dengan .....

33- Pada gambar dibawah menunjukkan Anda sedang mendorong tiga buah kotak yang tersusun seperti itu dengan menggunakan gaya 7,5 N. Jika permukaan lantainya licin, maka besarnya gaya kontak pada kotak 3 akibat kotak 2 adalah ... N.

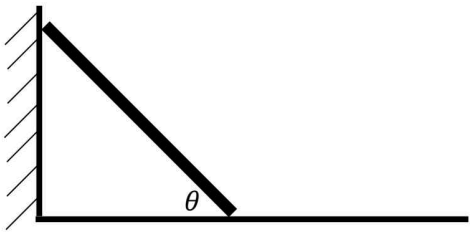



34- Seorang pemain bola yang berada 30 m dari tiang gawang menendang bola dengan kecepatan 20 m/s dan sudut kemiringan 60° terhadap tanah. Ketinggian bola saat melewati tiang gawang adalah ... m.

35- Sebuah batu bata tengah mendaki sebuah bidang miring (dengan sudut miring 30° terhadap bidang horizontal) dengan kecepatan awal 2 m/s. Koefisien gesek statis antara batu bata dan lantainya adalah $\mu_s = \sqrt{3}/12$. Setelah 0,5 detik, jarak yang ditempuh batu bata dari posisi awalnya adalah ... m.

36- Seorang atlit perenang lompat indah Olimpiade dengan massa $m = 75$ kg memulai lompat turun dari papan loncat setinggi 10 meter dengan kecepatan awal nol. Anggap gaya apung air menyeimbangkan gaya gravitasi pada penyelam, dan gaya viskos pada penyelam adalah $bv^2$. Tinjau kecepatan perenang selama menyelam $V$ adalah fungsi dari kedalaman $x$ dan berlaku syarat batas $V = V_0$ pada saat $x = 0$ ($V_0$ adalah kecepatan perenang saat menyentuh permukaan air). Jika nilai b = 40 kg/m, maka kedalaman perenang dari permukaan air pada saat kecepatannya $V = 7$ m/s adalah … m

37- Sebuah tongkat bermassa $M$ dengan panjang $L$ tersandar di dinding licin di atas lantai licin dengan sudut awal $\theta_0 = 30°$. Apabila tongkat dilepaskan dari keadaan tersebut tanpa kecepatan awal dan $\frac{L}{g} = 0{,}125$ detik$^2$, maka kecepatan sudut tongkat ketika lepas kontak dengan dinding adalah … rad/s.

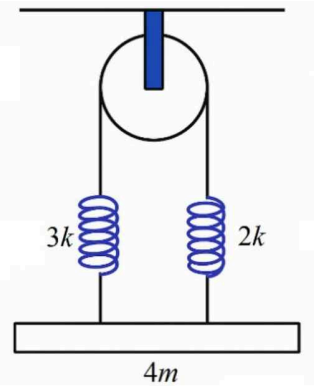


38- Sebuah partikel bermassa $m_1 = 200$ gr diletakan di dalam kotak licin berongga bermassa $m_2 = 360$ gr dan memiliki panjang tertentu. Awalnya partikel berada di ujung kiri kotak dan memiliki kecepatan awal ke kanan, sedangkan kotak diam, akibatnya akan ada tumbukan-tumbukan yang terjadi antara kedua benda tersebut. Tepat saat tumbukan ke-$n$ (ambil $n = 5$), perpindahan total yang sudah dialami oleh partikel dan kotak masing-masing adalah $x_1$ dan $x_2$. Jika semua tumbukan berlangsung secara elastis sempurna, maka nilai perbandingan $x_1 : x_2$ adalah ...

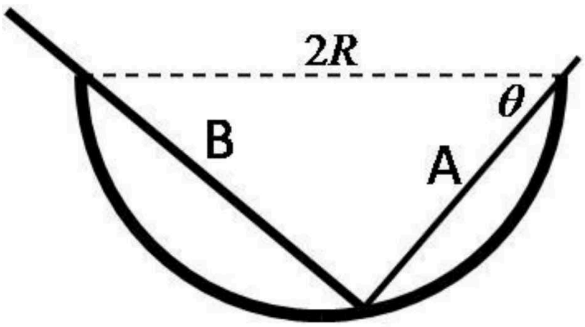
39- Sebuah batang dengan massa $4m$ tergantung pada dua pegas masing-masing dengan konstanta pegas $3k$ dan $2k$. Selama gerakan osilasi vertikal sistem pegas dan batang, batang selalu dalam posisi horisontal. Abaikan massa tali dan katrol. Jika kecepatan sudut osilasi $\omega$ dapat dituliskan sebagai

$$\omega^2 = \alpha \frac{k}{m}$$

maka nilai $\alpha$ sama dengan .....




40- Dua buah batang seragam A dan B masing-masing dengan massa berturut-turut $m_A$ dan $m_B$ dan panjang berturut-turut $2L_A = 12R/5$ dan $2L_B = 3R$ diletakkan pada batang licin setengah lingkaran berjari-jari $R$ seperti pada Gambar. Ujung batang A bertemu dengan ujung batang B pada permukaan setengan lingkaran. Pada keadaan kesetimbangan statik, sudut yang dibentuk antara batang A dengan horizontal adalah $\theta$. Percepatan gravitasi $g$ mengarah ke bawah. Jika diketahui tan $\theta = 4/3$, maka nilai perbandingan $m_A/m_B$ sama dengan .....



**Kunci Jawaban:**

| No. | Jawab | No. | Jawab | No. | Jawab | No. | Jawab | No. | Jawab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | -2,0 m | 9. | 20,0 km | 17. | 8,0 m | 25. | 1319,7 J/s | 33. | 3,9 m |
| 2. | 84,9 N | 10. | - 24,2 m/s | 18. | 8000,0 J | 26. | 1,1 m | 34. | 7,9 m |
| 3. | 0,0 $m/s^2$ | 11. | 150,0 N | 19. | 3,6 m | 27. | 841,3 N | 35. | 0,9 m |
| 4. | 9,2 m/s | 12. | 49,0 N | 20. | 2,0 m/s | 28. | 3,0 km/jm | 36. | 1,3 m |
| 5. | 3,5 s | 13. | 1,8 J | 21. | -145.800,0 N | 29. | 0,8 | 37. | 2,0 rad/s |
| 6. | 93,4 N | 14. | 364,6 N | 22. | 2,2 m/s | 30. | 68,0 J | 38. | 1,7 m |
| 7. | 1,2 $m/s^2$ | 15. | 32,0 kg m/s | 23. | 5,0 m | 31. | 12,1 J | 39. | 1,2 |
| 8. | 14,1 m/s | 16. | 122,7 m/s | 24. | 0,2 N | 32. | 12,0 | 40. | 0,5 |

Nilai jika benar: 1 – 13 = 2,0

14 – 27 = 2,5

28 – 40 = 3,0

Nilai jika salah 0, untuk semua soal, no. 1 – 40.

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# GEOGRAFI

Kumpulan Soal OSN

**PETUNJUK PENGERJAAN SOAL**

a. Jumlah soal yang diberikan sebanyak 100 butir soal pilihan ganda.
b. Penilaian bagi siswa dalam menjawab soal: Benar: +4, Tidak diisi: 0, dan Salah: –1.

## Iklim dan Perubahan Iklim

1. Seiring berkembangnya zaman, aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil dan penebangan hutan semakin sering dilakukan. Kedua aktivitas ini secara langsung memengaruhi perubahan iklim yang terjadi di bumi dengan cara ...
   a. Membantu meningkatkan kadar oksigen di udara
   b. Membuat gas rumah kaca di atmosfer berkurang
   c. Menambah jumlah karbon dioksida sehingga memperkuat efek rumah kaca
   d. Menjadikan pola cuaca dunia semakin stabil
   e. Mempercepat proses fotosintesis di lautan

2. Pencairan es di kawasan Kutub Utara dan Kutub Selatan berdampak pada naiknya permukaan laut secara global. Jika kondisi ini terus berlangsung, konsekuensi jangka panjang yang paling mungkin dihadapi negara kepulauan seperti Indonesia adalah ...
   a. Daratan semakin luas karena adanya endapan tanah
   b. Pulau-pulau kecil berisiko tenggelam dan kawasan pesisir sering dilanda banjir rob
   c. Suhu rata-rata kawasan menurun drastis
   d. Ekosistem pesisir menjadi semakin stabil
   e. Badai tropis semakin jarang terjadi

3. Perubahan pola curah hujan di Indonesia sering dipengaruhi oleh fenomena El Niño dan La Niña. Ketika La Niña melanda, dampak utama yang biasanya dirasakan masyarakat di berbagai daerah di Indonesia adalah …
   a. Musim kemarau berlangsung lebih lama dan kering
   b. Curah hujan meningkat sehingga rawan banjir dan longsor
   c. Suhu permukaan laut turun secara signifikan
   d. Aktivitas gunung api di Indonesia meningkat
   e. Wilayah pesisir mengalami kekeringan panjang

4. *Paris Agreement* adalah sebuah kesepakatan internasional yang bertujuan menahan kenaikan suhu global tidak melebihi 1,5°C dari masa pra-industri. Batasan tersebut sangat penting untuk keberlangsungan manusia dan lingkungan di bumi karena …
   a. Agar semua negara bisa memakai bahan bakar fosil lebih banyak
   b. Supaya seluruh negara punya sistem mitigasi bencana
   c. Untuk meminimalisasi dampak ekstrem perubahan iklim dan menjaga stabilitas ekosistem
   d. Agar produksi pertanian dunia terus meningkat
   e. Untuk mengurangi jumlah penduduk di wilayah pesisir

5. Kadar karbon dioksida yang terus bertambah di atmosfer bukan hanya menyebabkan suhu bumi naik, tapi juga berdampak pada kehidupan di laut. Peningkatan kadar karbon dioksida di laut akan memengaruhi kondisi fisiologis terumbu karang dalam bentuk ...

a. Membuat pertumbuhan terumbu karang jadi lebih cepat dan masif
b. Pemutihan (*bleaching)* karena suhu air laut naik
c. Menambah jumlah ikan yang tinggal dalam terumbu karang
d. Mengurangi kadar oksigen terkandung dalam terumbu karang secara drastis
e. Membuat struktur kalsium karang semakin kuat

6. Jika gas rumah kaca di atmosfer terus meningkat tanpa upaya pengurangan, dampak yang paling mungkin terjadi pada pola migrasi dan penyebaran hewan di darat maupun di laut adalah ...
   a. Hewan-hewan tetap tinggal di habitat aslinya tanpa perubahan
   b. Pola migrasi dan penyebaran spesies berubah drastis untuk mencari habitat yang lebih cocok
   c. Semua spesies langsung punah bersamaan
   d. Keanekaragaman hayati tidak mengalami perubahan
   e. Hewan laut akan bermigrasi ke daratan

7. Pencairan es di kutub menambah volume air tawar ke lautan sehingga kadar garam (salinitas) air laut menurun. Salah satu dampak utama dari perubahan salinitas ini terhadap arus laut dunia adalah ...
   a. Arus termohalin bergerak lebih cepat
   b. Arus termohalin melambat sehingga distribusi panas bumi terganggu
   c. Tidak ada pengaruh pada arus laut
   d. Arus laut mengalir ke arah kutub
   e. Semua arus laut di Samudra Pasifik berhenti total

8. Metana ($CH_4$) dikenal sebagai gas rumah kaca yang lebih kuat dibanding karbon dioksida ($CO_2$). Alasan utama metana dianggap lebih berbahaya dalam konteks pemanasan global adalah ...
   a. Jumlahnya jauh lebih banyak di atmosfer
   b. Mampu menahan panas lebih besar dalam waktu singkat
   c. Mudah terurai menjadi gas lain
   d. Tidak bereaksi dengan gas lain di atmosfer
   e. Hanya dihasilkan dari aktivitas gunung api

9. El Niño kerap dikaitkan dengan meningkatnya kasus kebakaran hutan di Indonesia. Fenomena El Niño dapat memperbesar risiko kebakaran hutan dengan cara ...
   a. Musim kemarau jadi lebih pendek sehingga vegetasi tetap lembap
   b. Musim kemarau berlangsung lebih lama, sehingga tanah dan hutan menjadi sangat kering
   c. Curah hujan bertambah di musim kemarau
   d. Suhu udara di kawasan hutan menurun
   e. Kelembapan tanah meningkat drastis

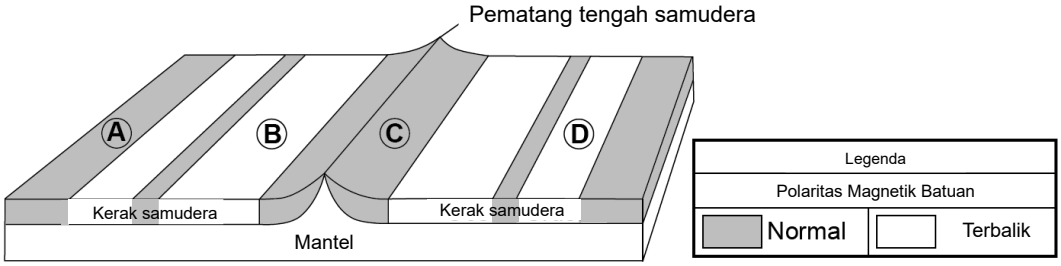
10. Jika sirkulasi termohalin global yang berperan mendistribusikan panas di lautan terhenti akibat pencairan es kutub, dampak utama yang mungkin dirasakan di Eropa Utara dan wilayah tropis adalah …
    a. Eropa Utara mengalami pendinginan ekstrem, sedangkan wilayah tropis makin panas
    b. Eropa Utara makin panas, sedangkan wilayah tropis mengalami pendinginan ekstrem

c. Eropa Utara dan wilayah tropis makin panas
d. Eropa Utara dan wilayah tropis makin dingin
e. Tidak ada perubahan berarti pada iklim global

## Geologi, Geomorfologi, dan Penggunaan Lahan

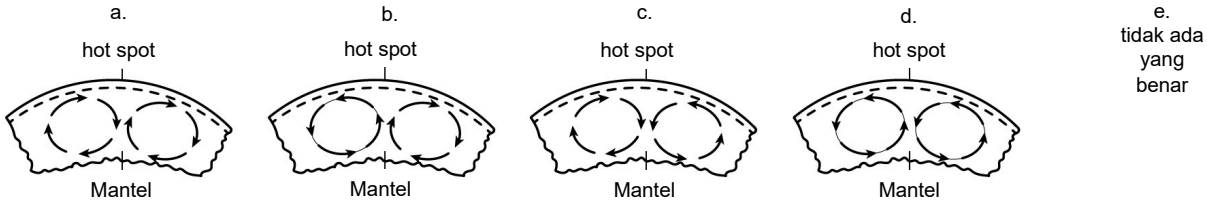
11. Palung Mariana terbentuk karena Lempeng Pasifik …
    a. naik ke atas Lempeng Filipina
    b. naik ke atas Lempeng Indo-Australia
    c. menunjam ke bawah Lempeng Filipina
    d. menunjam ke bawah Lempeng Indo-Australia
    e. menunjam ke bawah Lempeng Eurasia

12. Diagram di bawah ini menggambarkan polaritas magnetik yang tercatat oleh mineral-mineral di batuan dekat pematang tengah samudera. Huruf A, B, C, dan D menggambarkan lokasi-lokasi di batuan dasar samudera.




Batuan tertua terdapat pada lokasi...
    a. A
    b. B
    c. C
    d. D
    e. Semua lokasi A, B, C, D berumur sama

13. Pada gambar berikut ini, penampang yang paling tepat menggambarkan arus konveksi mantel yang terbentuk di bawah suatu *hotspot* adalah ...

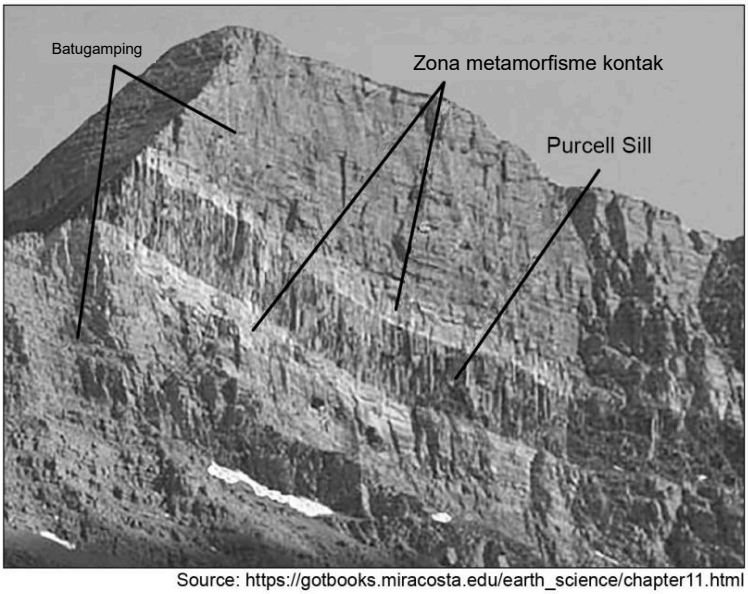



14. Agen erosi yang menghasilkan goresan dan alur paralel pada permukaan batuan adalah ...
    a. Gletser
    b. Aliran air

c. Angin
d. Gelombang laut
e. Gerakan massa

15. Batuan yang sebagian besar terdiri dari mineral ... memiliki ketahanan relatif yang paling tinggi pelapukan fisik.
    a. kalsit
    b. halit
    c. gipsum
    d. olivin
    e. kuarsa

Jawablah pertanyaan nomor 16 dan 17 berdasarkan foto di bawah ini. Foto tersebut menunjukkan *Purcell Sill*, yang terletak di Taman Nasional Gletser di Montana. *Purcell Sill* tersusun dari batuan beku diorit dan menembus/mengintrusi batugamping dari zaman Prakambrium. Zona metamorfisme kontak ditunjukkan.

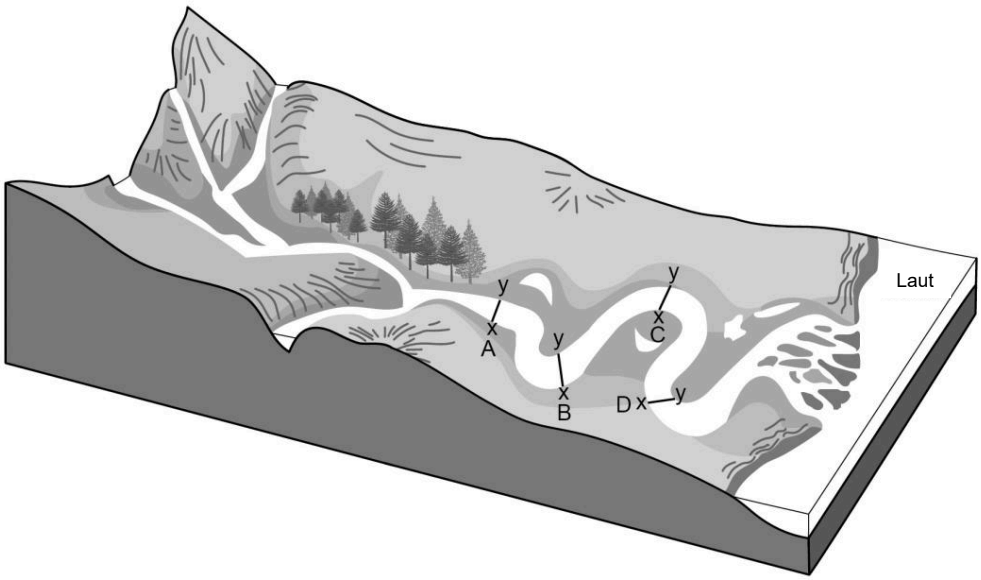


Source: https://gotbooks.miracosta.edu/earth_science/chapter11.html

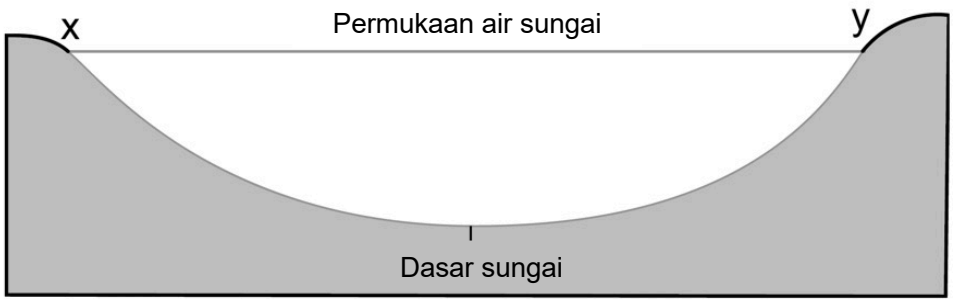
16. Batuan yang terbentuk pada zona metamorfisme kontak pada batugamping sebagaimana terlihat dalam gambar tersebut adalah ...
    a. Kuarsit
    b. Sekis
    c. Marmer
    d. Gneis
    e. Filit

17. Tekstur diorit yang ditemukan di *sill* dalam gambar tersebut dapat digambarkan sebagai ...
    a. berbutir halus dan tidak vesikular
    b. berbutir halus dan vesikular
    c. berbutir kasar dan tidak vesikular
    d. seperti kaca dan vesikular
    e. berlapis

Jawab pertanyaan nomor 18 hingga 20 berdasarkan gambar di bawah ini. Gambar menunjukkan aliran sungai memasuki lautan. Empat lokasi, berlabel A, B, C, dan D, ditunjukkan pada peta. Setiap lokasi memiliki garis penampang berlabel x-y.




Potongan melintang di bawah ini menunjukkan bentuk saluran sungai antara x dan y pada satu lokasi di sungai.




Lokasi yang paling baik diwakili oleh penampang ini adalah ...

a. Lokasi A
b. Lokasi B
c. Lokasi C
d. Lokasi D
e. Tidak ada jawaban benar

18. Morfologi sungai yang berkelok-kelok tajam dan terdapat titik A, B, C, D sering disebut sebagai ...
    a. *Anastomosing*
    b. Sungai teranyam (*braided river*)
    c. Sungai kelok banyak
    d. Meandering
    e. Sungai U

19. Lingkungan pengendapan yang terletak di ujung sungai tempat sungai tersebut masuk ke laut sering disebut ...
    a. dataran banjir
    b. anak sungai
    c. daerah aliran sungai
    d. delta
    *e. spit*

## Kebencanaan dan Manajemen Bencana

20. Gerakan tanah (*mass movement*) adalah salah satu tipe ancaman bencana yang dapat dibedakan berdasarkan kandungan air pada material yang bergerak. Tipe gerakan tanah dengan kejenuhan air paling tinggi adalah …
    a. *Soil creep*
    b. *Slump*
    c. *Mudflow*
    d. *Rockfall*
    e. *Topples*
21. Tingkat kerentanan masyarakat terhadap bencana ditentukan oleh berbagai faktor. Berikut adalah faktor yang dapat meningkatkan tingkat kerentanan fisik …
    a. Jumlah lansia dan anak-anak
    b. Komposisi penduduk berdasarkan kelamin
    c. Kualitas lahan milik masyarakat
    d. Kualitas bangunan hunian
    e. Tingkat penghasilan masyarakat

22. Kapasitas unsur *multiple helix* sangat berperan dalam upaya pengurangan risiko bencana, terutama dalam kegiatan mitigasi struktural maupun nonstruktural. Berikut adalah kegiatan yang termasuk dalam upaya mitigasi nonstruktural …
    a. Membuat jalur evakuasi yang layak dan aman
    b. Menanam mangrove di wilayah pantai
    c. Membangun tugu peringatan kejadian bencana
    d. Membangun tempat untuk penampungan pengungsi
    e. Memperbaiki tanggul sungai

23. Manajemen kebencanaan pada dasarnya meliputi tiga tahap, yaitu tahap prabencana, tahap tanggap darurat, dan tahap pascabencana. Kegiatan yang termasuk pada tahap prabencana adalah …
    a. Menyusun data kerusakan akibat bencana
    b. Melaksanakan evakuasi ke tempat yang lebih aman
    c. Merancang rumah tahan gempabumi
    d. Memetakan sebaran dampak bencana
    e. Merenovasi jalan yang rusak

24. Sistem peringatan dini (*early warning system*) kebencanaan dibuat untuk meminimalkan risiko jika terjadi bencana. Dalam kasus ancaman bencana erupsi gunungapi, masyarakat yang berpotensi terdampak erupsi akan dievakuasi **secepatnya** ke tempat yang lebih aman jika status gunungapi adalah sebagai berikut …
    a. Aktif normal
    b. Waspada
    c. Awas
    d. Siaga
    e. Hati-hati

25. Kapasitas masyarakat dalam penanggulangan bencana merupakan salah satu kunci untuk menurunkan tingkat risiko bencana. Berikut adalah unsur kapasitas pengelolaan dan kelembagaan dalam manajemen kebencanaan ...
    a. Akses terhadap dana darurat bencana
    b. Adanya program pelatihan tanggap darurat
    c. Penyusunan kurikulum kebencanaan di sekolah
    d. Adanya rencana darurat dan peta risiko bencana
    e. Akses terhadap dana pinjaman untuk mitigasi dan pemulihan

26. Salah satu bahaya susulan akibat gempabumi adalah likuifaksi. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko bencana akibat likuifaksi antara lain adalah sebagai berikut ...
    a. Memperkuat struktur dinding bangunan
    b. Membangun rumah dengan atap yang ringan
    c. Membangun infrastruktur vital di wilayah bekas rawa
    d. Memetakan wilayah bekas rawa
    e. Memperbaiki jalan yang melintasi rawa

## Sumber Daya dan Manajemen Sumber Daya

27. Terdapat 2 (dua) jenis sumber daya alam: *renewable* dan *non-renewable*. Pada tiap-tiap pilihan berikut, yang merupakan sumber daya alam *renewable* dan *non-renewable* adalah …
    a. nuklir; minyak bumi
    b. surya; panas bumi
    c. gas alam; air
    d. angin; gas alam
    e. biomassa; panas bumi

28. Salah satu jenis energi baru yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia adalah energi nuklir. Namun demikian, pengembangannya di Indonesia masih menghadapi sejumlah kendala utama, misalnya ...
    a. Indonesia rawan daerah bencana alam
    b. Biaya investasi yang relatif tinggi, ketergantungan teknologi asing, dan risiko limbah radioaktif yang memerlukan pengelolaan yang cermat

c. Sulitnya memperoleh bahan baku nuklir karena embargo asing
d. Pengembangan energi nuklir di Indonesia sudah tidak menjadi fokus sejak BATAN dilebur ke dalam BRIN
e. Masyarakat menolak PLTN karena persepsi risiko kebocoran radiasi nuklir seperti pada kasus di Chernobyl dan Fukushima

30. Berdasarkan data Dewan Ekonomi Nasional (DEN), persentase bauran energi tertinggi tahun 2024 masih didominasi batubara (40,46%), minyak bumi (30,18%), gas bumi (16,28%), EBT (13,09%). Persentase bauran energi baru terbarukan (EBT) meningkat 0,79% sehingga menjadi 13,09% pada tahun 2024. Namun realisasi tersebut masih di bawah target yang ditetapkan, yaitu sebesar 17,87%. Langkah yang dapat dilakukan oleh Pemerintah untuk meningkatkan bauran EBT adalah ...
    a. Meningkatkan harga jual komoditas energi, seperti minyak mentah, gas alam, dan batubara
    b. Meningkatkan pembangunan PLTU *ultra-supercritical* yang ramah lingkungan
    c. Meningkatkan pembangunan pembangkit tenaga gas alam
    d. Menetapkan harga yang kompetitif untuk harga jual listrik bersumber PLTGU
    e. Meningkatkan insentif dan dukungan investasi dalam pembangunan pembangkit listrik bersumber EBT

31. Salah satu dampak negatif penggunaan sumber daya alam dari fosil sebagai sumber energi adalah ...
    a. Harganya sangat mahal
    b. Pengangkutannya cukup mahal
    c. Membuat pencemaran sungai
    d. Menyebabkan rusaknya lingkungan perkotaan
    e. Berkontribusi dalam peningkatan suhu global

32. Indonesia adalah negara yang berada pada wilayah *ring of fire*, yang membuat Indonesia memiliki tingkat kerawanan bencana yang relatif tinggi. Namun demikian, kondisi tersebut juga memberikan potensi sumber daya energi …
    a. Panas bumi
    b. Air terjun
    ***c.*** Batubara
    d. Minyak bumi
    e. Nikel

33. Pemerintah Republik Indonesia telah menyediakan listrik untuk masyarakat dengan rasio elekrifikasi yang cukup tinggi. Rasio elektrifikasi adalah perbandingan jumlah rumah tangga yang telah mendapatkan akses listrik dengan total jumlah rumah tangga di suatu wilayah. Tabel berikut ini memperlihatkan data rasio elektrifikasi di Indonesia dari tahun 2019 sampai dengan akhir tahun 2024.

| Tahun | Ratio Elektrifikasi (%) |
|---|---|
| 2018 | 98,30 |
| 2019 | 98,89 |
| 2020 | 99,20 |

| Tahun | Ratio Elektrifikasi (%) |
|---|---|
| 2021 | 99,45 |
| 2022 | 99,63 |
| 2023 | 99,78 |
| 2024 | 99,83 |

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2024

Dari tabel diatas, kenaikan rata rata per tahun angka rasio elektrifikasi di Indonesia adalah ...

a. 0,590 %
b. 0,310 %
c. 0,250 %
d. 0,180 %
e. 0,255 %

34. Faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi yang ideal dalam pembangunan PLTA adalah ...
    a. Budaya penduduk setempat di bidang pertanian
    b. Mempunyai topografi yang mendatar dan curah hujan rendah
    c. Banyaknya jumlah konsumen listrik yang berminat untuk penerangan
    d. Mempunyai topografi yang curam, serta curah hujan yang tinggi
    e. Daerah yang terkena pengaruh musim hujan

## Geografi Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan

35. Di sebuah desa kecil di tepi kota, terdapat sungai yang dulunya mengalir tenang dan jernih. Namun, belakangan ini airnya mulai berubah. Air sungai tak lagi jernih dan sering tercium aroma aneh oleh penduduk setempat. Ada yang menduga ini adalah dampak musim kemarau, ada pula yang mencurigai bahwa hal ini diakibatkan oleh pembuangan limbah pabrik. Tidak ada yang tahu pasti, sampai seorang ilmuwan muda bernama Amir ditugaskan untuk mengecek kadar kontaminasi sungai. Setelah melakukan berbagai tes, Amir menemukan bahwa kadar kadmium (Cd) di sungai tersebut adalah 200 ppm. Arti dari hasil tes yang dilakukan Amir tersebut adalah …
    a. Kadar kadmium di sungai 200 kali melebihi kadar normal
    b. Terdapat 200 mililiter kadmium pada 1000 miligram air
    c. Terdapat 200 miligram kadmium di dalam 1 mililiter air
    d. Pada satu liter air terdapat 200 gram kadmium
    e. Pada 1000 mililiter air terdapat 200 miligram kadmium

36. Alfred Russel Wallace (1853), dikembangkan oleh Harald Sioli (1984), mengklasifikasikan sungai-sungai dalam DAS Amazon ke dalam tiga tipe, yaitu air hitam (*blackwater*), air

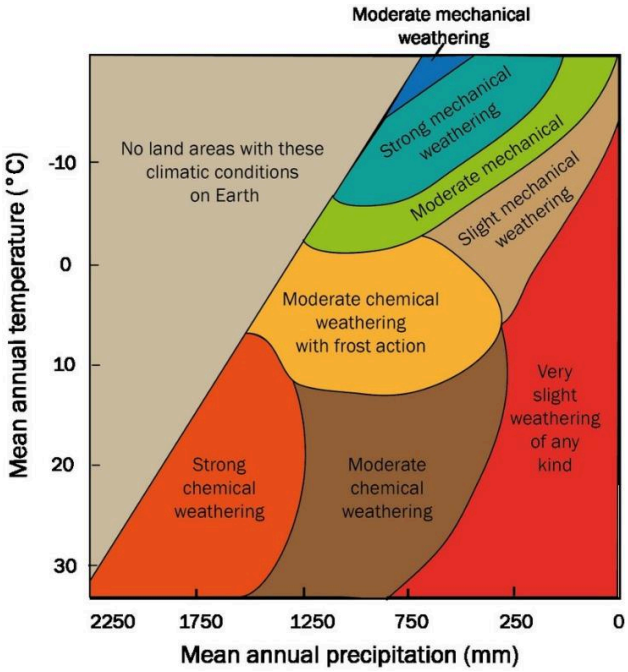
putih (*whitewater*), dan air jernih (*clearwater*). Pernyataan di bawah yang paling tepat menggambarkan karakteristik kimiawi sungai air hitam (*blackwater river*) adalah …

a. Memiliki pH mendekati netral (6.5-7) dan konduktivitas listrik tinggi
b. Memiliki konsentrasi ion Na, Mg, dan Ca yang sangat rendah dan memiliki pH yang relatif asam
c. Kaya akan sedimen illite dan montmorillonite yang membawa nutrisi tinggi
d. Sangat jernih dengan warna hijau kehitaman dan tingkat padatan terlarut yang tinggi
e. Mengalir melalui daerah pegunungan tinggi, sehingga pH-nya bervariasi secara musiman

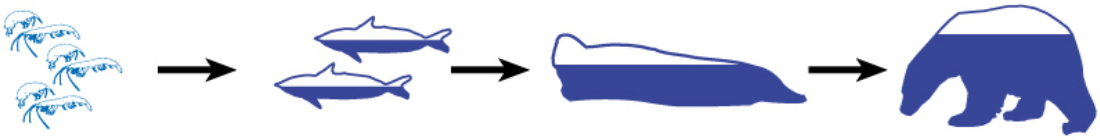
37. Di antara strategi di bawah ini yang paling tepat mencerminkan pendekatan **fitoremediasi** untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan adalah …
    a. Pemasangan filter udara berteknologi tinggi di cerobong asap pabrik untuk mengurangi emisi polutan
    b. Penggunaan bakteri yang direkayasa secara genetik untuk mengurai tumpahan minyak di perairan laut
    c. Penanaman spesies tumbuhan tertentu di lahan basah yang tercemar logam berat untuk menyerap kontaminan dari tanah dan air
    d. Pembangunan dinding penahan tanah di area lereng curam untuk mencegah longsor
    e. Penggunaan zat kimia dispersan untuk memecah partikel-partikel polutan menjadi lebih kecil

38. Menurut model Gersmehl, pada ekosistem gurun, kotak *"Litter"* (serasah) cenderung berukuran sangat kecil dan proses dekomposisi berlangsung sangat lambat. Hal ini disebabkan oleh …
    a. Tingginya aktivitas mikroorganisme di gurun yang menghabiskan serasah dengan cepat
    b. Curah hujan yang ekstrem dan banjir yang sering terjadi
    c. Kondisi yang sangat kering sehingga menghambat aktivitas dekomposer
    d. Kehadiran spesies tumbuhan yang tidak menghasilkan serasah sama sekali
    e. Proses erosi angin/aeolian yang sangat cepat dan membawa semua serasah

39. Satu-satunya siklus biogeokimia di mana senyawanya tidak pernah berwujud gas adalah …
    a. Daur fosfor
    b. Daur sulfur
    c. Daur nitrogen
    d. Daur karbon
    e. Daur ferrum




40. Berdasarkan diagram Peltier berikut, pelapukan yang mungkin terjadi di sebuah tempat dengan rata rata curah hujan tahunan 650 mm/tahun dan suhu rata rata tahunan 7 derajat celcius?
    a. *Slight Mechanical Weathering*
    b. *Moderate Chemical Weathering*
    c. *Moderate Chemical Weathering with Frost Action*
    d. *Very Slight Weathering of Any Kind*
    e. *Strong Mechanical Weathering*

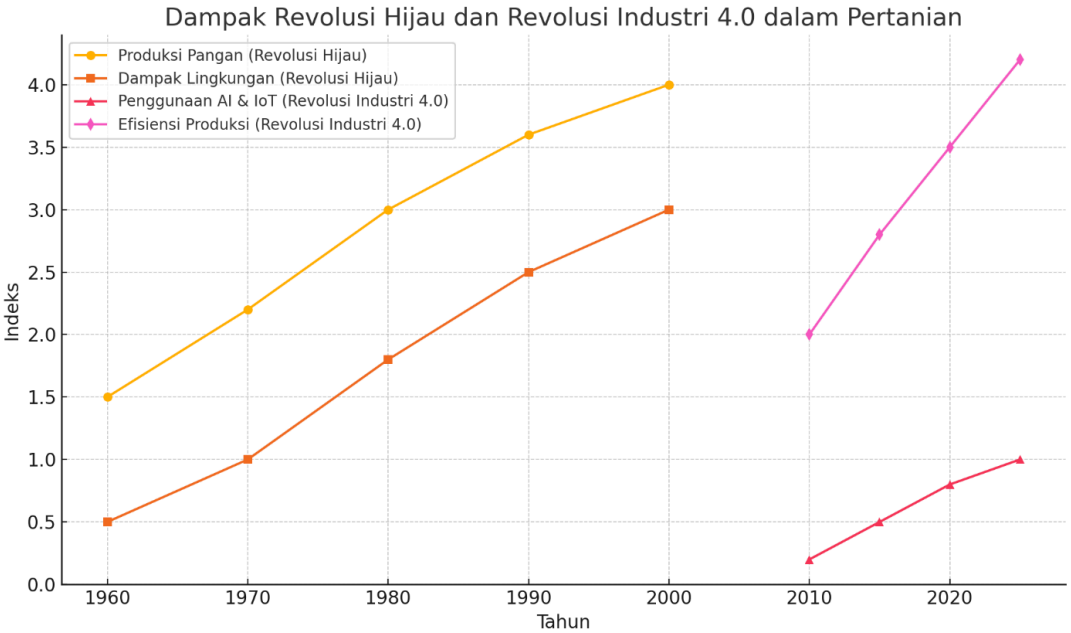


41. Gambar di atas menunjukkan sebuah fenomena yang disebut … (petunjuk: warna biru adalah zat kontaminan)
    a. Bioremediasi
    b. Bioakumulasi
    c. Akumulasi Energi
    d. Transfer Energi
    e. Biomagnifikasi

42. Dari antara pilihan di bawah ini, yang bukan merupakan bagian dari fungsi pengatur *(regulating function)* dari sebuah ekosistem adalah …
    a. Regulasi iklim
    b. Perlindungan terhadap hama
    c. Siklus Nutrien
    d. Penjernihan air
    e. Kegiatan polinasi

43. Sebuah proyeksi masa depan umat manusia apabila populasi umat manusia meningkat secara signifikan akan tetapi *Gross World Product* tidak meningkat sesignifikan pertumbuhan populasi adalah…
    *a. New sustainability paradigm*
    *b. Eco-communalism*
    *c. Fortress world*
    *d. Conventional worlds*
    *e. Balanced growth*

## Geografi Pertanian dan Permasalahan Pangan

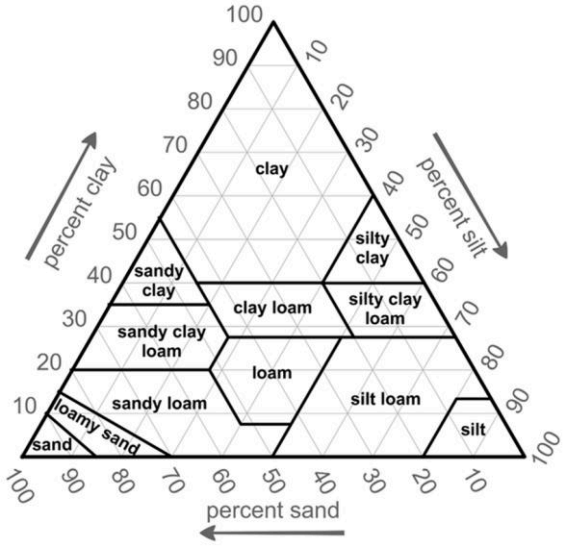



44. Perhatikan grafik gabungan tentang perkembangan pertanian akibat Revolusi Hijau (1960–2000) dan Revolusi Industri 4.0 (2010–2025). Grafik menunjukkan tren produksi pangan dan dampak lingkungan pada era Revolusi Hijau, serta tren penggunaan AI-IoT dan efisiensi produksi pada era Revolusi Industri 4.0. Pernyataan yang paling tepat berdasarkan grafik tersebut adalah …
    a. Revolusi Hijau meningkatkan efisiensi tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan
    b. Revolusi Industri 4.0 justru menyebabkan penurunan efisiensi meskipun penggunaan teknologi meningkat

c. Revolusi Hijau dan Revolusi Industri 4.0 sama-sama berkontribusi pada peningkatan aspek produksi, namun Revolusi Hijau disertai konsekuensi lingkungan yang signifikan
d. Tidak ada hubungan yang dapat disimpulkan antara peningkatan produksi dan penggunaan teknologi dalam kedua era
e. Revolusi Industri 4.0 memiliki pengaruh negatif terhadap lingkungan lebih besar dibanding Revolusi Hijau

45. Berdasarkan grafik perkembangan sektor pertanian, terlihat bahwa selama era Revolusi Hijau (1960–2000), terjadi peningkatan signifikan dalam produksi pangan, namun disertai lonjakan dampak lingkungan. Di sisi lain, Revolusi Industri 4.0 (2010–2025) ditandai dengan peningkatan penggunaan teknologi seperti AI dan IoT, yang berdampak pada efisiensi sistem produksi.
Pernyataan yang paling tepat terkait efisiensi produksi pertanian pada kedua era tersebut adalah ...
    a. Efisiensi produksi pada era Revolusi Hijau meningkat tajam tanpa kontribusi signifikan dari input teknologi
    b. Revolusi Industri 4.0 menunjukkan efisiensi yang stagnan meskipun teknologi canggih digunakan
    c. Meskipun produksi meningkat, Revolusi Hijau tidak memperlihatkan peningkatan efisiensi karena biaya lingkungan yang tinggi
    d. Revolusi Hijau lebih efisien daripada Revolusi 4.0 karena hasil pangan meningkat lebih besar
    e. Kedua revolusi tidak memberikan dampak berarti terhadap efisiensi sistem pertanian

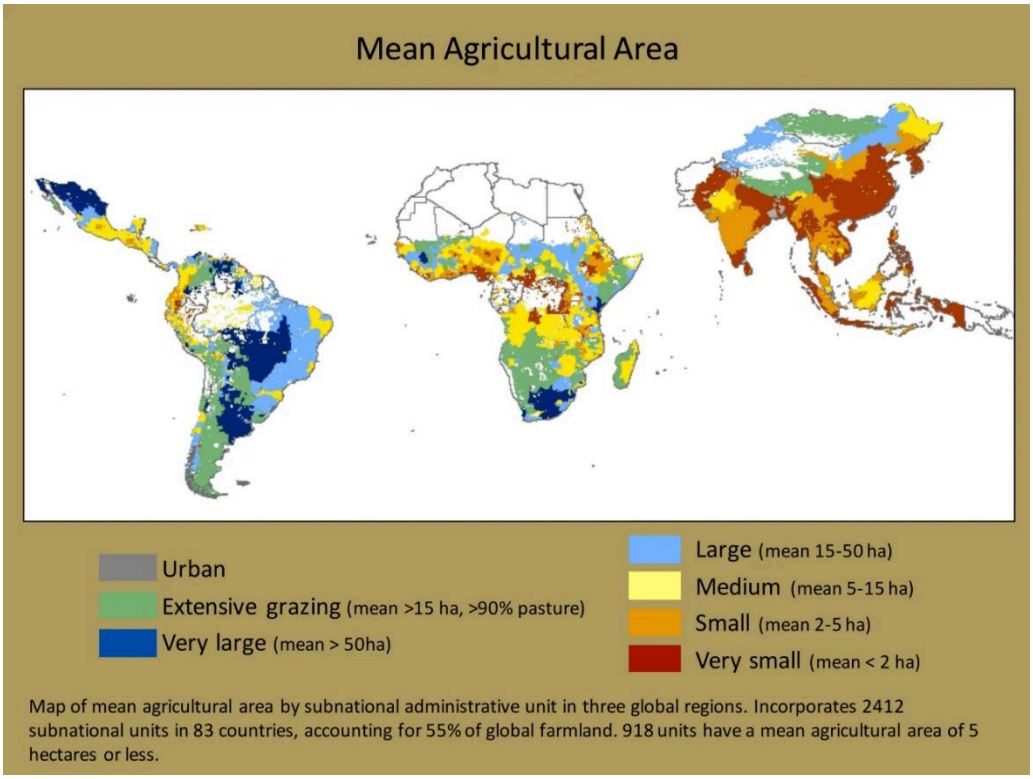
46. Seorang petani sedang melakukan analisis terhadap tekstur tanah guna menentukan jenis tanah apa yang ada di ladangnya. Petani tersebut mengambil sampel tanah seberat 487 gram, kemudian melakukan pengayakan untuk memisahkan butiran tanah sesuai ukurannya. Setelah dilakukan pengayakan, didapatkan berat butir dan ukurannya sebagai berikut:
    - pasir / *sand* : 306,81 gram
    - debu / *silt* : 136,36 gram
    - liat / *clay* : sisa dari seluruhnya




sumber: soils.usda.gov

Dengan menggunakan segitiga klasifikasi tekstur tanah USDA, dapat ditentukan bahwa jenis tanah di ladang milik petani termasuk dalam jenis tanah …

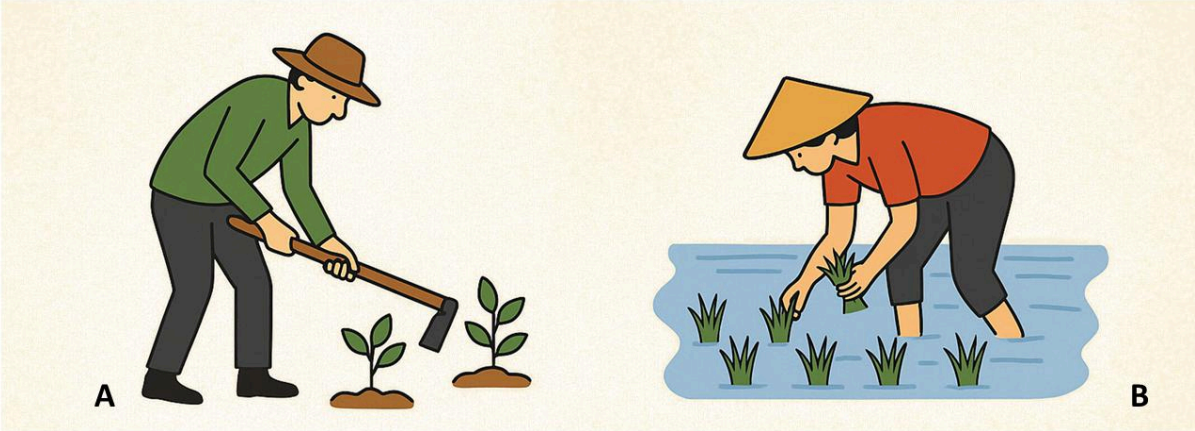
a. *sandy loam*
b. *silt clay loam*
c. *clay*
d. *silt loam*
e. *sandy clay*




Sumber: *Institute of the Environment, 2016*

47. Perhatikan peta sebaran rata-rata luas lahan pertanian dunia berdasarkan wilayah administratif di negara-negara Asia, Afrika, dan Amerika Latin. Warna pada peta menunjukkan kategori rata-rata luas lahan pertanian, mulai dari sangat kecil (< 2 ha) hingga sangat besar (> 50 ha).
    Pernyataan berikut yang paling tepat berdasarkan peta adalah:
    a. Sebagian besar wilayah pertanian di Asia Tenggara didominasi oleh lahan pertanian dengan skala sangat besar (> 50 ha)
    b. Wilayah pertanian di Afrika secara umum memiliki skala pertanian yang lebih besar dibandingkan Amerika Latin
    c. Rata-rata luas lahan pertanian di sebagian besar wilayah India, RRT, dan Indonesia tergolong sangat kecil (< 2 ha)
    d. Amerika Selatan tidak memiliki wilayah dengan pertanian skala besar atau sangat besar
    e. Luas lahan pertanian di seluruh dunia sebagian besar berada pada kategori > 15 ha

48. Wilayah mana yang paling banyak didominasi oleh lahan pertanian berukuran "*Very Large*" (rata-rata > 50 ha)?
    a. Asia Selatan dan Asia Tenggara
    b. Amerika Tengah dan Karibia
    c. Afrika Tengah dan Timur
    d. Amerika Selatan bagian selatan (Brasil, Argentina)
    e. Asia Timur Laut (Jepang, Korea)



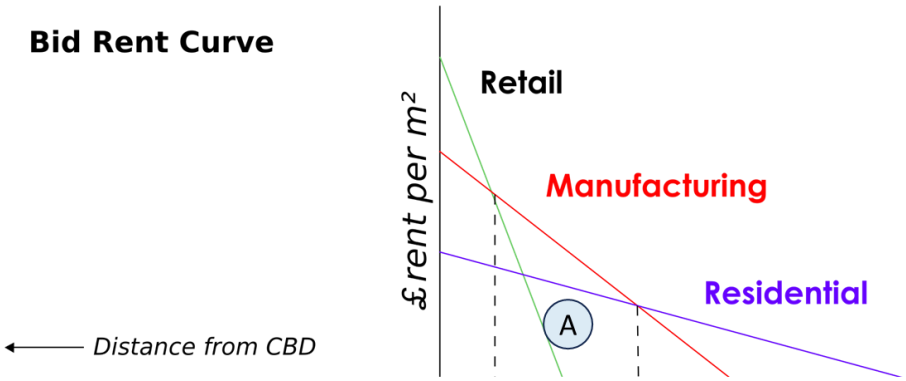

49. Terkait jenis kegiatan pertanian yang dilakukan pada gambar A dan B, pernyataan yang paling terkait gambar A dan/atau B di atas adalah …
    a. Sistem pada Gambar A umumnya memiliki hasil per hektar lebih tinggi dibandingkan sistem pada Gambar B karena membutuhkan lebih sedikit air dan lebih cepat panen
    b. Sistem pada Gambar B mencerminkan *intensive subsistence farming*, yang ditandai oleh penggunaan tenaga kerja tinggi dan hasil tinggi per satuan lahan
    c. Sistem pada Gambar A menunjukkan pertanian komersial berbasis ekspor di wilayah subtropis
    d. Sistem pada Gambar B menggunakan sistem pertanian *shifting cultivation* (ladang berpindah) berbasis rotasi lahan
    e. Kedua sistem menggunakan input tinggi dalam bentuk mekanisasi dan pestisida sintetis

50. Implikasi sosial-ekonomi dari praktik pertanian seperti yang tergambar pada gambar B dalam konteks negara berkembang adalah ...
    a. Mempercepat adopsi pertanian industri dan komersial skala besar
    b. Menurunkan ketergantungan tenaga kerja rumah tangga dan mendorong mekanisasi
    c. Mempertahankan struktur agraris dan ketahanan pangan lokal berbasis keluarga
    d. Meningkatkan ketimpangan akses lahan karena kepemilikan terkonsentrasi
    e. Mengurangi keanekaragaman hayati akibat monokultur secara massif

51. Dengan memperhatikan kondisi lahan dan teknik bertani pada gambar A dan B, pernyataan yang paling mencerminkan tantangan utama dari sistem pertanian seperti dalam gambar B adalah …
    a. Ketergantungan pada pupuk kimia buatan tinggi
    b. Biaya tinggi dalam pengadaan traktor dan mesin pertanian
    c. Risiko kerusakan sistem irigasi dan ketergantungan pada curah hujan musiman
    d. Kurangnya rotasi tanaman dan degradasi genetik varietas
    e. Minimnya keterlibatan tenaga kerja dalam seluruh proses produksi

## Geografi Kota, Peremajaan Kota, dan Perencanaan Kota

52. Berdasarkan kurva *bid-rent* yang berikut ini, kemungkinan besar guna lahan kawasan perkotaan pada titik A adalah ...



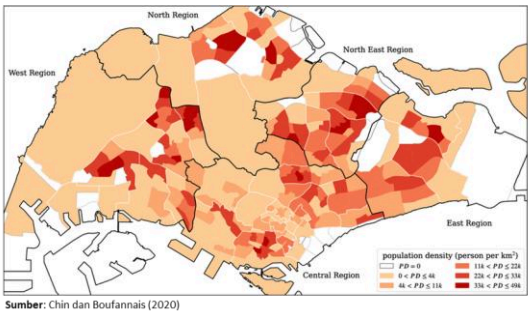

**Sumber**: Wikipedia (2021)

a) Kawasan retail
b) Kawasan manufaktur
c) Kawasan residensial
d) Kawasan CBD
e) Tidak ada jawaban yang benar

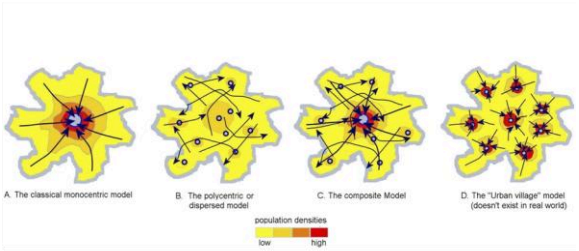
53. Penyebab perkembangan kota dengan pola suburbanisasi kerap dianggap merugikan oleh perencana kota adalah ...
    a. Meningkatkan harga lahan kawasan perkotaan
    b. Merupakan perkembangan kota dengan kepadatan rendah
    c. Meningkatkan kemungkinan terjadinya kriminalitas dalam kawasan
    d. Mengurangi luas ruang hijau perkotaan
    e. Tidak ada jawaban yang tepat

54. Fenomena *counter urbanization* kerap terjadi di beberapa negara maju. Berikut adalah *push factor* yang mendorong terjadinya *counter urbanization* …
    a. Kualitas udara buruk di kota besar
    b. Harga lahan yang murah di kota kecil
    c. Banyaknya lapangan pekerjaan di kota besar
    d. Keterbatasan infrastruktur di kota kecil
    e. Tidak ada jawaban yang tepat

55. Menurut Saudara, Singapura memiliki pola struktur kota berdasarkan kepadatan penduduk paling dekat dengan model ...



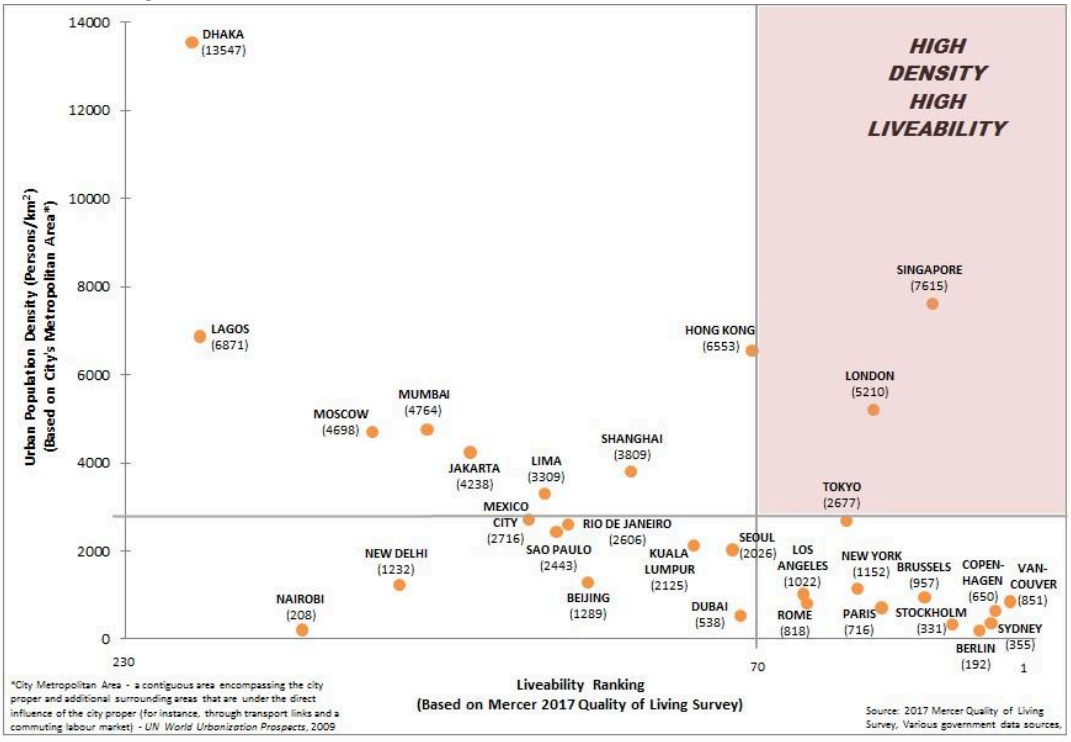
**Sumber**: Chin dan Boufannais (2020)



**Sumber**: Peter Nunns (2004)

    a. *Monocentric*
    b. *Polycentric*
    c. *Composite*
    d. *Urban village*
    e. Tidak ada model yang tepat

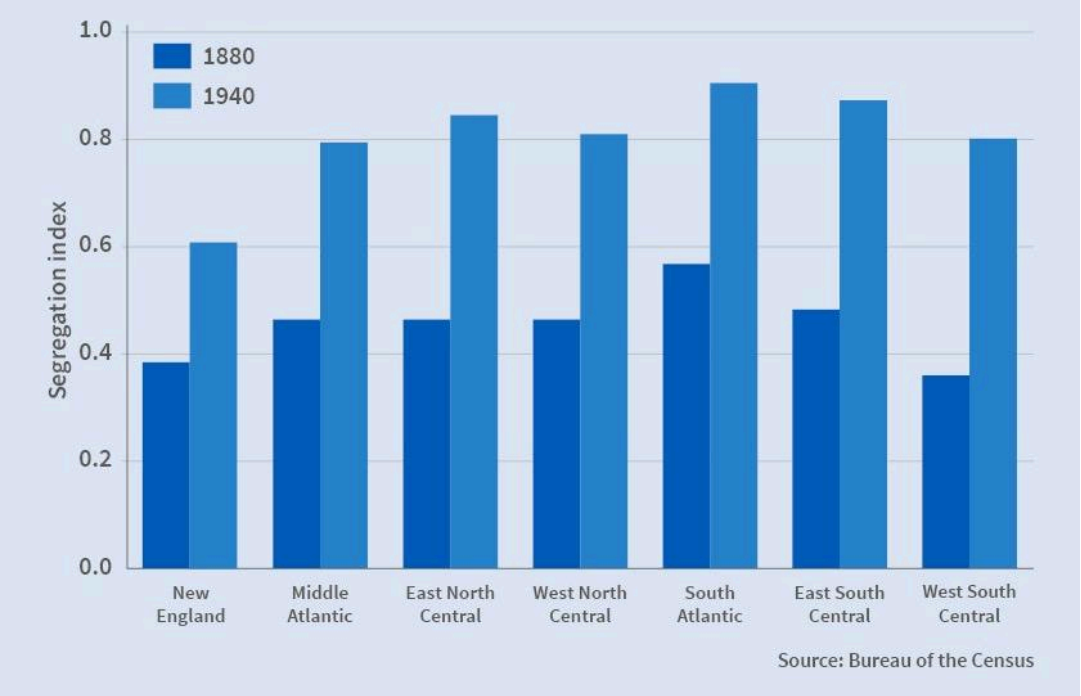
56. Berdasarkan grafik berikut, dapat ditarik kesimpulan bahwa ...



a) Kota dengan kepadatan tinggi cenderung memiliki kualitas hidup tinggi
b) Kota dengan kepadatan rendah cenderung memiliki kualitas hidup rendah
c) Kota dengan kepadatan tinggi selalu memiliki kualitas hidup rendah
d) Kota dengan kepadatan tinggi cenderung memiliki kualitas hidup rendah
e) Tidak ada jawaban yang tepat

57. Pengembangan yang kurang cocok diimplementasikan dalam membangun kawasan transit (TOD) yang mudah dijangkau pada kawasan perkotaan adalah …
    a. Pengembangan lahan mixed use
    b. Pengembangan lahan kepadatan tinggi
    c. Pengembangan fasilitas keamanan terintegrasi
    d. Integrasi antar berbagai moda transportasi
    e. Pengembangan gedung parkir terintegrasi

58. Berdasarkan grafik berikut dapat ditarik kesimpulan bahwa kawasan dengan peningkatan indeks segregasi tertinggi relatif terhadap posisi awal selama periode 1880-1940 adalah …




*a. New England*
*b. East North Central*
*c. South Atlantic*
*d. East South Central*
*e. West South Central*

## Geografi Ekonomi dan Globalisasi

59. Industri garmen dan konveksi di Indonesia mengalami tantangan kompetisi dengan industri serupa di beberapa negara lainnya. Kemajuan teknologi dan upah buruh mempunyai pengaruh besar. Hal ini berkaitan dengan tingginya …
    a. Biaya produksi
    b. Biaya pemasaran
    c. Biaya transaksi/institusi
    d. Biaya investasi
    e. Biaya birokrasi

60. Beberapa negara berhasil menyepakati untuk menaikkan harga minyak bumi dari US$ 6 per barrel menjadi US$ 20 barrel sehingga menimbulkan krisis energi di negara-negara industri pada tahun 1972. Organisasi internasional yang menaungi negara-negara tersebut adalah …
    a. APEC
    b. ASEM
    c. ASEAN
    d. OPEC
    e. ICA

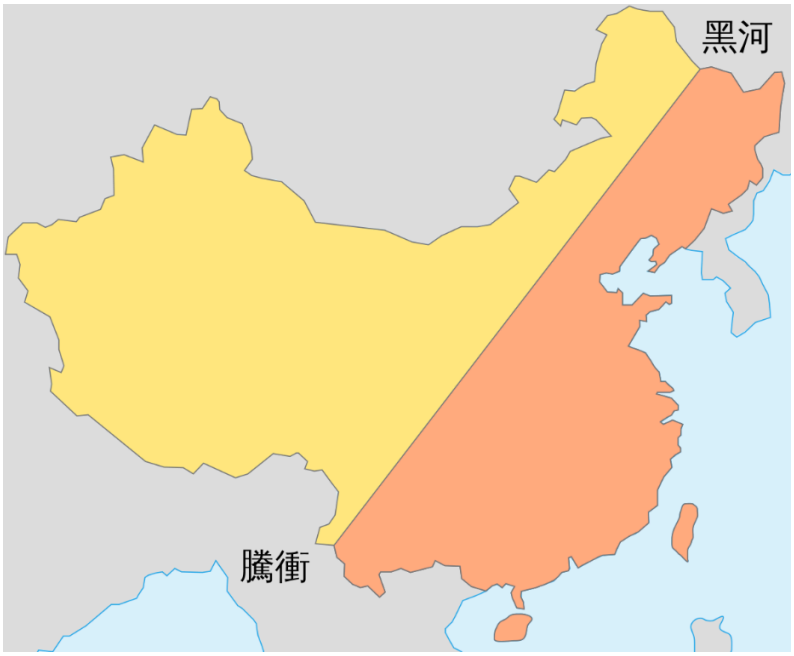
61. Strategi memasuki pasar internasional yang paling banyak ditempuh dan merupakan pendekatan tertua adalah …
    a. Barter
    b. Kerja sama manajemen
    c. Lisensi
    d. Ekspor-impor
    e. Produksi di negara tujuan

62. Bangun ekonomi yang sejatinya merupakan jiwa dari demokrasi ekonomi adalah ...
    a. Neoliberalisme
    b. Komunisme
    c. *Multinational Corporation*
    d. *Private enterprise*
    e. Koperasi

63. Dengan semakin berkembangnya teknologi, muncul berbagai industri yang pembangunannya ditunjang dengan *digital technology* dan bahkan juga sampai *artificial intelligent.* Industri tersebut sering disebut dengan istilah …
    a. *Productive industry*
    b. *Footloose industry*
    c. *Millenial industry*
    d. *Market oriented industry*
    e. *Consumer based industry*

## Geografi Pembangunan dan Ketimpangan Spasial

64. Perhatikan gambar berikut.




Gambar di atas menunjukkan sebuah garis imajiner yang membagi Tiongkok menjadi dua bagian berdasarkan kepadatan penduduknya dan tingkat perekonomiannya. Garis tersebut dikenal dengan
a. Mohe-Lijiang Line
b. Harbin-Kunming Line
c. Heihe-Tengchong Line
d. Acemoglu Line
e. Mezzogiorno Line

65. Negara Afrika berikut yang berhasil membangun kembali ekonomi, infrastruktur, dan indikator pembangunan lainnya sejak genosida 1994 hingga kerap disebut Singapuranya Afrika adalah …
a. Benin
b. RD Kongo
c. Rwanda
d. Uganda
e. Liberia

66. Indikator kuantitatif seperti GDP per kapita, HDI, dan Gini Index per kapita telah lama digunakan sebagai tolok ukur utama dalam menilai tingkat pembangunan suatu negara. Namun, ahli pembangunan seperti Amartya Sen mengkritik pendekatan ini karena ...
a. GDP dan HDI terlalu kompleks untuk diukur dan sulit diterapkan secara lintas negara.
b. Pendekatan kuantitatif terlalu menekankan dimensi moral dan budaya dalam penghitungan data statistik.

c. Indikator kuantitatif cenderung mengabaikan kebebasan individu, kemampuan dasar, dan pilihan hidup yang bermakna.
d. HDI dan GDP hanya memperhatikan ekonomi semata.
e. Tidak merepresentasikan ketimpangan pendapatan di antara penduduk tiap negara

67. Setelah Perang Dunia II, Amerika Serikat meluncurkan Marshall Plan untuk membiayai rekonstruksi ekonomi negara-negara Eropa Barat. Program ini sering dipuji karena berhasil memulihkan ekonomi kawasan tersebut dan mendorong pertumbuhan jangka panjang. Namun, dalam kerangka kritik *Dependency Theory*, program ini juga dapat dipandang sebagai …
a. Bentuk bantuan kemanusiaan murni tanpa kepentingan geopolitik dalam sistem bipolar pascaperang.
b. Strategi pembangunan inklusif yang berhasil menghapuskan kesenjangan antara negara-negara pusat dan periferi.
c. Instrumen hegemoni ekonomi dan politik yang memperkuat ketergantungan Eropa terhadap sistem kapitalis global pimpinan AS.
d. Bukti bahwa pertumbuhan ekonomi dapat dicapai sepenuhnya tanpa intervensi negara pusat.
e. Implementasi awal dari pendekatan pembangunan berbasis utang bilateral jangka panjang.

68. Umumnya, penyebab angka PPP di setiap negara relatif lebih tinggi dari GDP adalah ...
a. GDP menyesuaikan dengan inflasi, sementara PPP tidak
b. Umumnya daya beli orang di suatu negara lebih tinggi dari nilai jasa dan barang yang diproduksi
c. GDP memperhitungkan modal asing yang tidak berdampak langsung ke daya beli
d. PPP sudah disesuaikan dengan harga barang di setiap negara lalu dikonversi ke dollar, sementara GDP umumnya hanya mengukur tingkat produksi barang dan jasa
e. PPP memperhitungkan cadangan emas dan devisa setiap negara

69. Sebuah negara mempunyai Indeks Pembangunan Manusia (IPM) sebesar 0,67. Jika nilai angka harapan hidup, *mean years of schooling,* dan *expected years of schooling* negara tersebut berturut-turut adalah 72 tahun, 11 tahun, dan 15 tahun, maka nilai GNI per capita (PPP) dalam rupiah adalah ... (1 US$ = Rp16.299,00)
A. Rp30.675.223,00
B. Rp39.372.585,00
C. Rp43.472.854,00
D. Rp47.537.736,00
E. Rp53.965.538,00

70. Sebuah negara memiliki distribusi pendapatan sebagai berikut:
- 10% penduduk terkaya memperoleh 38% dari total pendapatan nasional.
- 40% penduduk termiskin secara keseluruhan memperoleh 12% dari total pendapatan nasional.
- Sisanya (50% penduduk menengah) memperoleh sisa pendapatan.
- Namun, data menunjukkan bahwa dalam kelompok 10% penduduk terkaya, 1% teratas saja sudah menguasai 18% dari total pendapatan, dan sisanya (9%) menguasai sisanya.
- Sementara itu, dalam kelompok 40% termiskin, 20% terbawah (*bottom* 20%) hanya memperoleh 3% dari total pendapatan.

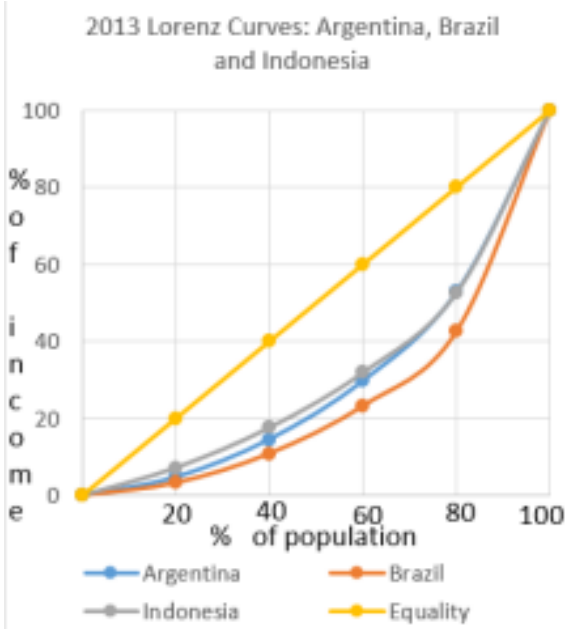
Nilai Palma Ratio dari negara tersebut adalah ...

**Palma Ratio= Gross National Income (GNI) Share of Richest 10% of Population / Gross National Income (GNI) Share of Poorest 40% of population**

A. 3,17
B. 4,59
C. 5,02
D. 6,00
E. 7,28

71. Apa yang menjadi kelemahan utama dari Human Development Index (HDI)?
A. Tidak ada kelemahan, karena HDI sudah mengukur seluruh aspek sosial manusia, yaitu kesejahteraan dan keamanan manusia secara lengkap.
B. HDI mengabaikan faktor-faktor penting seperti ketimpangan, kemiskinan, dan ketidaksetaraan gender yang mungkin ada dalam sebuah negara
C. HDI digunakan secara global, sehingga memiliki standar setara negara-negara maju dan tidak relevan lagi bagi negara berkembang.
D. HDI terlalu fokus pada sisi Pendidikan, sehingga mengabaikan indeks hubungan sosial masyarakat yang sebenarnya penting.
E. HDI dapat dikatakan terlalu kontroversial karena tidak memiliki standar yang jelas.

72. Merujuk pada Kurva Lorenz berikut ini, pernyataan ini yang tidak tepat adalah ...



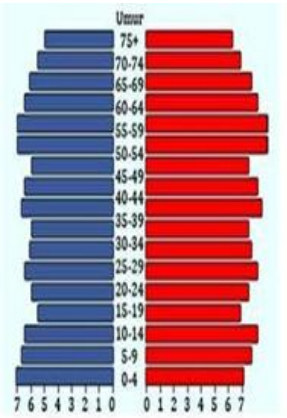

A. Brazil mengalami ketimpangan pendapatan paling tinggi dibandingkan dengan Argentina dan Indonesia
B. Indonesia memiliki distribusi pendapatan yang merata di setiap persen populasinya
C. Argentina memiliki ketimpangan pendapatan yang lebih rendah dibandingkan dengan Brazil
D. Brazil merupakan negara yang berada paling jauh dari *line of equality*
E. Indonesia memiliki ketimpangan pendapatan yang lebih rendah dibandingkan dengan Brazil

## Kependudukan dan Dinamika Penduduk

73. *Life Expectancy at Birth* Indonesia adalah 71 (*Population Data Sheet 2024, United Nations Publications 2025*). Angka tersebut mengalami peningkatan dibandingkan tahun sebelumnya. Faktor utama yang secara langsung berpengaruhnya adalah …
    a. Peningkatan akses layanan kesehatan publik
    b. Banyaknya penduduk usia produktif
    c. Negara kepulauan dengan tingkat akomodasi yang murah
    d. Kebijakan kependudukan yang bersifat tidak langsung menyongsong Indonesia Emas
    e. Keberhasilan Gerakan Keluarga Berencana pascareformasi

74. Kota dikelompokkan berdasarkan jumlah penduduknya. Ciri utama Kota Megapolitan, adalah ...
    a. Perkembangan beberapa kota metropolitan yang cenderung menyatu, melahirkan kota baru
    b. Dua atau lebih kota metropolitan yang bersatu dengan jumlah penduduk melebihi 5 juta jiwa
    c. Wilayah sub-urban dengan jumlah penduduk kurang dari 1 juta jiwa
    d. Wilayah hinterland yang sangat mendukung perkembangan pusat kota
    e. Wilayah sub-urban dengan pertumbuhan penduduk tinggi sebagai akibat banyaknya kaum migran

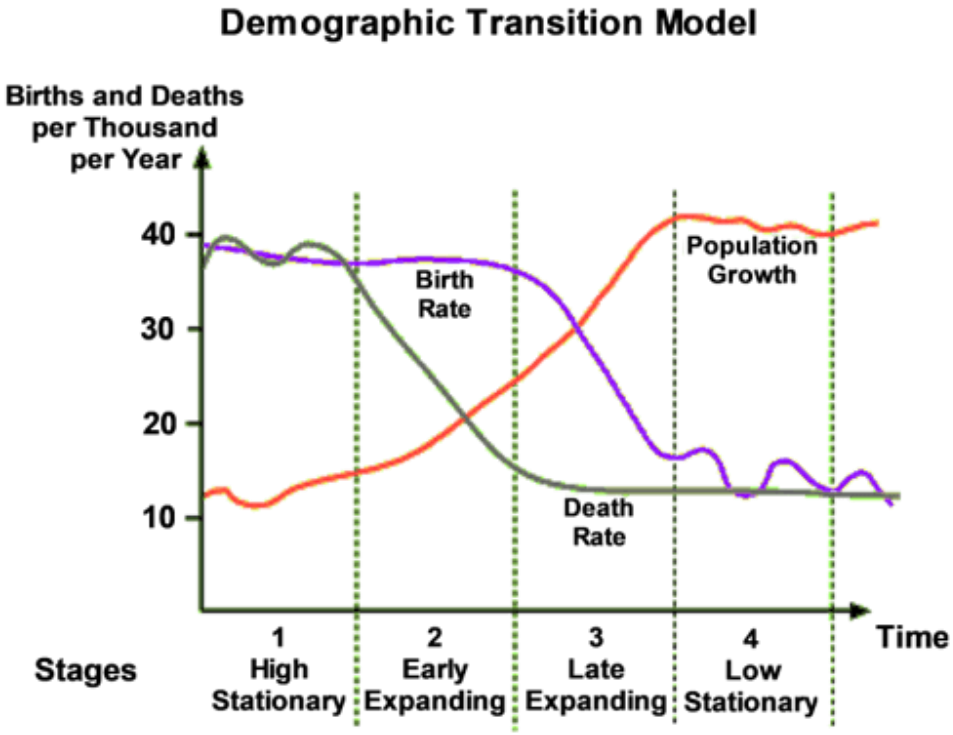
75. Secara umum karakteristik penduduk berdasarkan struktur usia dan jenis kelamin di suatu negara digambarkan melalui piramida penduduk. Negara dengan contoh kecenderungan piramida penduduk tersebut seperti pada gambar berikut ini adalah …




    a. Indonesia, Belanda, Kamboja
    b. Thailand, Jerman, Australia
    c. Timor Leste, Perancis, Selandia Baru
    d. Perancis, Jerman, Inggris Raya
    e. Vietnam, Brazil, Kanada

76. Informasi Geografis (SIG), dapat digunakan di bidang kependudukan. Manfaat hasil analisis yang dapat diambil, terutama untuk bidang kesehatan adalah …
    a. Kelayakan fasilitas kesehatan dan fasilitas pendukungnya yang tersedia
    b. Jarak tempuh dan jenis moda transportasi untuk mengakses setiap fasilitas kesehatan
    c. Sebaran fasilitas kesehatan dan kemungkinan kecenderungan beberapa penyakit menular
    d. Karakteristik penduduk dan sebarannya berdasarkan struktur penduduk
    e. Ketersediaan fasilitas kesehatan dan kemampuan daya beli penduduk

77. Perhatikan grafik berikut ini!




Tahap II merupakan fenomena yang paling membahayakan dalam perkembangan penduduk di suatu negara, sebab …
    a. Merupakan awal transisi demografis
    b. Banyaknya penduduk usia produktif secara demografis
    c. Jumlah penduduk perempuan cenderung lebih banyak
    d. Ketimpangan pertumbuhan ekonomi yang berdampak pada pengangguran
    e. Peluang tinggi terjadi ledakan jumlah penduduk

78. Sekira 50% penduduk dunia memiliki akses rendah terhadap *Primary Health Care* (*Population Data Sheet 2024, United Nations Publications 2025*). Indicator PHC pada umumnya merujuk pada …
    *a. Pregnancy care, Life Expectancy at Birth, Income levels*
    *b. Childhood Immunization, Crude Death Rate, Crude Birth Rate*
    *c. Pregnancy care, Childhood Immunizations, Care for noncommunicable disease*
    *d. Care for noncommunicable disease, Infant Mortality Rate, Illiterate*
    *e. Life expectancy at birth, educational levels, Urban population*

79. Kota X pada tahun 1995 memiliki populasi sebanyak 850.000 jiwa. Karena krisis ekonomi yang signifikan, terjadi penurunan populasi menjadi 620.000 jiwa. Namun, berkat pemulihan ekonomi dan migrasi, populasi Kota X kembali ke jumlah semula pada tahun 2003. Berdasarkan tren ini, pada tahun berapakah populasi Kota X akan menjadi empat kali lipat dari populasi awalnya pada tahun 1995?

a. 2025
b. 2030
c. 2023
d. 2050
e. 2055

80. Akibat pengeboman tanpa henti dari zionis Israel, penduduk Jalur Gaza terpaksa meninggalkan rumah mereka seperti Gaza Utara menuju daerah yang disebut Israel aman di daerah Rafah di bagian selatan. Status penduduk Gaza di Rafah dalam konteks dinamika kependudukan adalah ...

*a. Internally Displaced Person*
*b. Asylum Seeker*
*c. Refugee*
*d. Illegal Immigrants*
*e. Highly-skilled Immigrants*

## Pariwisata dan Manajemen Pariwisata

81. Selain keindahan Hagia Sophia, Blue Mosque, dan Grand Bazaar, serta berbagai hotel dan restoran, pemerintah Turki juga gencar mempromosikan berbagai tur budaya, petualangan balon udara di Cappadocia, dan pengalaman kuliner unik. Ini menunjukkan bahwa mereka juga sangat memperhatikan elemen lain dalam konsep 4A, yaitu ...

*a. Attraction*
*b. Ancillary*
*c. Activity*
*d. Accessibility*
*e. Affordability*

82. Menurut Plog (1972), tipologi wisatawan dapat dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan fasilitas yang tersedia di tempat wisata. Aydin adalah seorang wisatawan yang menikmati kegiatan seperti yang terlihat pada foto. Berdasarkan gambar yang diberikan, Aydin adalah seorang wisatawan bertipe …

a. *Allocentric*
b. *Near allocentric*
c. *Psychocentric*
d. *Near psychocentric*
e. *Sociocentric*

83. Demonstran anti-turisme berkumpul di luar Basilika Sagrada Familia, Barcelona, Spanyol dengan membawa pistol air dan meneriakkan “pulanglah turis!" saat sebuah bus yang penuh wisatawan melintas. Fenomena ini mencerminkan salah satu dampak negatif pariwisata, khususnya dalam konteks sosial, yang disebut...

a. *Demonstration Effect*
b. *Economic Leakage*
c. *Carrying Capacity Overload*
d. *Irritation/Antagonism Phase* dalam *Doxey's Irridex*
e. *Cultural Commodification*

84. Meskipun pariwisata telah menjadi sumber devisa penting untuk beberapa daerah, fenomena "kebocoran ekonomi" (*leakage*) sering terjadi, di mana sebagian besar pendapatan pariwisata tidak bertahan dalam ekonomi lokal melainkan keluar untuk membayar barang dan jasa impor, atau keuntungan yang dibawa pulang oleh investor asing. Mengapa "kebocoran ekonomi" menjadi perhatian serius dalam konteks pembangunan ekonomi yang berkelanjutan?

a. *Leakage* menunjukkan bahwa wisatawan tidak menikmati produk lokal.
b. *Leakage* meningkatkan daya beli masyarakat lokal dan mengurangi inflasi.
c. *Leakage* menyebabkan penurunan jumlah wisatawan yang datang ke Turki setiap tahun.
d. *Leakage* mengurangi efek *multiplier* sektor pariwisata, sehingga kontribusi bersih sektor pariwisata terhadap PDB lokal menjadi lebih kecil dari yang seharusnya.
e. *Leakage* mendorong diversifikasi ekonomi ke sektor non-pariwisata.

85. Pariwisata MICE merupakan sektor pariwisata yang mencakup berbagai acara dan kegiatan bisnis yang melibatkan banyak orang dengan kepentingan sama yang berkumpul di suatu tempat. Pariwisata ini penting bagi kota-kota besar karena biasanya melibatkan wisatawan dengan karakteristik berikut, KECUALI...
a. Menghabiskan lebih banyak uang per kunjungan dibandingkan wisatawan leisure
b. Tinggal lebih lama di destinasi untuk acara-acara tertentu
c. Kunjungan yang bersifat musiman dan tidak teratur
d. Berkontribusi pada pendapatan non-musiman destinasi
e. Seringkali menggunakan fasilitas pertemuan dan pameran yang besar dan canggih

86. Sebuah desa wisata di lereng Gunung Bromo, Jawa Timur, mengembangkan kegiatan pariwisata yang melibatkan peran aktif masyarakat lokal dalam perencanaan, pengelolaan, dan menerima manfaat langsung dari kegiatan pariwisata, seperti menyediakan akomodasi *homestay* dan menjual produk lokal. Prinsip utama dari konsep pariwisata yang dikembangkan oleh desa tersebut adalah...
*a. mass tourism*
*b. community-based tourism*
*c. guided tourism*
d. pariwisata padat modal
e. pariwisata berbasis lingkungan

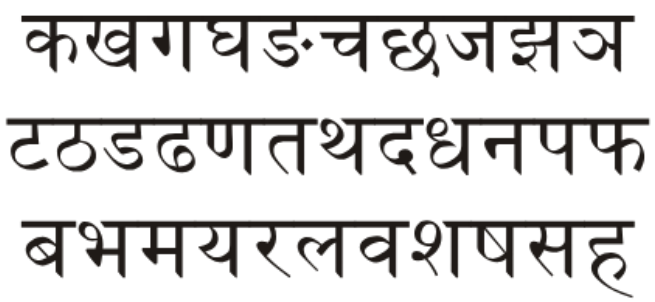
87. Goa, India dikenal sebagai "surga pantai" India karena banyaknya tempat wisata dan pantai-pantainya yang indah, kini menghadapi tantangan. Menurut laporan CEIC, pada tahun 2019 Goa menerima 8,5 juta wisatawan asing, namun angka ini turun drastis menjadi hanya 1,5 juta wisatawan asing pada tahun 2023. Banyak penginapan terlihat kosong, dan beberapa fasilitas publik tampak tidak terawat. Pemerintah daerah sedang berupaya mencari cara untuk menghidupkan kembali pariwisata di sana. Berdasarkan *Tourism Area Life Cycle*, destinasi ini berada pada tahap...
a. *Development*, karena penurunan jumlah wisatawan menunjukkan potensi untuk pengembangan baru.
b. *Consolidation*, karena destinasi sudah mencapai titik jenuh dan pertumbuhan mulai melambat.
c. *Rejuvenation*, karena upaya pemerintah untuk menghidupkan kembali pariwisata sudah terlihat berhasil.
d. *Decline*, karena telah kehilangan daya saing yang signifikan, ditandai dengan penurunan drastis jumlah pengunjung dan fasilitas yang tidak terawat.
e. *Involvement*, karena penurunan wisatawan mendorong peningkatan partisipasi masyarakat lokal dalam pengelolaan.

## Geografi Budaya dan Identitas Regional

88. Sebuah perusahaan makanan cepat saji global menyesuaikan menu dan rasa makanannya agar sesuai dengan selera lokal di setiap negara tempat mereka beroperasi. Ini adalah contoh penerapan konsep …
a. Determinisme ekonomi
b. Determinisme budaya
c. Lokalisasi
d. Isolasi budaya
e. Fragmentasi sosial

89. Korelasi yang dapat ditarik antara bentang alam *mud volcano* dan agama Zoroastrianisme adalah …
a. Banyak *mud volcano* berada di negara-negara di mana agama Zoroastrianisme adalah agama resminya
b. Negara dengan jumlah *mud volcano* terbesar memiliki jumlah pemeluk agama Zoroastrianisme yang terbesar juga
c. *Mud volcano* penting bagi penganut agama Zoroastrianisme karena mereka menjaga aktivitas ibadah tetap aktif
d. Agama Zoroastrianisme menyebar dengan cepat di dunia melalui aktivitas pertambangan minyak dan gas di *mud volcano*
e. Tidak ada jawaban yang benar

90. Sushi, hidangan tradisional Jepang (kiri) yang awalnya berupa ikan mentah dengan nasi yang diberikan cuka, telah mengalami adaptasi dan modifikasi yang signifikan di luar Jepang. Di Amerika Serikat, muncul variasi kontemporer seperti *California Roll* (kanan), dengan nasi di luar, alpukat, mentimun, dan *crab stick*, yang sangat berbeda dari bentuk aslinya. Fenomena ini termasuk sebagai contoh dari tipe difusi budaya …
a. Difusi relokasi
b. Difusi stimulus
c. Difusi menular
d. Difusi hierarkis
e. Difusi inovasi




91. Gambar di atas menunjukkan aksara Dewanagari, sebuah aksara yang berasal dari Subkontinen India. Aksara ini memiliki tipe abugida, sebuah sistem penulisan segmental di mana urutan konsonan-vokal ditulis sebagai unit; setiap unit didasarkan pada huruf konsonan, dan notasi vokal bersifat sekunder. Diantara aksara berikut, yang **tidak** memiliki tipe Abugida seperti Dewanagari adalah …
    a. Aksara Hanacaraka
    b. Aksara Malayalam
    c. Aksara Khmer
    d. Aksara Hangul
    e. Aksara Lao

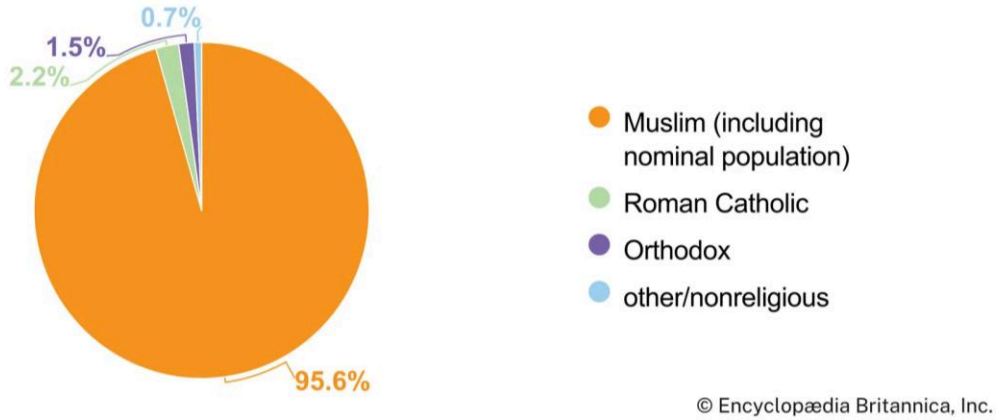
92. Di bawah ini merupakan kelompok etnis yang menerapkan garis keturunan secara matrilineal, kecuali …
    a. Minangkabau
    b. Iroquois
    c. Akan
    d. Gaelic
    e. Tuareg

93. Dalam buku *The Kite Runner* karya Khaled Hosseini, karakter Hassan dan ayahnya Ali mengalami diskriminasi oleh suku Pashtun yang menjadi mayoritas di Afghanistan. Hal ini disebabkan keduanya berasal dari *stateless nation*, etnik …
    a. Baloch
    b. Catalan
    c. Uyghur
    d. Hazara
    e. Kurdi

94. Gambar berikut menunjukkan sebuah arsitektur yang berasal dari negara Tiongkok. Suku yang memiliki kekayaan budaya berupa arsitektur sebagaimana dimaksud adalah …
    a. Kanton
    b. Hui
    c. Shanxi
    d. Hokkien
    e. Hakka

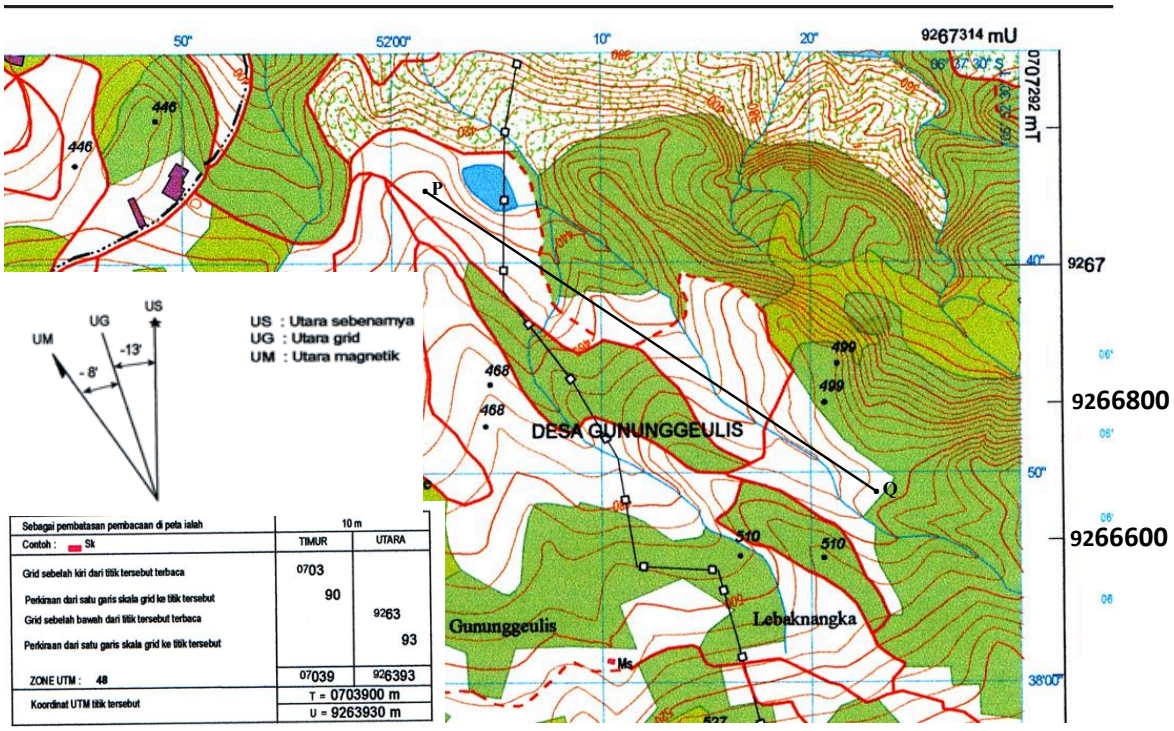
95. Pernyataan di bawah ini yang membedakan antara *separatism* dan *seccesionists* adalah …
    *a.* *Separatists* ingin memisahkan diri mereka sendiri dari sebuah negara secara kultural
    *b.* *Separatists* ingin memisahkan diri secara nama, sementara *seccesionists* ingin tetap menyatu dengan suatu negara namun berbeda identitas
    *c.* *Separatists* ingin memisahkan diri dari sebuah kelompok dengan dasar, suku, agama dan ras, sementara *seccesionists* ingin memisahkan diri dengan suatu negara dan menjadi sebuah *independent country*
    d. Contoh dari *separatists* adalah Kurdistan, sementara contoh dari *seccesionists* adalah Mindanao Islamic Liberation Front (MILF)
    e. Tidak ada jawaban yang tepat

96. Nama peristiwa di bawah ini yang menjelaskan tentang bagaimana sebuah unsur budaya di bawa dari tempat aslinya lalu di bawa ke tempat lain lalu dimodifikasi sedemikian rupa sehingga dianggap sebagai budaya asli tempat tersebut adalah …
*a.* *Doughnut Effect*
*b.* *Lamian-Ramen Phenomenon*
*c.* *Pizza Effect*
*d.* *Cultural Fragmentation*
*e.* *Appropriation*




97. Gambar tersebut menunjukkan grafik persentase jumlah agama yang dianut oleh penduduk dari sebuah negara. Negara yang dimaksud adalah …
a. Bosnia dan Herzegovina
b. Montenegro
c. Kosovo
d. Serbia
e. Kroasia

## Perpetaan dan Kartografi

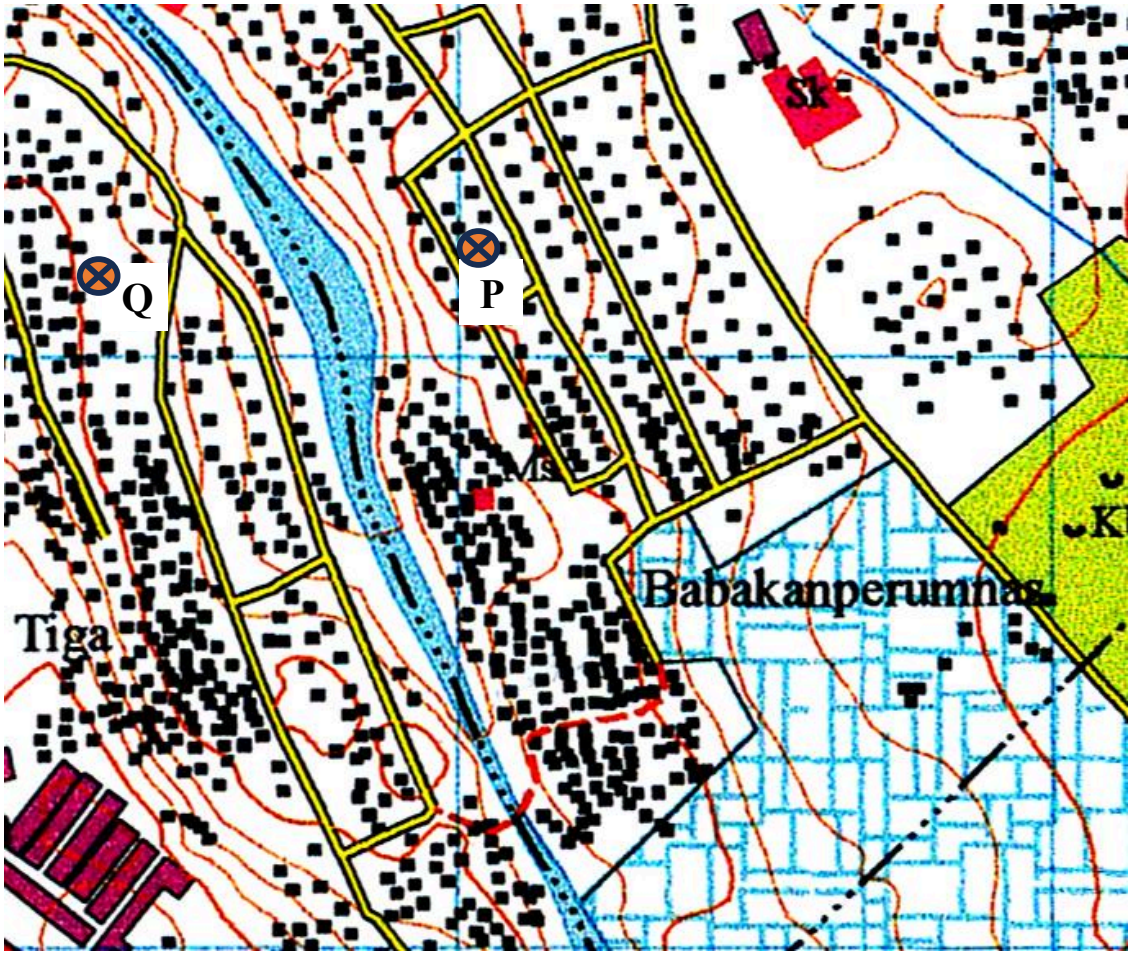


Sumber: Badan Informasi Geospasial

98. Bila dilakukan penjelajahan dari titik Q ke titik P dengan panduan kompas, maka arah azimut yang ditempuh pada jalur tersebut adalah ...

a. 123° 31’ 34”.
b. 56° 28’ 05”
**c. 303° 31’ 55”**
d. 300° 33’ 42”
e. 120° 33’ 42”

99. Perhatikan peta berikut ini!




Sumber: Badan Informasi Geospasial

Pada peta berikut, kondisi di titik P bila dibandingkan dengan kondisi di titik Q adalah ...

a. Titik P akan terendam terlebih dahulu apabila terjadi banjir
b. Titik Q lebih tinggi dari titik P
c. Titik P sama tinggi dengan titik Q
d. Titik P lebih rawan terjadi longsor dibandingkan dengan titik Q
e. Titik P lebih rawan terjadi banjir dibandingkan dengan titik Q

100. Pada sistem proyeksi UTM (*Universal Transversal Mercator*), dalam penggunaannya terdapat kelebihan berupa ...

a. Perbesaran di setiap posisi selalu sama
b. Sudut azimuth disepanjang garis bujur konsisten di peta dengan di elipsoid
c. Perbesaran di sepanjang ekuator sama dengan 1
d. Luas bentukan objek konsisten di peta dengan di ellipsoid
e. Bentukan objek di peta konsisten dengan bentukan objek di elipsoid

**● AKHIR DARI SOAL SELEKSI OLIMPIADE SAINS TINGKAT KABUPATEN/KOTA 2025 BIDANG GEOGRAFI ●**

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# INFORMATIKA

Kumpulan Soal OSN

# Bagian A. Abstraksi Berpikir Komputasional

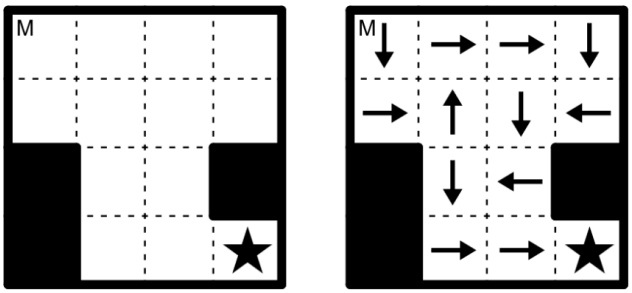
## Soal 1. Labirin Berarah

Pak Dengklek sedang bermain bersama bebek-bebeknya pada sebuah labirin. Setiap petak pada labirin bisa saja kosong (putih) atau berupa dinding (hitam).

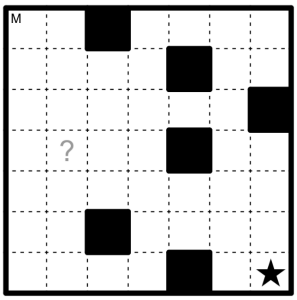
Pak Dengklek dan bebek-bebeknya akan mulai pada petak di paling kiri atas (dengan label "M") dan akan selesai pada petak di paling kanan bawah (dengan simbol bintang). Mereka dapat bergerak dari suatu petak kosong ke petak kosong lain yang bersebelahan, dengan salah satu dari empat kemungkinan arah: atas (↑), kanan (→), bawah (↓), atau kiri (←). Untuk menyelesaikan sebuah labirin, Pak Dengklek dan bebek-bebeknya harus mengunjungi semua petak putih tepat satu kali.

Karena bebek-bebeknya merasa kesulitan untuk bermain labirin, Pak Dengklek akan membantu bebek-bebeknya dengan meletakkan tanda panah pada setiap petak kosong sedemikian sehingga apabila bebek-bebeknya mengikuti tanda panah, maka bebek-bebek Pak Dengklek dapat menyelesaikan sebuah labirin.

Gambar berikut mengilustrasikan peletakan tanda panah yang dilakukan oleh Pak Dengklek untuk menyelesaikan sebuah labirin berukuran 4×4 sesuai aturan tersebut.




Sekarang, Pak Dengklek akan menyelesaikan sebuah labirin berukuran 7×7 sebagai berikut.




Setelah seluruh tanda panah diletakkan, tanda panah apakah yang mungkin Pak Dengklek letakkan pada petak dengan tanda tanya?

A. Atas (↑)
B. Kanan (→)
C. Bawah (↓)
D. Kiri (←)
E. Ada lebih dari satu kemungkinan tanda panah

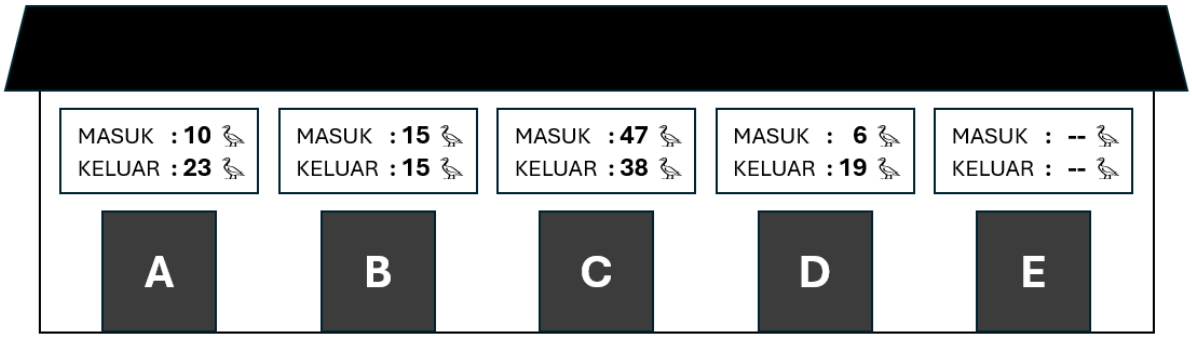
## Soal 2. Keluar-Masuk Kandang

Pak Dengklek membangun sebuah kandang yang memiliki 5 pintu dengan label A, B, C, D, dan E. Sebuah sensor dipasang di setiap pintu untuk menghitung banyaknya bebek yang keluar maupun yang masuk kandang melalui pintu tersebut.

Suatu hari, Pak Dengklek ingin menggunakan sensor tersebut untuk menghitung data keluar-masuk bebek dengan cara sebagai berikut:

1. Pada mulanya, seluruh bebek berada di dalam kandang.
2. Data perhitungan seluruh sensor dimulai dari 0.
3. Pak Dengklek membebaskan setiap bebek untuk berkeliaran keluar-masuk kandang melalui pintu mana pun.
4. Setelah beberapa waktu, Pak Dengklek menggiring seluruh bebek untuk masuk ke dalam kandang melalui pintu mana pun.

Sayangnya, saat ingin mengecek data bebek yang masuk dan keluar, Pak Dengklek baru menyadari bahwa sensor di pintu E rusak. Hanya terdapat informasi pada pintu A hingga D sebagai berikut.

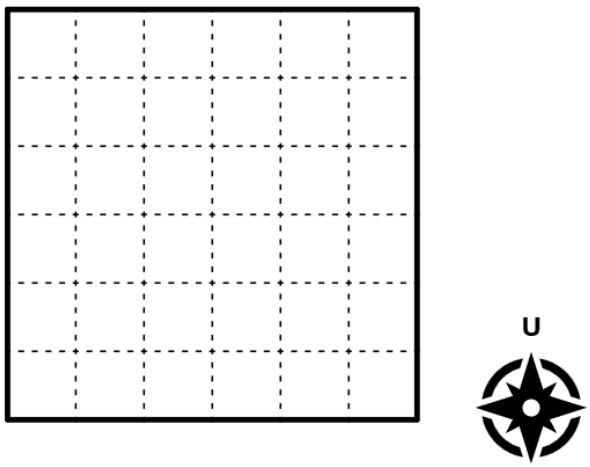



Dari 5 pilihan berikut, manakah yang mungkin saja ditampilkan oleh sensor di pintu E?

A. MASUK : 18, KELUAR : 35
B. MASUK : 17, KELUAR : 17
C. MASUK : 0, KELUAR : 24
D. MASUK : 49, KELUAR : 32
E. MASUK : 36, KELUAR : 5

## Soal 3. Komando Bebek

Kwak dan Kwik sedang bermain di sebuah pekarangan berbentuk petak dengan ukuran 6x6 yang dikelilingi oleh sebuah pagar.




Pada awalnya, Kwak akan memilih sebuah petak sebagai posisi awal. Kwak akan mulai pada petak tersebut dengan menghadap ke arah Utara (U). Selanjutnya, Kwik akan mengomando Kwak untuk melakukan seluruh instruksi pergerakan secara berturut-turut sebagai berikut:

1. Maju satu petak
2. Putar badan hadap kiri
3. Maju satu petak
4. Putar badan hadap kanan
5. Maju satu petak

Kwak akan menjalankan komando Kwik di atas sebanyak 2 kali secara berturut-turut tanpa jeda. Berapakah banyak kemungkinan posisi awal Kwak sedemikian sehingga tidak ada satu pun instruksi yang menyebabkan Kwak keluar pekarangan?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

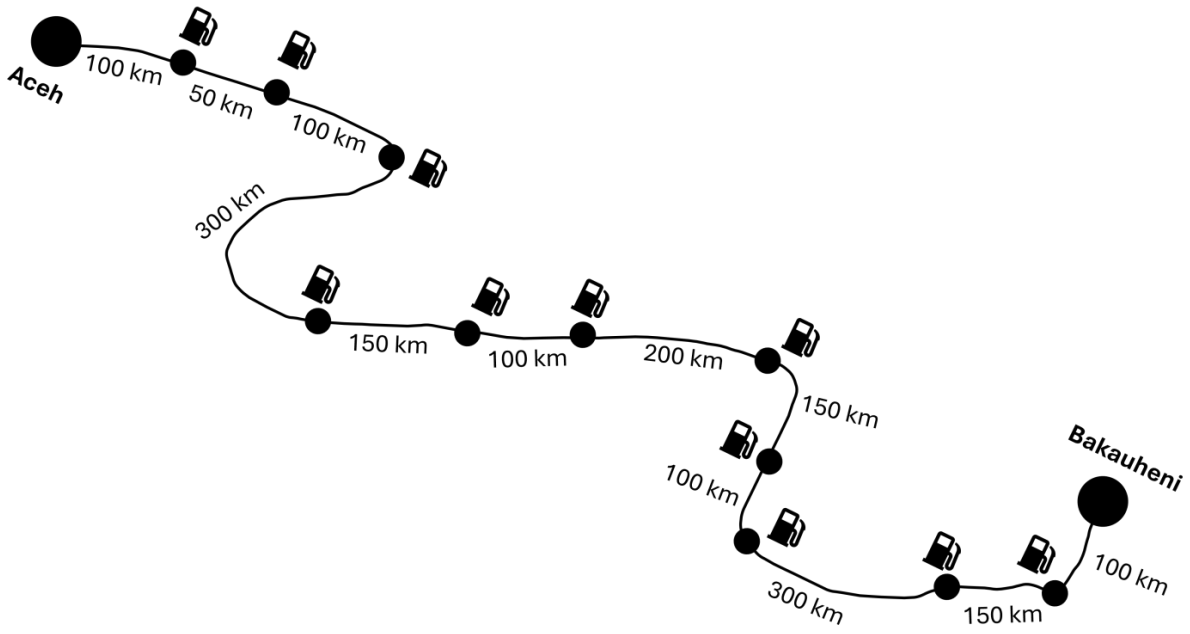
## Soal 4. Dari Aceh Sampai Bakauheni

Pada lebaran tahun depan, Pak Dengklek berencana untuk pergi mudik dari Aceh ke Bakauheni menggunakan mobil. Karena jarak tempuh Aceh ke Bakauheni cukup jauh, maka Pak Dengklek perlu memperhatikan kapan ia harus mengisi bahan bakar mobilnya.

Pak Dengklek akan memulai perjalanannya di kota Aceh dengan tangki bahan bakar yang penuh. Apabila tangki bahan bakar mobil Pak Dengklek penuh, mobil Pak Dengklek dapat menempuh perjalanan hingga sejauh 500 km. Pak Dengklek dapat berhenti pada beberapa pom bensin yang tersedia (yang diberi label titik) untuk mengisi bahan bakar mobilnya hingga penuh kembali.

Berapa kalikah paling sedikit Pak Dengklek harus berhenti dan mengisi bahan bakar mobilnya untuk mencapai Bakauheni tanpa pernah kehabisan tangki bahan bakar?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**




## Soal 5. Agen BB007

Bebek-bebek Pak Dengklek ingin bermain peran sebagai agen-agen detektif. Untuk menyamarkan identitas mereka, setiap bebek harus memiliki sebuah nama samaran yang unik.

Sebuah nama samaran yang valid haruslah memenuhi minimal satu dari dua aturan berikut:

1. Nama samaran dimulai dengan 0 hingga 2 karakter huruf (‘A’-‘Z’), lalu diikuti dengan 1 hingga 3 karakter digit (‘0’-‘9’). Contohnya yakni “BB007” atau “K3”.
2. Nama samaran dimulai dengan 1 hingga 3 karakter digit (‘0’-‘9’), lalu diikuti dengan 0 hingga 2 karakter huruf (‘A’-‘Z’). Contohnya yakni “007BB” atau “47”.

Apabila tidak boleh ada dua bebek yang memiliki nama samaran yang sama, maka berapakah banyak bebek paling banyak yang bisa bermain peran sebagai agen-agen detektif?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

## Soal 6. Pencarian Koin

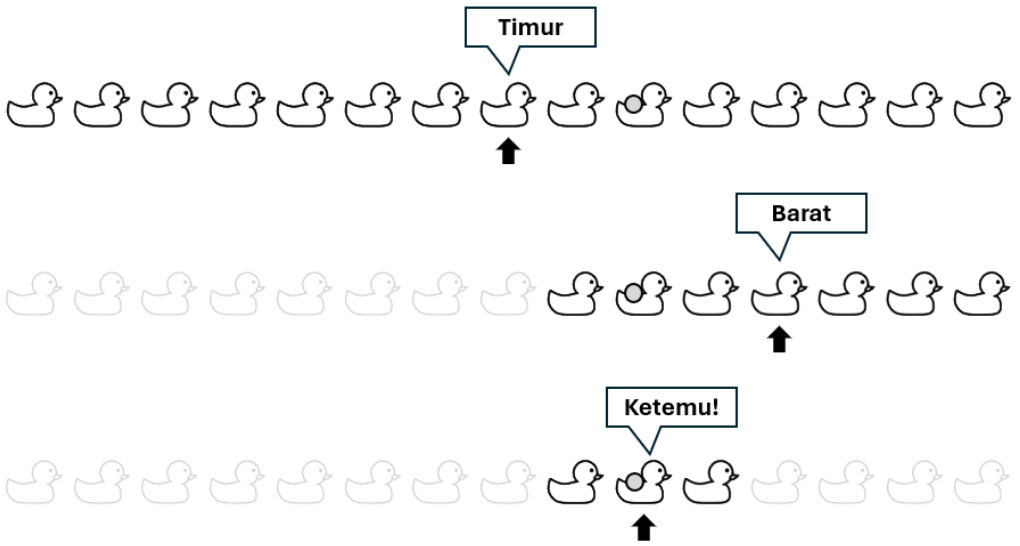
Pak Dengklek dan 255 ekor bebeknya sedang bermain permainan "Pencarian Koin". Sebanyak 255 ekor bebek Pak Dengklek berbaris dari Barat ke Timur, dan masing-masing diberi nomor 1 hingga 255 secara berurutan dari paling Barat ke paling Timur.

Di awal permainan, para bebek berunding untuk menentukan siapa dari mereka yang akan memegang sebuah koin. Pak Dengklek tidak tahu bebek yang mana yang memegang koin, sedangkan semua bebek-bebek itu tentunya tahu siapa di antara mereka yang memegang koin. Pak Dengklek harus mencari bebek mana yang memegang koin.

Sekarang, aturan permainan adalah sebagai berikut:

- Pak Dengklek akan bertanya ke salah satu di antara bebek-bebeknya.
- Jika bebek yang ditanya tersebut memegang koin, permainan selesai.
- Jika bebek tersebut tidak memegang koin, ia akan memberi tahu Pak Dengklek, apakah bebek yang memegang koin ada di sebelah Barat atau sebelah Timur dia.

Untuk dapat menyelesaikan permainan secepat-cepatnya, Pak Dengklek akan menggunakan strategi sebagai berikut: ia akan selalu bertanya ke bebek yang posisinya di tengah-tengah barisan bebek yang masih mungkin berisi bebek yang memegang koin. Dijamin bahwa akan selalu ada sejumlah ganjil bebek yang masih mungkin menyimpan koin, sehingga dijamin terdapat satu bebek yang posisinya berada di tengah-tengah.

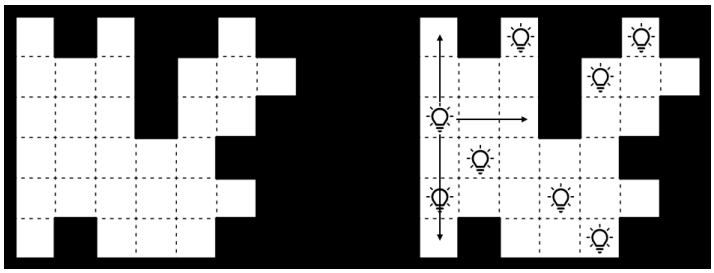



Dengan strategi tersebut, diketahui bahwa Pak Dengklek ternyata cukup bertanya ke 6 bebek sebelum menemukan siapa dari 255 ekor bebeknya yang memegang koin. Jawaban yang didapatkan Pak Dengklek secara berturut-turut adalah: "Barat", "Barat", "Timur", "Barat", "Timur", dan akhirnya koin ditemukan. Bebek nomor berapakah yang memegang koin?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

## Soal 7. Penerangan Ruangan

Pak Dengklek memiliki sebuah ruangan khusus di rumahnya sebagai tempat bermain bebek-bebeknya. Ruangan tersebut terdiri dari petak-petak putih yang dikelilingi oleh dinding berupa petak-petak hitam, dengan denah ruang yang diilustrasikan pada gambar di sebelah kiri.



Agar ruang bermain bebek-bebeknya tidak gelap, Pak Dengklek ingin memasang beberapa lampu pada beberapa petak putih. Apabila suatu petak dipasang oleh sebuah lampu, maka petak-petak yang terhubung berurutan tanpa terhalang oleh dinding apa pun secara vertikal (atas-bawah) maupun horizontal (kiri-kanan) dari petak tersebut akan terang. Pak Dengklek ingin seluruh petak putih terang.

Gambar di sebelah kanan mengilustrasikan salah satu kemungkinan pemasangan lampu oleh Pak Dengklek sehingga seluruh petak putih terang. Perhatikan juga ilustrasi penerangan salah satu lampu yang ditunjukkan oleh tanda panah.

Berapakah paling sedikit petak putih yang harus dipasang lampu oleh Pak Dengklek sehingga seluruh petak putih akan terang?

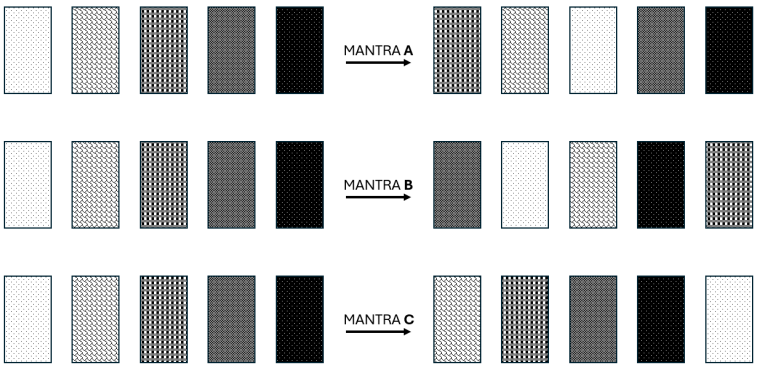
**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

## Soal 8. Rangkaian Mantra

Kwek sedang bermain permainan kartu di komputer. Permainan ini melibatkan 5 buah kartu yang selalu tersusun dari kiri ke kanan. Dari paling kiri hingga paling kanan, kartu-kartu tersebut diberi label huruf v, w, x, y, dan z.

Ada beberapa mantra yang dapat diterapkan oleh Kwek untuk mengubah urutan kartu-kartu tersebut:

- Mantra A: mengubah urutan kartu dari [v, w, x, y, z] menjadi [x, w, v, y, z]
- Mantra B: mengubah urutan kartu dari [v, w, x, y, z] menjadi [y, v, w, z, x]
- Mantra C: mengubah urutan kartu dari [v, w, x, y, z] menjadi [w, x, y, z, v]



Untuk memudahkan penerapan berbagai operasi mantra yang dapat dilakukan, Kwek menuliskan dengan notasi sebagai berikut:

- P([i, j, k, l, m]) menunjukkan bahwa mantra P diterapkan pada urutan kartu [i, j, k, l, m].
- Dua atau lebih mantra dapat juga dilakukan secara berurutan. Misalnya, PQ([i, j, k, l, m]) artinya mantra Q diterapkan pada urutan kartu [i, j, k, l, m], kemudian dilanjutkan dengan penerapan mantra P pada urutan kartu hasil mantra Q.
- Serangkaian mantra dapat diulang dengan menggunakan mantra khusus F. Jika n adalah bilangan bulat positif, maka F(S, n) menunjukkan rangkaian mantra S yang diterapkan sebanyak n kali.

Apabila pada awalnya kartu [v, w, x, y, z] menyimpan angka [1, 2, 3, 4, 5], lalu Kwek akan menerapkan mantra dengan menuliskan:

$$F(BA, 2025)F(C, 2026)([v, w, x, y, z]),$$

maka bagaimanakah urutan angka yang disimpan oleh setiap kartu pada akhirnya?

A. [3, 2, 4, 5, 1]
B. [1, 3, 4, 5, 2]
C. [2, 4, 3, 5, 1]
D. [5, 4, 3, 1, 2]
E. [2, 3, 4, 5, 1]

## Soal 9. Berlatih OSN

Setelah gagal lolos ke OSN Informatika tingkat nasional tahun lalu, Kwek berencana untuk ikut kembali di tahun ini. Sebagai persiapan, ia berencana untuk mengikuti serangkaian pelatihan. Setiap pelatihan memiliki nama, durasi (dalam hari), dan prasyarat berupa daftar pelatihan-pelatihan lain yang harus diselesaikan terlebih dahulu oleh Kwek agar dapat mengikuti pelatihan tersebut.

Dalam satu hari, Kwek boleh saja mengikuti lebih dari satu pelatihan. Namun, suatu pelatihan tidak bisa dipotong di tengah jalan. Tujuan Kwek adalah menyelesaikan seluruh pelatihan dalam waktu sesingkat-singkatnya.

| Kode | Nama Pelatihan | Durasi (Hari) | Prasyarat |
|---|---|---|---|
| AA | Analisis Algoritma | 3 | CPP |
| BF | Brute-Force dan Strategi Pruning | 6 | AA & DS |
| CPP | Pemrograman Dasar C++ | 7 | - |
| DNC | Divide-and-Conquer | 1 | DS |
| DP | Dynamic Programming | 4 | DNC |
| DS | Struktur Data | 5 | CPP |
| GRE | Greedy | 2 | BF & DP |

Dengan informasi yang diberikan di atas, berapakah waktu paling minimum (dalam hari) yang dibutuhkan oleh Kwek untuk menyelesaikan seluruh pelatihan?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

## Soal 10. Dua dari Tujuh Telur Bebek

Pak Dengklek bermimpi bahwa ia mendapatkan tujuh buah telur bebek yang diberi label dari 1 hingga 7. Diketahui bahwa tepat dua dari tujuh telur tersebut adalah telur emas. Sayangnya, secara kasat mata, semua telur tersebut terlihat sama di mata Pak Dengklek — jika mengabaikan nomor label telurnya. Oleh karena itu, Pak Dengklek menciptakan sebuah mesin pendeteksi telur emas.

Mesin pendeteksi telur emas ini akan bekerja sebagai berikut:

1. Pak Dengklek memasukkan beberapa (boleh satu atau lebih) telur ke dalam mesin untuk dicek.
2. Mesin akan melakukan pengecekan dan akan mengembalikan telur-telur yang dimasukkan tadi kembali ke Pak Dengklek.
3. Mesin akan melaporkan hasil pengecekan yakni salah satu di antara dua kemungkinan berikut: "TIDAK ADA TELUR EMAS" yang artinya seluruh telur yang dimasukkan oleh Pak Dengklek tidak ada yang merupakan telur emas; atau "TELUR EMAS TERDETEKSI" yang artinya ada setidaknya satu telur emas yang dimasukkan oleh Pak Dengklek.

Perhatikan bahwa ketika mesin melaporkan "TELUR EMAS TERDETEKSI", tidak ada informasi tambahan yang dapat diketahui oleh Pak Dengklek, seperti telur yang mana yang merupakan telur emas. Pak Dengklek ingin menemukan kedua telur emas dari tujuh telur tersebut.

Sebagai contoh, berikut adalah ilustrasi mesin pendeteksi telur apabila telur 2 dan 3 adalah telur emas. Perhatikan bahwa ini adalah contoh, sehingga mungkin saja telur emas yang sesungguhnya merupakan pasangan telur yang lain.

Pak Dengklek ingin mencari sebuah strategi yang meminimumkan penggunaan mesin pendeteksi telur mau bagaimana pun pasangan telur emasnya. Dengan menggunakan strategi ini, dijamin bahwa Pak Dengklek dapat menentukan secara persis mana dua telur yang merupakan telur emas dengan menggunakan mesin pendeteksi telur emas paling banyak K kali. Berapakah nilai dari K?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

# Bagian B. Pemecahan Masalah Komputasional

## Soal 11-13. Mesin BCS

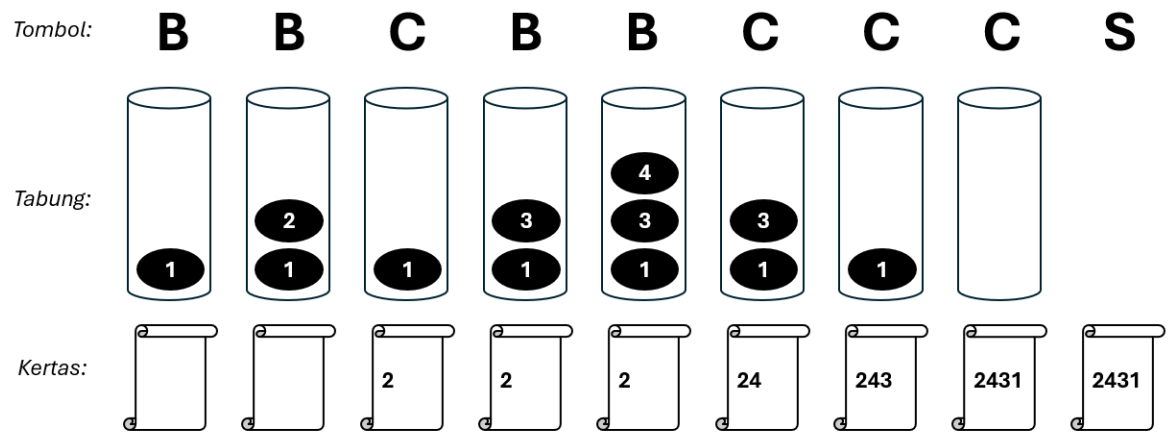
Pak Dengklek memiliki sebuah mesin ajaib yang salah satu bagiannya berbentuk tabung dengan mekanisme buka tutup di atasnya. Selain itu, Pak Dengklek juga memiliki N buah koin yang dinomori dari 1 hingga N.

Mesin ajaib ini disebut juga sebagai Mesin BCS karena terdapat tiga tombol pada mesin tersebut:

- **Tombol B ("Buka")**: Ketika ditekan, bagian atas tabung akan terbuka dan Pak Dengklek harus meletakkan koin dengan nomor terkecil miliknya yang belum pernah Pak Dengklek masukkan sebelumnya.
- **Tombol C ("Cetak")**: Ketika ditekan, mesin akan mencetak nomor koin yang berada di bagian paling atas tabung ke selembar kertas, lalu secara otomatis mengeluarkan koin tersebut dari tabung. Perhatikan bahwa koin yang dikeluarkan ini tidak akan digunakan lagi oleh Pak Dengklek. Apabila tidak ada koin pada mesin BCS, maka penekanan tombol ini akan menghasilkan *error*.
- **Tombol S ("Stop")**: Ketika ditekan, mesin akan memastikan bahwa tidak ada lagi koin di dalam tabung, lalu diakhiri dengan mengeluarkan kertas hasil cetakan yakni berupa nomor-nomor koin tanpa dipisahkan oleh spasi. Apabila masih ada koin pada mesin BCS, maka penekanan tombol ini akan menghasilkan *error*.

Karena Pak Dengklek ingin memasukkan seluruh N koin miliknya, dijamin bahwa Pak Dengklek akan melakukan tepat 2 × N + 1 penekanan tombol. Pak Dengklek juga menjamin bahwa urutan penekanan tombolnya tidak akan menghasilkan *error*.

Sebagai contoh, Pak Dengklek memiliki N = 4 koin dan akan dilakukan penekanan tombol secara berurutan sebagai berikut: "BBCBBCCCS". Perhatikan bahwa kertas hasil cetakan pada akhirnya akan berisi "2431" dengan penjelasan sebagai berikut.



**Soal 11**. Jika Pak Dengklek memiliki N = 6 koin dan melakukan penekanan tombol secara berurutan sebagai berikut: "BBCBCBBCCCBCS", maka apakah isi dari kertas hasil cetakan pada akhirnya?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA tanpa tanda petik.**

---

**Soal 12**. Jika Pak Dengklek memiliki N = 9 koin dan setelah melakukan penekanan tombol didapatkan kertas hasil cetakan pada akhirnya berisi "543628971", maka bagaimanakah urutan penekanan tombol yang dilakukan oleh Pak Dengklek? Perhatikan bahwa urutan penekanan tombol harus diakhiri dengan tombol S ("Stop").

**Tuliskan jawaban dalam bentuk STRING tanpa tanda petik.**

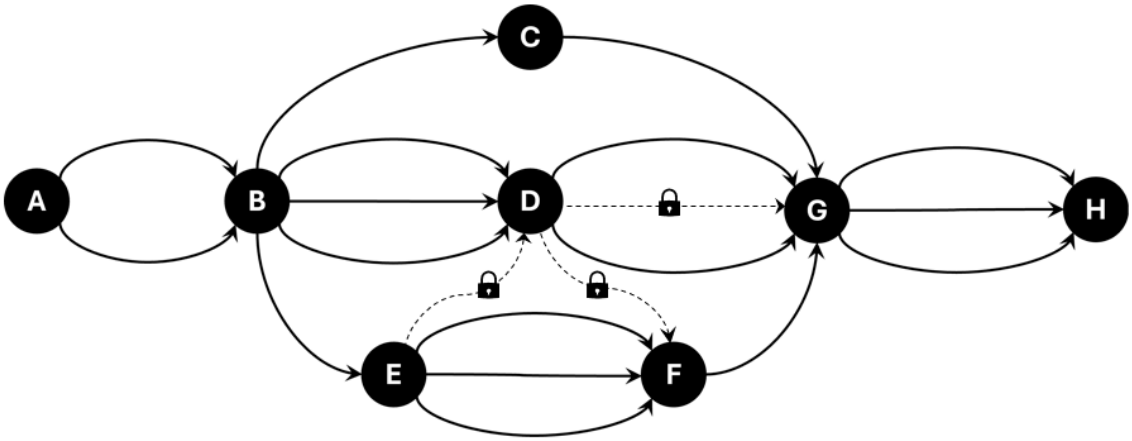
---

**Soal 13**. Jika Pak Dengklek memiliki N = 6 koin, dari 5 kemungkinan isi dari kertas hasil cetakan berikut, manakah yang sebenarnya tidak mungkin Pak Dengklek dapatkan?

A. "453216"
B. "321654"
C. "243651"
D. "534621"
E. "123456"

## Soal 14-16. Perjalanan ke Timur

Bebek-bebek Pak Dengklek baru saja menyelesaikan film petulangan "Perjalanan ke Barat". Karena mereka sangat menyukai film tersebut, hari ini mereka ingin sekali bertualang.



Petualangan mereka dinamakan "Perjalanan ke Timur", karena dari tempat mereka berasal yakni titik A, mereka hanya dapat bergerak ke arah kanan melewati lajur-lajur dengan arah panah. Mereka ingin mencapai titik terkanan yakni titik H. Namun, ternyata diketahui bahwa terdapat banyak sekali rute yang dapat mereka tempuh, misalnya dari titik A ke titik B saja ada 2 lajur berbeda yang dapat mereka lewati.

Setelah diteliti kembali, ternyata juga terdapat 3 lajur rahasia yang masing-masing ditutup dengan sebuah gembok, yakni lajur dari E ke D, dari D ke F, dan salah satu lajur dari D ke G. Untuk melewati lajur rahasia tersebut, dibutuhkan sebuah kunci sakti. Satu kunci sakti hanya dapat digunakan untuk membuka gembok maksimal satu kali saja.

Bebek-bebek Pak Dengklek penasaran untuk menghitung banyaknya kemungkinan rute berbeda yang dapat mereka lalui jika mereka ingin pergi dari titik A ke titik H dengan syarat hanya boleh mengambil lajur ke arah kanan (mengikuti arah panah). Perhatikan bahwa dua kemungkinan rute dikatakan berbeda apabila ada lajur yang dilalui oleh satu rute tapi tidak dilalui oleh rute yang lainnya.

---

**Soal 14**. Jika bebek-bebek Pak Dengklek tidak memiliki kunci sakti, berapakah banyak kemungkinan rute berbeda yang dapat mereka lalui?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

---

**Soal 15**. Jika bebek-bebek Pak Dengklek memiliki tiga kunci sakti, berapakah banyak kemungkinan rute berbeda yang dapat mereka lalui?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

---

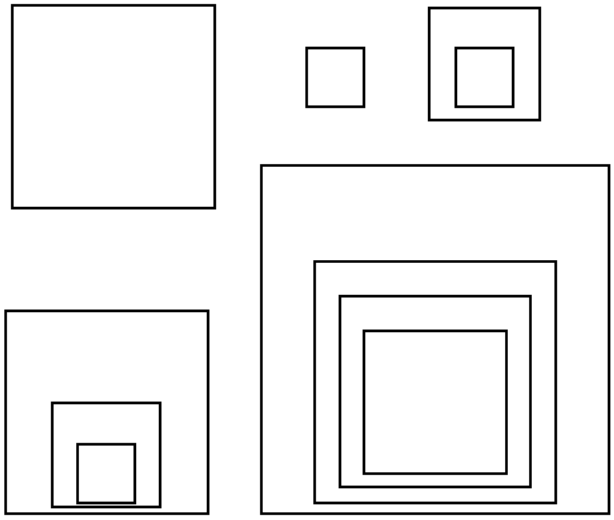
**Soal 16**. Jika bebek-bebek Pak Dengklek memiliki hanya satu kunci sakti, berapakah banyak kemungkinan rute berbeda yang dapat mereka lalui?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

## Soal 17-19. Menyimpan Kotak Penyimpanan

Pak Dengklek menyukai estetika, sehingga ia ingin sekali membersihkan gudang di samping kandang-kandang bebeknya yang sudah lama tidak dirapikan.

Di dalam gudang tersebut ternyata ada banyak sekali kotak-kotak kardus penyimpanan. Setiap kotak kardus memiliki bentuk kubus. Agar lebih rapi, Pak Dengklek bisa saja menaruh sebuah kotak kardus di dalam sebuah kotak kardus lainnya, asalkan panjang sisi kotak kardus yang di dalam lebih kecil dibandingkan panjang sisi kotak kardus yang di luar. Perhatikan bahwa bisa jadi ada kotak kardus di dalam sebuah kotak kardus, yang berada di dalam kotak kardus, yang berada di dalam kotak kardus lainnya, dan seterusnya.



Karena alasan estetika, Pak Dengklek ingin agar seluruh kotak, jika dibuka, akan terlihat di dalamnya maksimal satu kotak kardus saja. Tentunya, jika memang terlihat satu kotak kardus di dalamnya, Pak Dengklek bisa saja membuka kotak kardus tersebut, dan di dalamnya juga harus terlihat maksimal satu kotak kardus saja, dan seterusnya.

Agar gudang terlihat lebih rapi, Pak Dengklek ingin meminimalkan banyaknya kotak kardus yang terlihat (dari luar) di gudang tersebut.

---

**Soal 17**. Apabila terdapat 10 kotak kardus dengan panjang sisi masing-masing adalah:

1, 1, 2, 2, 2, 3, 3, 4, 6, 8;

maka berapakah banyaknya kotak kardus paling sedikit yang mungkin yang dapat terlihat dari luar?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

---

**Soal 18**. **BENAR** atau **SALAH**: Apabila seluruh kotak kardus di gudang memiliki panjang sisi yang berbeda-beda antara satu dengan yang lainnya, maka banyaknya kotak kardus paling sedikit yang mungkin yang dapat terlihat dari luar adalah satu kotak saja.

**Tuliskan jawaban dalam bentuk BENAR/SALAH dengan huruf kapital.**

---

**Soal 19**. Terdapat 70 kotak kardus dengan daftar sebagai berikut.

| Panjang Sisi | Banyaknya Kotak Kardus |
|---|---|
| **2** | 5 |
| **3** | 12 |
| **5** | 19 |
| **8** | 4 |
| **13** | 15 |
| **21** | 7 |
| **34** | 8 |

Maka, berapakah banyaknya kotak kardus paling sedikit yang mungkin yang dapat terlihat dari luar?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

## Soal 20-22. Kartu Huruf Ajaib

Pak Dengklek memiliki 26 kartu ajaib. Pada awalnya, kartu ajaib pertama berisi huruf 'A', kartu ajaib kedua berisi huruf 'B', dan seterusnya hingga kartu ajaib ke-26 berisi huruf 'Z'.

Dengan menjentikkan jarinya satu kali, Pak Dengklek akan mengubah semua isi kartu ajaib miliknya sekaligus. Lebih detailnya, apabila kartu berisi suatu huruf, maka kartu tersebut akan berubah isinya menjadi suatu huruf lain, yang dapat disimak dalam tabel berikut.

| **Jika sebelumnya adalah** | **A** | **B** | **C** | **D** | **E** | **F** | **G** | **H** | **I** | **J** | **K** | **L** | **M** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maka akan berubah menjadi | B | C | B | C | F | H | F | I | F | E | E | N | L |

| **Jika sebelumnya adalah** | **N** | **O** | **P** | **Q** | **R** | **S** | **T** | **U** | **V** | **W** | **X** | **Y** | **Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maka akan berubah menjadi | M | P | T | P | Q | Q | U | V | W | X | T | W | V |

---

**Soal 20**. Pada awalnya, kartu ajaib pertama berisi huruf 'A', kartu ajaib kedua berisi huruf 'B', dan seterusnya hingga kartu ajaib ke-26 berisi huruf 'Z'. Apabila Pak Dengklek menjentikkan jarinya sebanyak 33 kali, maka apakah isi kartu ajaib ke-10 pada akhirnya?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk HURUF KAPITAL.**

**Soal 21**. Pada awalnya, kartu ajaib pertama berisi huruf 'A', kartu ajaib kedua berisi huruf 'B', dan seterusnya hingga kartu ajaib ke-26 berisi huruf 'Z'. Pak Dengklek menjentikkan jarinya sebanyak 3333 kali, lalu melihat isi seluruh kartu ajaib miliknya. Berapa banyak huruf berbeda yang dapat Pak Dengklek lihat pada kartu-kartu ajaib miliknya?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

---

**Soal 22**. Pada awalnya, kartu ajaib pertama berisi huruf 'A', kartu ajaib kedua berisi huruf 'B', dan seterusnya hingga kartu ajaib ke-26 berisi huruf 'Z'. Pak Dengklek menjentikkan jarinya sebanyak 333333 kali, lalu melihat isi seluruh kartu ajaib miliknya. Huruf apakah yang muncul paling banyak pada kartu-kartu ajaib milik Pak Dengklek? Jika terdapat lebih dari satu kemungkinan huruf, pilihlah huruf dengan indeks terkecil secara alfabetik.

**Tuliskan jawaban dalam bentuk HURUF KAPITAL.**

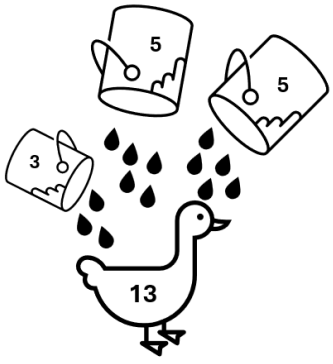
## Soal 23-25. Bebek Gayung

Pak Dengklek memiliki N ekor bebek yang dinomori dari Bebek ke-1 hingga Bebek ke-N. Karena hari ini adalah Hari Mandi Nasional, Pak Dengklek ingin memandikan seluruh bebek-bebeknya.

Diketahui bahwa Pak Dengklek memiliki dua buah gayung. Dengan gayung pertama, Pak Dengklek dapat secara tepat mengambil X liter; sedangkan dengan gayung kedua, Pak Dengklek dapat secara tepat mengambil Y liter. Perhatikan bahwa Pak Dengklek tidak bisa mengira-ngira bagian dari gayung tersebut, sehingga Pak Dengklek tidak dapat mengambil tepat separuh dari X liter atau sepertiga dari Y liter misalnya.

Bebek-bebek Pak Dengklek sebenarnya tidak suka mandi. Sehingga, mereka memberikan dua persyaratan kepada Pak Dengklek agar mereka mau mandi sebagai berikut:

1. Sekali Pak Dengklek mengambil air dengan gayung, maka air tersebut harus langsung digunakan untuk mandi.
2. Bebek ke-P ingin mandi dengan air sebanyak tepat P liter.



Sebagai contoh, dimisalkan Pak Dengklek memiliki dua gayung berukuran X = 3 liter dan Y = 5 liter. Dengan persyaratan-persyaratan yang telah disebutkan, untuk Bebek ke-13 misalnya, Pak Dengklek bisa memandikannya dengan mengambil air dari gayung 3 liter sebanyak sekali dan dari gayung 5 liter sebanyak dua kali. Namun, perhatikan bahwa Pak Dengklek tidak bisa memandikan beberapa bebek; misalnya Bebek ke-2 atau Bebek ke-4.

---

**Soal 23**. Jika diketahui bahwa Pak Dengklek memiliki N = 20 bebek serta dua gayung berukuran X = 3 liter dan Y = 5 liter, maka berapakah banyak bebek yang tidak bisa dimandikan oleh Pak Dengklek?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

---

**Soal 24**. Jika diketahui bahwa Pak Dengklek memiliki N = 1000 bebek serta dua gayung berukuran X = 9 liter dan Y = 21 liter, maka berapakah banyak bebek yang tidak bisa dimandikan oleh Pak Dengklek?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

---

**Soal 25**. **BENAR** atau **SALAH**: Meskipun Pak Dengklek memiliki N = 1000000000000000000 bebek, hanya dengan dua gayung berukuran X = 3 liter dan Y = 100 liter saja, banyak bebek yang tidak bisa dimandikan oleh Pak Dengklek ternyata kurang dari 100 ekor.

**Tuliskan jawaban dalam bentuk BENAR/SALAH dengan huruf kapital.**

# Bagian C. Pemahaman Algoritma dalam Bahasa C++

## Soal 26-28. Modulo Tiga

Perhatikan potongan kode program berikut.

```
int TIGA(int N) {
    if (N <= 1) {
        return 1;
    } else if (N % 3 == 0) {
        return TIGA(N - 1) + TIGA(N - 3);
    } else if (N % 3 == 1) {
        return TIGA(N - 2);
    } else {
        return TIGA(N - 3);
    }
}
```

---

**Soal 26**. Dari 5 pilihan pemanggilan berikut, manakah yang hasil kembaliannya paling besar?

A. **TIGA(2)**
B. **TIGA(6)**
C. **TIGA(14)**
D. **TIGA(18)**
E. **TIGA(25)**

---

**Soal 27**. Berapa banyak dari 2025 pemanggilan **TIGA(1)**, **TIGA(2)**, **TIGA(3)**, dan seterusnya hingga **TIGA(2025)**; yang menghasilkan nilai kembalian berupa 1?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

---

**Soal 28**. Berapakah hasil dari penjumlahan:

**TIGA(1)** + **TIGA(2)** + **TIGA(3)** + ... + **TIGA(100)**?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

## Soal 29-31. FUN dan GSI

Perhatikan potongan kode program berikut.

```
int GSI(vector<int> B, int x, int y) {
    return B[y] - B[x - 1];
}

int FUN(vector<int> A) {
    int N = A.size();

    vector<int> B;
    B.push_back(0);
    for (int i = 0; i < N; i++) {
        B.push_back(B[i] + A[i]);
    }

    int out = 0;
    for (int i = 1; i <= N; i++) {
        for (int j = i; j <= N; j++) {
            out = max(out, GSI(B, i, j));
        }
    }
    return out;
}
```

---

**Soal 29**. Perhatikan bahwa pada pemanggilan fungsi **FUN(A)**, akan terbentuk *vector* B di dalam fungsi tersebut. Apabila isi dari *vector* A adalah {1, 2, 3, 4, 5}, maka dari 5 pilihan berikut, manakah isi dari *vector* B?

A. {1, 3, 6, 10, 15}
B. {0, 1, 3, 6, 10, 15}
C. {0, 1, 2, 3, 4, 5}
D. {0, 2, 4, 6, 8, 10}
E. {15, 15, 15, 15, 15}

---

**Soal 30**. Perhatikan bahwa pada pemanggilan fungsi **FUN(A)**, akan terbentuk *vector* B di dalam fungsi tersebut. Apabila isi dari *vector* A adalah {1, 2, 3, 4, 5}, dari 5 pilihan pemanggilan berikut, manakah yang hasil kembaliannya paling besar?

**A. GSI(B, 1, 4)**
**B. GSI(B, 2, 4)**
**C. GSI(B, 4, 5)**
**D. GSI(B, 5, 5)**
**E. GSI(B, 3, 4)**

**Soal 31**. Berapakah hasil kembalian dari pemanggilan:

**FUN({3, -2, 4, -3, 1, -4, 2, -1, 4, 3, -2, 3, -4, 2, -2, 3})**?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

## Soal 32-34. Dua String

Perhatikan potongan kode program berikut.

```
int DUA(string S, string T) {
      int N = S.length();
      int M = T.length();

      int P = 0;
      for (int i = 0; i <= N - M; i++) {
            int Q = 1;
            for (int j = 0; j < M; j++) {
                  if (S[i + j] != T[M - 1 - j]) {
                        Q = 0;
                  }
            }
            P += Q;
      }
      return P;
}
```

---

**Soal 32**. Berapakah hasil kembalian dari pemanggilan:

**DUA(“ABCBAABCCBAABC”, ”CBA”)**?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

---

**Soal 33**. Akan dipanggil:

**DUA(“BBABAABBAAABBABBAAABBBAAABBABBA”, T)**

yang mana T adalah sebuah string dengan panjang minimal 3.

Dari seluruh kemungkinan nilai string T, berapakah hasil kembalian paling besar dari pemanggilan tersebut?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

---

**Soal 34**. Jika diketahui bahwa nilai string S = “ACCAAACCA”, maka berapakah banyak kemungkinan string T sedemikian sehingga hasil kembalian dari pemanggilan **DUA(S, T)** sama dengan 2? Perhatikan bahwa tidak ada syarat mengenai panjang dari string T.

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

## Soal 35-37. Rahasia Petak 5x5

Perhatikan potongan kode program berikut.

```
int RAHASIA(vector<int> A) {
    int N = A.size();

    int sum = 0;
    for (int i = 0; i < N; i++) {
        int ctr = 0;
        for (int j = 0; j < N; j++) {
            if (A[j] > A[i]) {
                ctr += 1;
            } else if (A[j] < A[i]) {
                ctr -= 1;
            }
        }
        if (ctr == 0) {
            sum += A[i];
        }
    }
    return sum;
}

int PETAK(vector<vector<int>> B) {
    int N = B.size();

    vector<int> C;
    for (int i = 0; i < N; i++) {
        C.push_back(RAHASIA(B[i]));
    }

    return RAHASIA(C);
}
```

---

**Soal 35**. Berapakah hasil kembalian dari pemanggilan **RAHASIA({16, 5, 20, 1, 11})**?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

---

**Soal 36**. Berapakah hasil kembalian dari pemanggilan:

**PETAK({16, 5, 20, 1, 11}, {2, 17, 13, 14, 19}, {15, 7, 21, 18, 9}, {25, 6, 4, 12, 22}, {23, 3, 24, 8, 10})**?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

**Soal 37**. Akan dipanggil:

**PETAK({a, b, c, d, e}, {f, g, h, i, j}, {k, l, m, n, o}, {p, q, r, s, t}, {u, v, w, x, y})**

yang mana setiap huruf 'a' hingga 'y' akan berisi 25 bilangan bulat berbeda dari rentang 1 hingga 25.

Dari seluruh kemungkinan cara pengisian setiap hurufnya, berapakah hasil kembalian paling besar dari pemanggilan tersebut?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

## Soal 38-40. Merah-Putih Nusantara

Perhatikan potongan kode program berikut.

```
int MERAH(int A, int B) {
    if (B == 0) {
        return A;
    } else {
        return MERAH(B, A % B);
    }
}

int PUTIH(int A, int B, int C) {
    if (C == 0) {
        return 0;
    } else if (MERAH(A, C) == B) {
        return 1 + PUTIH(A, B, C - 1);
    } else {
        return PUTIH(A, B, C - 1);
    }
}

int NUSANTARA(int A, int B) {
    return PUTIH(A, B, A);
}
```

---

**Soal 38**. Dari 5 pilihan pemanggilan berikut, manakah yang hasil kembaliannya paling besar?

A. **MERAH(24, 4)**
B. **MERAH(24, 9)**
C. **MERAH(24, 17)**
D. **MERAH(24, 18)**
E. **MERAH(24, 34)**

---

**Soal 40**. Berapakah hasil kembalian dari pemanggilan **NUSANTARA(2025, 135)**?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

**Soal 39**. Berapakah hasil kembalian dari pemanggilan **NUSANTARA(12, 3)**?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

# KUNCI JAWABAN

1. D
2. D
3. 8
4. 4
5. 1559550
6. 44
7. 5
8. C
9. 20
10. 5
11. 235416
12. BBBBBCCCBCCBBCBCCCS
13. D
14. 60
15. 120
16. 108
17. 3
18. BENAR
19. 19
20. H
21. 13
22. T
23. 4
24. 673
25. BENAR
26. D
27. 1350
28. 661
29. B
30. A
31. 9
32. 3
33. 7
34. 7
35. 11
36. 12
37. 17
38. D
39. 2
40. 8

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# KEBUMIAN

Kumpulan Soal OSN

1. **[e]** Salah satu bukti bahwa Bumi berusia lebih dari 4,5 miliar tahun adalah berasal dari …
   A. penanggalan meteorit.
   B. radioisotop C pada mineral yang terdapat pada batuan tertua di Bumi.
   C. perhitungan berdasarkan laju pendinginan Bumi.
   D. pengukuran ketebalan lapisan batuan sedimen.
   E. fosil tertua yang ditemukan di Bumi.

2. **[e]** Pernyataan yang paling tepat untuk mendefinisikan siklus batuan adalah …
   A. pergerakan batu-batuan besar menuruni lereng yang curam.
   B. perubahan batuan hasil pembekuan magma di kerak samudera dari punggungan Tengah samudera ke zona subduksi.
   C. pola siklus pembentukan dan pemecahan benua yang melibatkan berbagai macam batuan.
   D. proses transformasi jenis batuan yang berkelanjutan dari satu jenis ke jenis lainnya.
   E. proses perubahan batuan masif menjadi batuan yang berlapis.

3. **[m]** Pasangan batuan berikut yang terbentuk dari magma yang memiliki komposisi umum yang sama adalah …
   A. granit dan andesit.
   B. diorit dan riolit.
   C. andesit dan diorit.
   D. peridotit dan andesit.
   E. gabro dan basal.

4. **[m]** Batuan beku yang mengkristal dari magma dan hampir seluruhnya terdiri dari kuarsa dan feldspar memiliki komposisi …
   A. granitik.
   B. ultramafik.
   C. andesit.
   D. basaltik.
   E. menengah/*intermediate.*

5. **[e]** Which of the following represents the correct order of the processes involved in sedimentary rock formation?
   A. erosion, weathering, compaction, cementation, deposition.
   B. compaction, cementation, deposition, weathering, erosion.

C. deposition, cementation, compaction, erosion, weathering.
D. weathering, erosion, deposition, compaction, cementation.
E. erosion, cementation, compaction, deposition, weathering.

6. **[e]** Batuan di bawah ini yang diendapkan hanya melalui presipitasi kimia dan non-biologis adalah …
   A. halit.
   B. batugamping.
   C. rijang.
   D. batu bara.
   E. batulempung.

7. **[e]** Gambar menunjukkan butiran sedimen pasir dan dibedakan berdasarkan derajat kebundarannya. Butiran pasir yang ter-transportasi paling jauh adalah ...
   A. A
   B. B
   C. C
   D. D
   E. E

8. **[m]** Gambar memperlihatkan jenis pelapukan yang disebut sebagai pelapukan membola (*spheroidal weathering*). Pernyataan berikut yang paling benar terkait pelapukan tersebut adalah ...
   A. Pelapukan fisika yang membentuk cangkang-cangkang konsentris atau bulat (dengan ketebalan antara 2 cm hingga 2 m) pada batuan sedimen berbutir membundar, yang secara bertahap terlepas dan terpisah dari blok batuan utama.
   B. Air bereaksi dengan mineral yang tidak stabil seperti feldspar dan piroksen, membentuk mineral lempung yang dapat mengembang dan menyusut dalam siklus basah-kering, sehingga batuan mengalami pelapukan.
   C. Terdapat kekar ekstensi yang intensif. Banyaknya kekar tersebut menyebabkan terjadinya pelapukan membundar.
   D. Pelapukan ini terjadi pada berbagai jenis batuan lunak seperti batulempung, batu lanau.
   E. Pelapukan *spheroidal* yang biasanya hanya terjadi pada batuan dalam skala kecil.

9. **[m]** Berikut adalah jenis metamorfisme batuan yang umum terjadi. Pernyataan yang tidak tepat adalah …
   A. Metamorfisme hidrotermal karena kontak air panas dengan batuan.
   B. Metamorfisme regional terjadi pada area yang sangat luas misalnya di daerah tumbukan lempeng.
   C. Metamorfisme kontak terjadi di sekitar tubuh intrusi.
   D. Metamorfisme pemendaman terjadi di daerah delta sungai karena akumulasi sedimen yang tebal.
   E. Metamorfisme tubrukan bisa terjadi di sekitar kawah meteor.

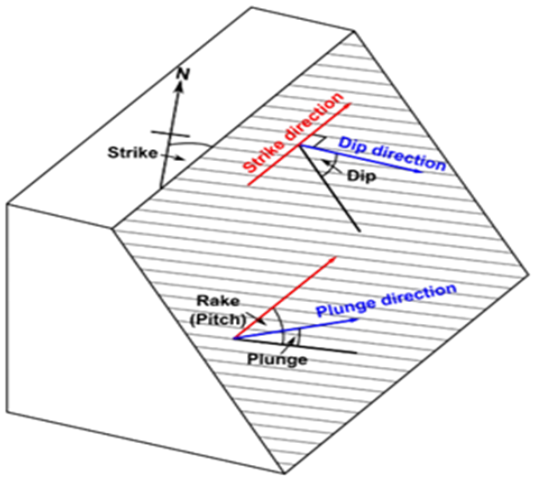
10. **[h]** Tekstur batuan metamorf sangat bervariasi, dipengaruhi oleh proses metamorfisme dan komposisi mineral protolitik. Umumnya, struktur batuan metamorf diklasifikasikan menjadi dua kelompok besar: foliasi dan non-foliasi. Batuan metamorf berfoliasi yang skistositasnya paling jelek disebut …
    A. *slate* (batusabak).
    B. sekis.
    C. filit.
    D. genis.
    E. milonit.

11. **[h]** Polimorfisme adalah kemampuan suatu komposisi kimia tertentu untuk mengkristal dalam lebih dari satu bentuk struktur kristal. Fenomena ini umumnya terjadi sebagai respons terhadap perubahan suhu, tekanan, atau keduanya. Mineral manakah berikut ini yang merupakan polimorf dari intan?
    A. kalsit.
    B. goetit.
    C. grafit.
    D. leukit.
    E. pirit.

12. **[e]** Mineral silikat diklasifikasikan sebagai ferromagnesian atau non-ferromagnesian berdasarkan …
    A. ada atau tidaknya mineral tersebut di kerak benua.
    B. ada atau tidaknya unsur besi dan magnesium dalam struktur kristalnya
    C. apakah mineral tersebut merupakan mineral pembentuk batuan yang umum atau mineral pelengkap yang langka.
    D. apakah mineral tersebut terdiri atas lembaran tetrahedron silikat atau jaringan tetrahedron silikat tiga dimensi.
    E. apakah mineral tersebut menjadi mineral utama pada batuan beku atau tidak.

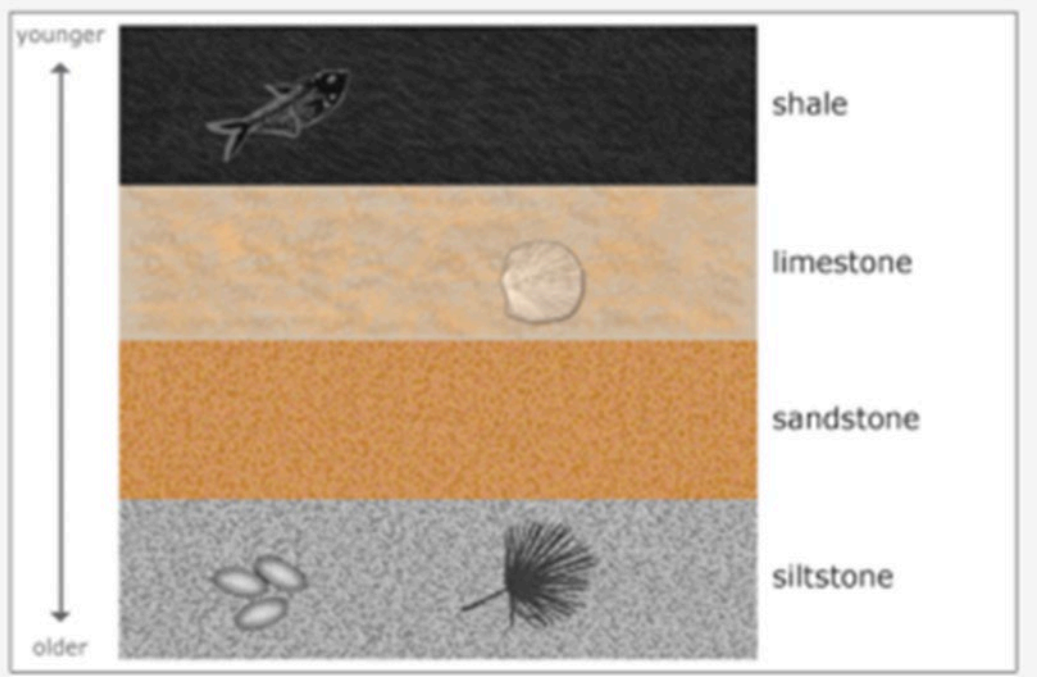
13. **[h]** Pada topografi bergelombang, sekumpulan lapisan yang kemiringannya seragam menunjukkan pola singkapan berbentuk 'V' dengan puncaknya mengarah ke hilir di sebuah lembah. Hal itu menunjukkan bahwa …
    A. kemiringan lapisan lebih besar dari kemiringan lembah.
    B. kemiringan lapisan lebih kecil dari kemiringan lembah.
    C. lapisan-lapisan tersebut vertikal.
    D. lapisan-lapisan tersebut horizontal.
    E. lapisan-lapisan tersebut memotong lembah.

14. **[m]** Struktur geologi secara umum dibagi menjadi struktur primer dan struktur sekunder. Struktur primer terbentuk bersamaan dengan proses pembentukan batuan, sementara struktur sekunder terbentuk akibat gaya-gaya tektonik yang menyebabkan deformasi batuan. Struktur geologi utama yang sering dibahas adalah lipatan, sesar, dan kekar. Struktur *horst* dan *graben* biasanya terbentuk oleh adanya …
    A. sesar diagonal.
    B. sesar naik.
    C. sesar naik.
    D. sesar geser.
    E. sesar normal.




15. **[h]** Dalam geologi struktur dijumpai istilah *Plunge* dan *Pitch*. *Plunge* adalah sudut vertikal antara garis atau sumbu lipatan dengan bidang horizontal. *Pitch* adalah sudut antara garis atau sumbu lipatan dengan garis kemiringan (*strike*) pada bidang tempat garis tersebut terletak (lihat gambar). Jika *Plunge* dan *Pitch* memiliki nilai yang sama pada suatu lapisan batuan, maka lapisan tersebut …
    A. horizontal.

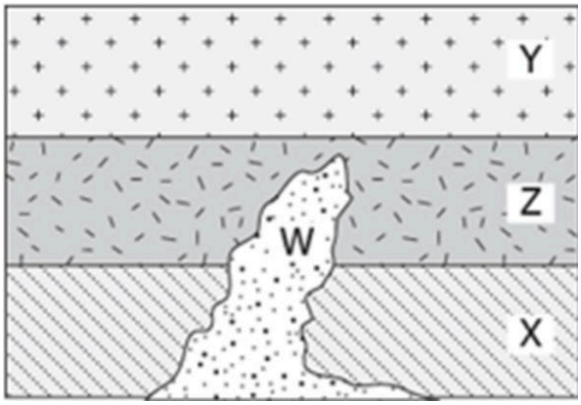
B. vertikal.
C. miring.
D. miring 45°.
E. diagonal.




16. **[m]** Gambar memperlihatkan lapisan batuan yang mengandung fosil. Batuan yang paling muda mengandung fosil ikan air tawar, kemudian batu gamping di bawahnya mengandung fosil cangkang kerang yang cukup tebal. Kemudian di bawahnya yaitu berupa batu pasir dan lapisan batuan paling bawah mengandung fosil daun paku-pakuan dan telur. Berdasarkan data tersebut maka perubahan lingkungan pengendapan dari lapisan batuan tertua sampai ke batuan paling muda yang benar adalah ...
    A. sungai – darat – pesisir – danau.
    B. darat – sungai – pesisir – danau.
    C. darat– pesisir – danau – sungai.
    D. pantai – darat – sungai – danau.
    E. pesisir – darat – danau – sungai.

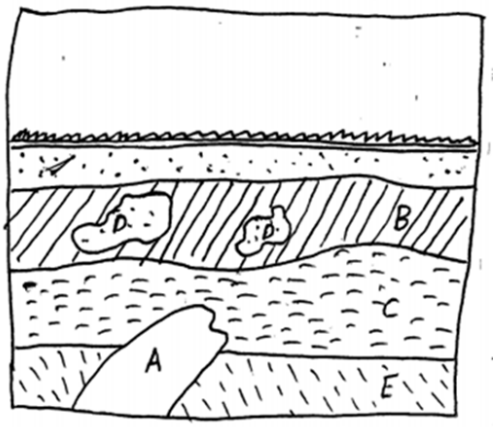
17. **[m]** Skala waktu geologi merupakan sistem referensi dan komunikasi untuk membandingkan batuan dan fosil dari seluruh dunia. Skala waktu geologi dibuat oleh The International Commission on Stratigraphy (ICS), yang merupakan bagian dari Persatuan Ilmu Geologi Internasional. Satuan skala waktu geologi yang lebih pendek dari periode dan lebih panjang dari zaman adalah …
    A. kala.
    B. masa.
    C. kurun.
    D. zaman.
    E. tahun.

18. **[m]** Dalam menentukan umur suatu lapisan batuan terdapat dua skala waktu yaitu skala waktu relatif menunjukkan urutan kejadian atau lapisan batuan tanpa memberikan usia spesifik dalam angka, dan skala waktu absolut memberikan usia yang pasti dalam tahun. Skala waktu absolut dapat diperoleh dari …
    A. perhitungan waktu peluruhan radioaktif unsur yang ada dalam mineral.
    B. kedalaman fosil relatif terhadap permukaan laut saat ini.
    C. konsentrasi $CO_2$ akibat terjadinya iklim sepanjang sejarah geologi.
    D. perhitungan jalur perpindahan lempeng tektonik.
    E. jumlah lapisan pada batuan sedimen.




19. **[h]** Perhatikan gambar yang menunjukkan tiga lapisan batuan sedimen dan satu intrusi beku. Dalam hal tersebut, umur relatif intrusi beku W adalah …
    A. intrusi beku W lebih muda daripada lapisan batuan sedimen Z dan X, tetapi umur relatifnya terhadap lapisan Y tidak dapat ditentukan.

B. intrusi beku W lebih muda daripada lapisan batuan sedimen Y dan Z tetapi lebih tua daripada lapisan X.
C. intrusi beku W lebih tua daripada lapisan batuan sedimen Z dan X, tetapi umur relatifnya terhadap lapisan Y tidak dapat ditentukan.
D. intrusi beku W lebih tua daripada lapisan batuan sedimen Y dan X tetapi lebih muda daripada lapisan Z.
E. batuan sedimen Y diendapkan sebelum intrusi W.




20. **[e]** Hukum stratigrafi merupakan serangkaian prinsip yang digunakan untuk memahami dan menentukan urutan, umur relatif, dan distribusi lapisan batuan. Hukum-hukum ini membantu untuk merangkai sejarah bumi dan interpretasi lapisan batuan. Perhatikan gambar. Apakah hukum dasar stratigrafi yang dapat menjelaskan hubungan antara batuan D dan B?
    A. *Law of Strata identified by fossils.*
    B. *Law* of *Cross-cutting relationships.*
    C. *Law of Inclusions.*
    D. *Law of Superposition.*
    E. *Law* of *Unconformities.*

21. **[m]** Metode gravitasi adalah salah satu metode geofisika untuk mengetahui kondisi bawah permukaan Bumi. Pernyataan yang tidak tepat terkait metode ini adalah …
    A. Metode tersebut mengukur variasi nilai gravitasi.
    B. Perhitungannya dipengaruhi oleh posisi lintang titik ukur.
    C. Hasil pengukurannya dipengaruhi oleh densitas batuan di bawah permukaan.

D. Tidak terkait dengan kondisi pasang surut air laut.
E. Metode ini disebut metode *non invasi.*

22. **[e]** Fakta yang salah terkait gempa bumi adalah …
A. terjadi karena penjalaran gelombang seismik melewati tubuh batuan.
B. skala Richter adalah skala magnitudo gempa berdasarkan pengamatan gelombang P.
C. magnitudo gempa dihitung berdasarkan amplitudo gelombang seismik.
D. beda waktu tiba gelombang P dan gelombang S di sebuah stasiun seismik menunjukkan jarak sumber gempa dengan stasiun tersebut.
E. gempa bumi dalam umumnya terjadi di daerah subduksi.

23. **[e]** Air tanah adalah air yang mengisi rongga-rongga pada lapisan batuan dalam keadaan jenuh dan dengan jumlah yang cukup. Sebagian besar air tanah berasal dari air permukaan yang meresap masuk ke dalam tanah yang merupakan proses peredaran air atau siklus hidrologi. Proses aliran air tanah adalah sebagai berikut ...
A. dari dataran rendah ke dataran tinggi.
B. dari zona jenuh ke zona aerasi.
C. dari akuifer ke akuifug.
D. dari daerah berbatuan porositas rendah ke daerah berbatuan porositas tinggi.
E. dari daerah bertekanan hidrolik tinggi ke daerah bertekanan hidrolik rendah.

24. **[e]** Akuifer adalah lapisan batuan bawah tanah yang mengandung air dan mampu menyimpan serta mengalirkan air tanah dalam jumlah yang cukup dan ekonomis. Secara sederhana, akuifer adalah tempat penyimpanan air bawah tanah yang besar. Lapisan batuan yang kaya akan mineral lempung dapat mencegah masuknya air tanah ke bawah karena lapisan tersebut …
A. tidak berpori atau permeabel.
B. sangat berpori dan sangat permeabel.
C. sangat berpori tetapi tidak terlalu permeabel.
D. sangat permeabel tetapi tidak terlalu berpori.
E. tidak berpori dan tidak permeabel.

25. **[m]** Gerakan massa merupakan gerakan ke arah bawah material pembentuk lereng akibat gravitasi yang dapat berupa tanah, batu, timbunan buatan atau campuran dari material lain. Potensi gerakan massa merupakan kemungkinan suatu daerah dapat mengalami kejadian longsor atau gerakan massa. Gerakan massa sering terjadi di sepanjang batas lempeng konvergen karena …
    A. vegetasi ringan dan curah hujan tinggi.
    B. iklim kering dan kebakaran hutan yang sering terjadi.
    C. topografi kasar dan aktivitas seismik tinggi.
    D. sedimen yang tidak terkonsolidasi dan kering.
    E. batuan daerah tersebut memiliki intensitas kekar yang tinggi.

26. **[m]** Wilayah pesisir pantai suatu daerah sering menunjukkan interaksi antara proses darat dan laut. Proses darat pantai berupa wilayah pesisir pantai dengan kondisi batuan dasar dapat berupa batuan, sedimen pasir maupun sedimen lumpur dan proses sungai di muara sungai. Sedangkan proses laut dapat berupa pasang surut, arus laut maupun gelombang laut. Kategori pantai yang mempunyai iri-ciri pantai berlumpur dengan sedimen dasar lempung- lanau basah, vegetasi Mangrove, nipah, ketapang laut, dan mempunyai ciri lain garis pantainya selalu maju ke arah laut adalah jenis pantai yang dinamakan …
    A. pantai *Fjord.*
    B. pantai *Cliff.*
    C. pantai *Emergenc*e.
    D. pantai *Ria.*
    E. pantai *Atoll.*

27. **[e]** Interaksi antara proses darat berupa aliran sungai dan energi laut berupa gelombang serta arus *longshore* di wilayah muara sungai dapat membentuk morfologi pantai khusus. Salah satu bentuknya adalah endapan pasir yang terbawa oleh arus *longshore*, membentuk gosong pasir yang memanjang dari garis pantai dan menjulur ke laut, kadang sebagian menutup muara sungai. Ketampakan morfologi ini dinamakan ...
    A. *Sea Bar.*
    B. *Spit Bar.*
    C. *Beach Bar.*
    D. *River Bar.*
    E. *Coastal Bar.*

28. **[e]** Kita sering melakukan wisata air seperti di Bunaken, Raja Ampat untuk menikmati keindahan pemandangan bawah laut yang relatif dangkal. Karena tidak bisa menyelam, kita hanya menaiki perahu yang bagian bawahnya dibuat tembus pandang. Saat melihat ke dasar laut melalui air yang sangat jernih, dasar laut tampak lebih dangkal dari kedalaman sebenarnya. Peristiwa tersebut sesuai dengan kaidah dalam ...
    A. Hukum Archimedes.
    B. Hukum Gravitasi Newton.
    C. Hukum Pascal.
    D. Hukum Snellius.
    E. Hukum Darcy.

29. **[m]** To conduct a marine survey, we will use an ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) to measure ...
    A. sound wave height.
    B. sea water temperature.
    C. high and low tides.
    D. direction and speed of sea waves.
    E. speed and direction of currents.

30. **[e]** Dalam oseanografi, kita sering melakukan pengukuran terhadap sifat fisika dan kimia air laut. Salah satu sifat fisika yang penting adalah gelombang suara di bawah laut, yang dapat berbeda pada tiap kedalaman. Jika Anda diminta memilih alat yang tepat untuk mengukur atau mendeteksi gelombang suara di laut, maka alat yang sebaiknya digunakan adalah …
    A. *Soundmeter.*
    B. *Hydrometer.*
    C. *Hydrophone.*
    D. *Hydrograph.*
    E. *Currentmeter.*

31. **[m]** Kesuburan perairan laut sangat dipengaruhi oleh ketersediaan nutriea, intensitas penyinaran matahari, dan kelimpahan fitoplankton serta *zooplankton*. Di wilayah tropis, musim dan arah angin sangat memengaruhi proses naiknya nutriea dari laut dalam (*upwelling*) ke permukaan. Musim dengan kesuburan laut maksimum — ditandai dengan melimpahnya fitoplankton dan *zooplankton* — biasanya terjadi pada periode …
    A. November-Desember-Januari.

B. Februari-Maret-April.
C. Mei-Juni-Juli.
D. Agustus-September-Oktober.
E. Juli-Agustus-September.

32. **[e]** Dalam survei di perairan laut dangkal, kita sering menemukan ekosistem terumbu karang yang sehat dan kaya keanekaragaman hayati, baik dari jenis hewan maupun tumbuhan laut. Ikan-ikan yang hidup di kawasan ini sangat beragam dan memiliki warna-warna cerah yang mencolok. Kondisi beragamnya warna ikan tersebut terutama disebabkan oleh ...
    A. salinitas air laut sangat tinggi dan cahaya matahari mencapai dasar perairan.
    B. salinitas air laut sangat rendah dan cahaya matahari mencapai dasar perairan.
    C. temperatur air laut tinggi dan cahaya matahari mencapai dasar perairan.
    D. temperatur air laut sangat rendah dan cahaya matahari mencapai dasar perairan.
    E. temperatur air laut sedang dan cahaya matahari mencapai dasar perairan.

33. **[m]** Distribusi temperatur air laut secara vertikal menunjukkan bahwa suhu air laut semakin dalam akan semakin menurun. Suhu di permukaan laut sangat dipengaruhi oleh olakan dari angin dan gelombang laut sehingga terjadi pencampuran air (*mixed layer*) yang bisa mencapai kedalaman sekitar 500 meter. Pada kedalaman 500 meter hingga sekitar 1000 meter terdapat lapisan termoklin permanen (*permanent thermocline*) dengan suhu air laut menurun secara signifikan. Selanjutnya, di kedalaman antara 1000 meter sampai sekitar 5000 meter suhu air laut turun hingga sekitar 3 °C. Temperatur lapisan tercampur (*mixed layer*) berbeda-beda tergantung posisi garis lintang di samudera. Pernyataan berikut ini yang paling benar adalah …
    A. Temperatur air laut tercampur di lintang rendah berkisar antara 10 °C – 15 °C.
    B. Temperatur air laut tercampur di lintang tinggi berkisar antara 5 °C – 10 °C.
    C. Lapisan termoklin pada lintang sedang dengan temperatur berkisar 5 °C – 10 °C.

D. Lapisan termoklin pada lintang rendah dengan temperatur berkisar 5 °C – 10 °C.
E. Lapisan termoklin pada lintang rendah dengan temperatur berkisar 1 °C – 5 °C.

34. **[h]** Arus laut merupakan besaran vektor yang memiliki nilai kecepatan dan arah. Di suatu lokasi, titik A, terdapat tiga arus yang memengaruhi pergerakan massa air:
    i. Arus laut dari arah Timur menuju Barat dengan kecepatan Q meter per detik.
    ii. Arus laut dari arah Timur Laut menuju Barat Daya dengan kecepatan yang sama, yaitu Q meter per detik.
    iii. Arus dari muara sungai yang mengalir ke arah Barat Laut dengan kecepatan 0,5 Q meter per detik.

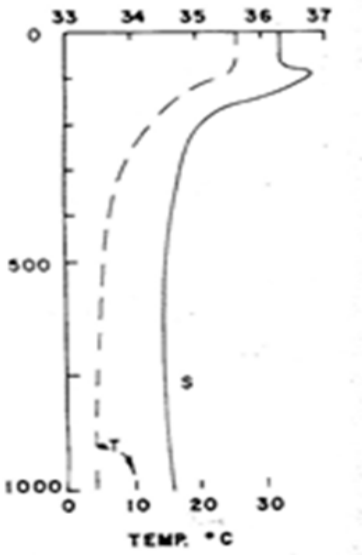
    Berdasarkan informasi tersebut, arah dominan arus total yang bekerja di titik A adalah …
    A. Ke arah Barat.
    B. Ke arah Barat Daya.
    C. Ke arah Barat Laut.
    D. Ke arah Barat dengan penyimpangan sedikit ke Selatan.
    E. Ke arah Barat dengan penyimpangan ke Utara.

35. **[m]** Pasang surut di perairan laut sangat tergantung pada posisi pemasangan alat pasang surut, atau dengan kata lain posisi pengamat pasang surut. Posisi pengamat pasang surut di suatu wilayah, misalnya titik A, harus memenuhi …
    A. koordinat garis lintang tetap (Y) dan elevasi tetap (Z).
    B. koordinat garis bujur tetap (X), garis lintang tetap (Y), dan elevasi tetap (Z).
    C. koordinat garis lintang tetap (Y), elevasi tetap (Z), dan garis bujur tetap (X).
    D. koordinat garis lintang tetap (Y), garis bujur tetap (X), dan elevasi tetap (Z).
    E. koordinat garis bujur tetap (X), elevasi tetap (Z), dan garis bujur tetap (X).

36. **[e]** Dalam oseanografi, kita mengenal sifat fisik dinamik air laut berupa gelombang laut yang terjadi akibat interaksi air laut dengan angin. Salah satu parameter gelombang laut adalah panjang gelombang. Rumus perhitungan panjang gelombang laut akan …

A. berbanding lurus dengan periode gelombang.
B. berbanding terbalik dengan periode gelombang.
C. berbanding lurus dengan kedalaman gelombang.
D. berbanding terbalik dengan kecepatan angin.
E. berbanding terbalik dengan percepatan gravitasi Bumi.

37. **[m]** Teori tentang karakteristik angin yang berhubungan dengan kondisi gelombang dikembangkan pertama kali oleh Admiral Sir Francis Beaufort (1808), yang merupakan penemu Skala Angin Beaufort. Ia memperkenalkan metode peramalan gelombang dan mendeskripsikan kondisi angin beserta gelombang yang ditimbulkan. Manakah pernyataan yang benar mengenai ciri kecepatan angin untuk kategori *moderate breeze*?
    A. Angin *moderate breeze* mempunyai kecepatan 11–16 knot atau 5,5–7,9 m/detik.
    B. Angin *moderate breeze* mempunyai kecepatan 4–6 knot atau 1,6–3,3 m/detik.
    C. Angin *moderate breeze* mempunyai kecepatan 7–10 knot atau 3,4–5,4 m/detik.
    D. Angin *moderate breeze* mempunyai kecepatan 17–21 knot atau 8,0–10,7 m/detik.
    E. Angin *moderate breeze* mempunyai kecepatan 11–16 knot atau 5,5–7,9 m/detik.



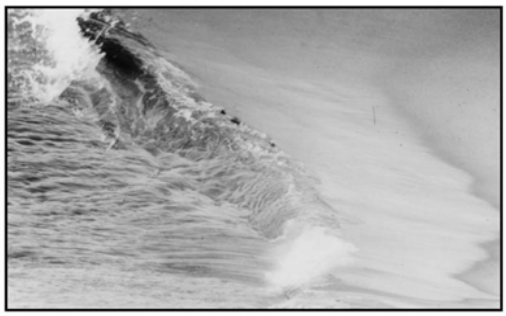
38. **[m]** Fenomena temperatur dan salinitas air laut berdasarkan survei diperoleh grafik hubungan antara suhu (garis putus-putus) dan salinitas (garis tegas) berdasarkan kedalaman laut (lihat gambar). Pilihlah pernyataan yang paling benar mengenai profil vertikal suhu dan salinitas pada grafik tersebut.
    A. Merupakan ciri profil vertikal suhu dan salinitas di Kutub.
    B. Merupakan ciri profil vertikal suhu dan salinitas di Samudera Pasifik.
    C. Merupakan ciri profil vertikal suhu dan salinitas di Samudra Atlantik.
    D. Merupakan ciri profil vertikal suhu dan salinitas di daerah Tropis.
    E. Merupakan ciri profil vertikal suhu dan salinitas di daerah Subtropis.

39. **[m]** Gelombang dari laut dalam menuju pantai akan mengalami pendangkalan dan pecah gelombang. Pilihlah dari gambar di bawah ini yang menunjukkan jenis gelombang pecah dengan tipe ***plunging.***

A.

B.

C.

D. 

E.

40. **[h]** Ada tiga fase air di Bumi dan perubahan dari satu fase ke fase lain selalu melibatkan penyerapan atau pelepasan panas. Pilihlah pernyataan yang paling benar.
    A. 1 gram es di Bumi yang bersuhu minus 40 °C mulai meleleh/mencair menyerap panas sebesar 80 kalori.
    B. 1 gram es di Bumi yang bersuhu minus 40 °C mulai meleleh/mencair akan melepaskan panas lebih dari 80 kalori.
    C. 1 gram es di Bumi yang bersuhu minus 40 °C mulai meleleh/mencair akan melepaskan panas lebih besar dari 80 kalori.
    D. 1 gram es di kutub Bumi yang bersuhu minus 40 °C akan meleleh/mencair membutuhkan panas lebih besar dari 80 kalori.
    E. 1 gram es di Bumi yang bersuhu minus 40 °C mulai meleleh/mencair akan menyerap panas lebih dari 80 kalori.

41. **[h]** Gelombang laut diukur dengan tinggi gelombang ($H_0$) sebesar 2 meter pada kedalaman perairan 8 meter dan periode gelombang 8 sekon. Jika percepatan gravitasi $g$ = 9,8 m/s$^2$ dan massa jenis air laut $\rho$ = 1,025 kg/m$^3$, maka panjang gelombang laut dalam (*deep water wave*) adalah ...
    A. 9,98 meter.
    B. 12,48 meter.
    C. 1,2 meter.
    D. 99,8 meter.
    E. 998 meter.

42. **[m]** Morfologi dasar laut mengacu pada bentuk, ukuran, dan konfigurasi dasar laut, yang dipengaruhi oleh berbagai proses geomorfologi seperti tektonik lempeng, aktivitas vulkanik, dan sedimentasi. Suatu bentukan morfologi berupa daerah dasar laut dalam yang luas dan relatif datar, tertutup oleh sedimen halus disebut sebagai…
    A. Palung laut.
    B. Pematang Tengah samudera.
    C. Guyot.
    D. *Seamount.*
    E. *Abyssal plain.*

43. **[e]** Dari pilihan berikut, yang **bukan** merupakan ciri dari *continental shelf* adalah …
    A. terdapat batugamping.
    B. merupakan bagian laut yang dangkal dan menghubungkan dengan daratan.
    C. memiliki keragaman biota yang tinggi.
    D. cahaya tidak dapat mencapai dasar dan jarang tumbuhan air bisa tumbuh.
    E. kedalaman rata-rata adalah 200 meter merupakan bagian laut yang dangkal dan menghubungkan dengan daratan.

44. **[e]** Endapan sedimen di laut karena akumulasi bagian tubuh koloni organisme laut bercangkang karbonat dan memiliki struktur dapat menyerupai punggung bukit disebut …
    A. batugamping.
    B. terumbu karang.
    C. mutiara.
    D. rijang.
    E. tanah diatome.

45. **[e]** Organisme bentik adalah organisme yang berupa hewan atau tumbuhan, dan dapat hidup di atas substrat dasar atau di dalam sedimen. Terkait dengan hidupnya di laut, organisme bentik adalah ...
    A. organisme yang hidup di dasar laut pada kedalaman berapa pun.
    B. organisme yang hidup di dasar laut di zona samudera.
    C. organisme yang hidup di dasar laut di zona pasang surut.
    D. organisme yang hidup di dasar laut di zona *mesopelagic*.
    E. organisme yang hidup di dasar laut di zona *neritic* saja.

46. **[m]** Air laut mengandung berbagai ion terlarut yang mempengaruhi sifat kimianya. Ion yang paling dominan dalam air laut adalah klorida ($Cl^-$) dan natrium ($Na^+$), yang bersama-sama membentuk garam utama dalam lautan. Namun, beberapa ion minor juga memiliki peran penting dalam proses bio-geokimia. Ion manakah yang memiliki peran utama dalam bufer sistem karbonat laut?
    A. $SO_4^{2-}$
    B. $HCO_3^-$
    C. $Mg^{2+}$
    D. $PO_4^{3-}$
    E. $CO_3^{2-}$

47. **[h]** Salinitas air laut didefinisikan sebagai jumlah garam (dalam gram) yang terlarut dalam 1000 gram air laut, dan dinyatakan dalam satuan permil (‰). Jika salinitas air laut di suatu wilayah adalah 29‰, berapa gram garam yang terlarut dalam 2900 gram air laut?
    A. 58,0 gram.
    B. 74,6 gram.
    C. 77,8 gram.
    D. 84,1 gram.
    E. 95,3 gram.

48. **[h]** Dalam hal konektivitas, peran hutan Mangrove dalam pengelolaan kualitas air pada terumbu karang adalah untuk ...
    A. menjaga kejernihan air dan stabilitas beban nutrisi.
    B. mengurangi kejernihan air dan meningkatkan beban nutrisi.
    C. meningkatkan kejernihan air dan mengurangi beban nutrisi.
    D. mengurangi kejernihan air dan mengurangi beban nutrisi.
    E. meningkatkan kejernihan air dan meningkatkan beban nutrisi.

49. **[e]** Terdapat beberapa jenis sedimen atau endapan yang ditemukan di laut berdasarkan sumbernya yang tersebut di bawah ini, kecuali …
    A. *Lithogenous*.
    B. *Biogenous*.
    C. *Hydrogenous*.
    D. *Homogenous*.
    E. *Cosmogenous*.

50. **[e]** Peningkatan gas Karbon dioksida di atmosfer dapat memengaruhi kimia lautan dengan cara ...
    A. mengurangi kadar asam karbonat dan mengurangi pH.
    B. mengurangi kadar asam karbonat dan meningkatkan pH.
    C. meningkatkan kadar asam karbonat dan mengurangi pH.
    D. meningkatkan kadar asam karbonat dan meningkatkan pH.
    E. tidak memberikan dampak apa pun.

51. **[h]** Which of the following reasons best explains why ice crystals develop much faster than liquid water drops in the upper and middle levels of thunderstorm?
    A. Electrical currents within thunderstorm accelerate the collision of ice particles water droplets, enhancing crystal growth.
    B. Water vapor cannot condense into liquid water at sub-freezing temperatures then only deposits onto ice crystals.
    C. The vapor pressure over ice is lower than over supercooled water, causing water vapor to preferentially deposit onto ice crystals.
    D. Ice particles are heavier than water droplets, so they sink faster and grow larger by collecting more moisture.
    E. Ice crystals have a greater surface area than water droplets, promoting faster accumulation of water vapor.

52. **[m]** Ciri utama dari front hangat adalah udara hangat yang bergerak di atas udara dingin yang lebih padat. Jenis awan apa yang paling umum terbentuk di depan front hangat?
    A. Stratus.
    B. Nimbostratus.
    C. Kumulus.
    D. Cirrocumulus.
    E. Kumulonimbus.

53. **[m]** Pada bulan Juni hingga Agustus, wilayah Asia Selatan mengalami curah hujan sangat tinggi. Hujan ini dipicu oleh angin kuat yang membawa uap air dari Samudera Hindia menuju daratan India. Pada bulan Desember hingga Februari, pola angin berubah arah, membawa udara kering dari daratan Asia ke Samudera Hindia. Fenomena angin musiman tersebut terutama dipicu oleh …
    A. rotasi Bumi terhadap sumbu ekuator.
    B. perbedaan kapasitas panas antara daratan dan lautan.
    C. pergerakan lempeng benua.

D. pengaruh arus laut dingin.
E. aktivitas gempa bawah laut.

54. **[m]** Seorang meteorologis melakukan pengukuran konsentrasi Ozon di atmosfer menggunakan balon cuaca. Ia menemukan bahwa konsentrasi Ozon mencapai puncaknya pada ketinggian sekitar 20–30 km. Di lapisan tersebut, suhu udara justru meningkat seiring ketinggian karena adanya penyerapan sinar UV dari Matahari. Pada lapisan atmosfer manakah fenomena tersebut terjadi?
A. Eksosfer.
B. Termosfer.
C. Mesosfer.
D. Stratosfer.
E. Troposfer.

55. **[h]** Sebuah wilayah mengalami penurunan tekanan udara dari 1012 hPa menjadi 998 hPa dalam waktu 12 jam. Di saat yang sama, kelembapan meningkat dan awan kumulonimbus mulai terbentuk. Radar cuaca menunjukkan adanya konvergensi angin permukaan. Berdasarkan informasi tersebut, fenomena apakah yang mungkin dialami wilayah tersebut?
A. Didekati sistem tekanan rendah atau siklon.
B. Berada dalam kondisi inversi termal.
C. Mengalami muson kering.
D. Terpapar angin gunung.
E. Dilewati oleh front hangat.

56. **[e]** Seorang siswa mencatat bahwa saat mendaki gunung, suhu menurun drastis dibandingkan suhu di kaki gunung. Ia mencatat bahwa setiap 200 meter ketinggian, suhu menurun sekitar 0.8 °C, dan kelembaban udara meningkat secara signifikan. Fenomena tersebut disebut sebagai …
A. Penurunan radiasi.
B. *Lapse rate* normal.
C. Gradien tekanan horizontal.
D. Adveksi suhu.
E. Inversi suhu.

57. **[m]** Daerah A memiliki suhu bulanan selalu di atas 18 °C, dan curah hujan bulanan > 60 mm. Vegetasi didominasi oleh hutan hujan tropis lebat dan hijau sepanjang tahun. Menurut klasifikasi Köppen, daerah ini termasuk …
    A. Iklim A.
    B. Iklim B.
    C. Iklim C.
    D. Iklim D.
    E. Iklim E.

58. **[e]** Bulan Januari hingga Maret, suatu wilayah memiliki curah hujan rata-rata 350 mm/bulan. Bulan berikutnya, curah hujan menurun hingga di bawah 50 mm/bulan. Menurut klasifikasi Mohr, kondisi pada bulan Januari–Maret termasuk kategori …
    A. Agak basah.
    B. Kering.
    C. Basah.
    D. Agak kering.
    E. Sangat basah.

59. **[m]** Selama musim hujan ekstrem, sinyal internet menjadi sangat lambat dan kadang terputus. Selain itu, sinyal televisi parabola menjadi tidak stabil dan terganggu. Pilih jawaban yang paling tepat mengenai penyebab kejadian tersebut …
    A. Curah hujan yang tinggi mempengaruhi energi Matahari yang masuk ke Bumi.
    B. Angin kencang dan hujan dapat membelokkan sinyal.
    C. Komposisi ozon di atmosfer berubah saat hujan.
    D. pH hujan yang asam menghalangi sinyal.
    E. Curah hujan tinggi dapat mengganggu penjalaran gelombang elektromagnetik.

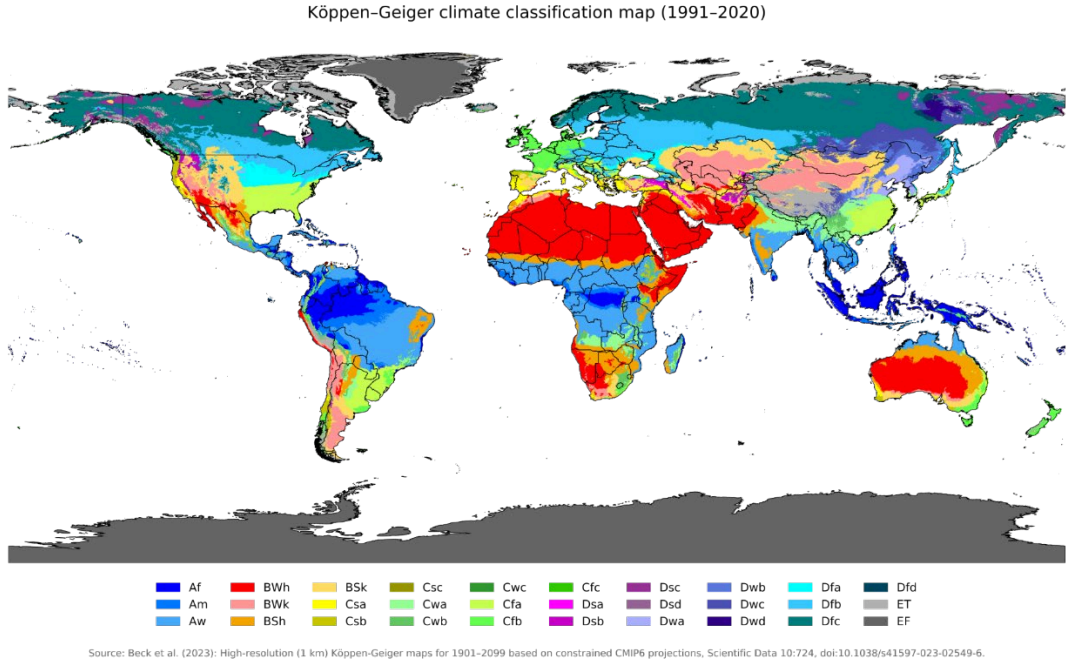
60. **[h]** Dalam peta sinoptik harian, siswa SMA mengamati adanya garis isobar yang rapat di wilayah pantai selatan Jawa. Guru menjelaskan bahwa perbedaan tekanan udara akan menyebabkan pergerakan angin yang dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor fisik. Terdapat sejumlah pernyataan berikut:
    i. Gradien tekanan besar menyebabkan angin bertiup lebih kencang.

ii. Angin permukaan bergerak sejajar dengan isobar karena pengaruh gaya Coriolis dan gesekan.
iii. Arah angin tidak selalu dari tekanan tinggi ke tekanan rendah secara langsung.
iv. Angin geostropik hanya terjadi di daerah ekuator.
v. Isobar yang renggang menunjukkan cuaca ekstrem.

Pilih jawaban yang tepat dari pernyataan-pernyataan adalah ...
A. Pernyataan (i) dan (ii).
B. Pernyataan (i) dan (iii).
C. Pernyataan (ii) dan (v).
D. Pernyataan (iii) dan (iv).
E. Pernyataan (iv) dan (v).

61. **[m]** Kombinasi kondisi manakah yang menggambarkan pengaruh efek Coriolis terhadap gerak partikel di atmosfer?
A. Tidak ada efek di ekuator, efek meningkat dengan menjauhi ekuator.
B. Efek terbesar di ekuator, menurun ke lintang tinggi.
C. Posisi lintang tidak mempengaruhi efek Coriolis.
D. Efek Coriolis seragam di seluruh dunia dan hanya bergantung pada kecepatan angin.
E. Efek Coriolis hanya dipengaruhi kecepatan rotasi bumi, bukan lintang.

62. **[e]** Saat udara lembap naik melalui pegunungan, suhu turun dan presipitasi terjadi. Setelah melewati puncak gunung, udara menjadi lebih hangat dan kering. Proses ini dikenal sebagai …
A. efek konvergensi.
B. efek *jet stream*.
C. efek adveksi.
D. efek Foehn.
E. efek evaporasi.




63. **[m]** Seorang peneliti iklim sedang membandingkan sebaran tipe iklim berdasarkan klasifikasi Köppen untuk melihat hubungan antara letak geografis, jenis iklim, dan potensi dampak perubahan iklim. Ia menuliskan sejumlah pernyataan berikut:

    i. Iklim Af umumnya ditemukan di wilayah tropis yang memiliki curah hujan tinggi sepanjang tahun.
    ii. Iklim BWh mencirikan wilayah dengan tingkat penguapan tinggi dan curah hujan sangat rendah.
    iii. Wilayah dengan iklim Cfb memiliki musim dingin ringan dan curah hujan merata sepanjang tahun.
    iv. Iklim Dfc menunjukkan wilayah dengan musim dingin sangat dingin dan musim panas pendek.
    v. Sebaran iklim BSk dan BWk di Amerika Utara menunjukkan bahwa daerah beriklim keringjuga bisa ditemukan di lintang menengah.

    Berdasarkan peta klasifikasi iklim Köppen (lihat gambar), maka kombinasi pernyataan berikut yang tepat adalah …

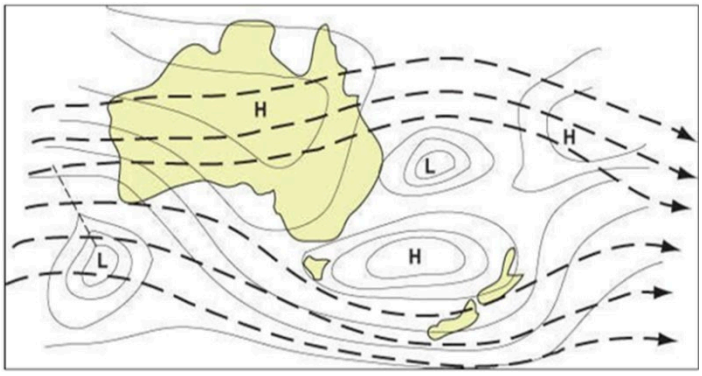
    A. Pernyataan (i), (ii), dan (iv).
    B. Pernyataan (i), (iii), dan (v).
    C. Pernyataan (ii), (iv), dan (v).
    D. Pernyataan (iii), (iv), dan (v).
    E. Semua pernyataan benar.

64. **[e]** Di Kota Semarang tercatat suhu udara pagi hari tiba-tiba turun 4 °C dibandingkan hari sebelumnya. Analisis data menunjukkan bahwa pada malam hari angin darat dari Pegunungan Dieng bertiup cukup kuat menuju Pantai Utara Jawa, membawa massa udara yang lebih dingin. Penurunan tersebut terutama disebabkan oleh fenomena …
    A. Radiasi balik.
    B. Inversi termal.
    C. Konduksi panas ke permukaan.
    D. Temperatur adveksi oleh angin.
    E. Efek rumah kaca lokal.

65. **[m]** Seseorang mencoba mengamati angin baratan yang dominan yang umumnya terjadi di wilayah tempat tinggalnya. Di lintang manakah tempat tinggal orang tersebut berada …
    A. 0°–30°.
    B. 30°–40°.
    C. 30°–60°.
    D. 40°–90°.
    E. 60°–90°.

66. **[m]** Dalam analisis dinamika atmosfer, Lapisan Ekman dianggap penting dalam menjelaskan gerak fluida seperti angin dan arus laut yang dipengaruhi oleh gaya Coriolis dan gesekan. Apakah yang dimaksud Lapisan Ekman?
    A. Lapisan dengan tekanan atmosfer maksimal.
    B. Lapisan fluida yang dipengaruhi Coriolis dan gesekan.
    C. Lapisan bebas gesekan.
    D. Lapisan konduksi maksimum.
    E. Lapisan tempat turbulensi minimum.

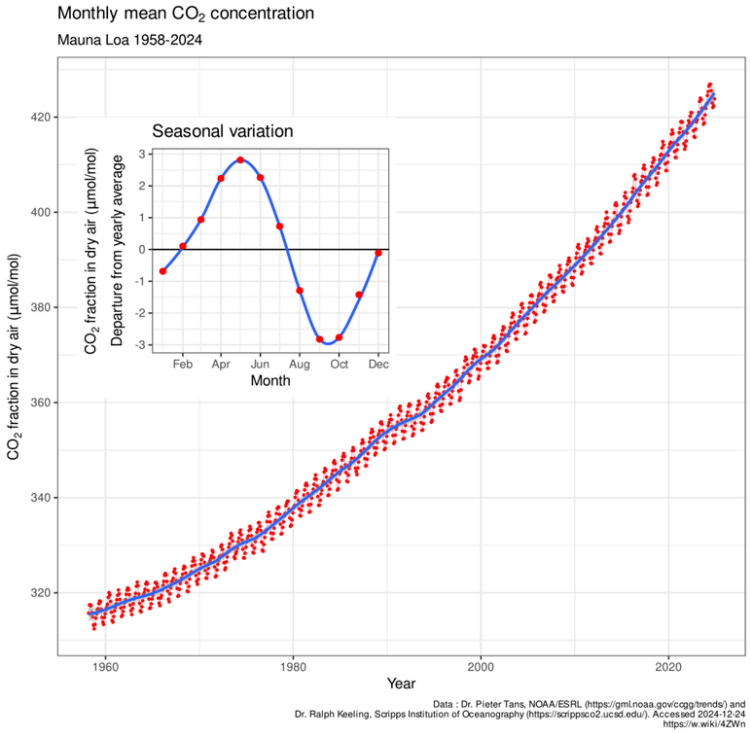
67. **[e]** Pada musim semi di Amerika Serikat, awan kumulonimbus tumbuh menjulang disertai angin kuat, hujan deras, dan pusaran angin yang menyentuh tanah. Fenomena atmosfer yang paling tepat menggambarkan kasus ini adalah …
    A. Siklon tropis.
    B. Konvergensi skala regional.
    C. Front *stasioner.*
    D. Tornado.
    E. *Jet stream.*




68. **[h]** Gambar menunjukkan pola tekanan atmosfer di wilayah Australia dan sekitarnya, termasuk keberadaan beberapa sistem tekanan tinggi (H) dan tekanan rendah (L), serta aliran *Jet stream* di lintang sedang. Berdasarkan pola aliran angin dan posisi sistem tekanan, manakah pernyataan yang paling tepat menggambarkan dinamika atmosfer yang mungkin terjadi di wilayah Selandia Baru bagian Selatan?
    A. Udara kemungkinan akan mengalami divergensi di permukaan dan menghasilkan cuaca yang basah.
    B. Terjadi konvergensi di permukaan yang mendukung naiknya udara dan pembentukan awan serta presipitasi.
    C. *Jet stream* yang melintas di atas wilayah ini menyebabkan suhu permukaan naik secara tiba-tiba.
    D. Udara mengalami subsidens akibat dominasi sistem tekanan tinggi, menghambat pembentukan awan.
    E. E. Keberadaan tekanan rendah menyebabkan pembentukan awan kumulonimbus di atas daratan.

69. **[m]** Pernyataan yang paling tepat mengenai *climate variability* dan *climate change* adalah …
    A. *Climate change* selalu bersifat musiman, sedangkan *climate variability* berlangsung jutaan tahun.
    B. *Climate change* disebabkan oleh aktivitas manusia, sedangkan *climate variability* terjadi secara alami dan bersifat siklus.
    C. *Climate variability* lebih mempengaruhi suhu, sedangkan *climate change* hanya mempengaruhi angin.
    D. *Climate change* dan *climate variability* merujuk pada hal yang sama.
    E. *Climate variability* adalah kondisi tetap, sedangkan *climate change* bersifat sementara.

70. **[e]** Contoh fenomena yang termasuk dalam *climate variability* adalah …
    A. Mencairnya es kutub akibat efek rumah kaca.
    B. ENSO yang mempengaruhi pola hujan di berbagai wilayah.
    C. Peningkatan suhu global selama abad ke 20.
    D. Penggunaan bahan bakar fosil secara berlebihan.
    E. Kenaikan permukaan laut akibat pasang surut.




71. **[e]** Berdasarkan grafik konsentrasi $CO_2$ di Mauna Loa dari tahun 1958 hingga 2024 tersebut, manakah pernyataan yang paling tepat?
    A. Terdapat kenaikan jangka panjang konsentrasi $CO_2$ secara konsisten dari tahun 1958 hingga 2024 tanpa adanya variasi musiman.
    B. Fluktuasi rata-rata tahunan $CO_2$ di Mauna Loa meningkat setiap awal tahun.
    C. Variasi musiman $CO_2$ terjadi secara acak dan tidak berulang pada bulan-bulan tertentu.
    D. Konsentrasi $CO_2$ meningkat jangka panjang dengan pola musiman yang relatif konsisten dari tahun ke tahun.
    E. Tren tahunan $CO_2$ menunjukkan fluktuasi acak yang tidak memiliki pola jangka panjang.

72. **[e]** Sebuah penelitian menunjukkan bahwa peningkatan gas rumah kaca utama dalam atmosfer, seperti Karbon dioksida ($CO_2$) dan Metana ($CH_4$), memberikan kontribusi terhadap pemanasan global. Manakah dari pernyataan berikut yang benar?
    A. Metana merupakan gas rumah kaca utama yang jumlahnya melebih Argon.
    B. Karbon dioksida termasuk gas variabel karena konsentrasinya berubah secara musiman.
    C. Jumlah $CO_2$ di atmosfer jauh lebih kecil dibandingkan $N_2$ dan $O_2$, tetapi sangat signifikan mempengaruhi iklim global.
    D. Konsentrasi Ozon ($O_3$) lebih tinggi dari karbon dioksida karena berperan penting dalam menyerap radiasi UV.
    E. Nitrogen dioksida ($NO_2$) adalah gas tetap karena selalu hadir dalam jumlah besar di atmosfer.

73. **[e]** Salah satu karakteristik atmosfer Bumi adalah dominasi dua gas utama yang berperan dalam mendukung kehidupan dan menjaga kestabilan atmosfer. Gas pertama tidak mudah bereaksi secara kimia, sedangkan gas kedua sangat penting dalam proses respirasi makhluk hidup. Berdasarkan informasi tersebut, manakah pasangan gas yang dimaksud?
    A. Ozon ($O_3$) dan Karbon dioksida ($CO_2$).
    B. Nitrogen ($N_2$) dan Oksigen ($O_2$).
    C. Metana ($CH_4$) dan Hidrogen ($H_2$).
    D. Argon (Ar) dan Karbon monoksida (CO).
    E. Uap air ($H_2O$) dan Karbon dioksida ($CO_2$).

74. **[h]** Suhu di lapisan termosfer dapat mencapai lebih dari 2000 °C. Namun, meskipun demikian, mengapa seorang astronaut tidak akan merasa panas saat berada di lapisan ini?
    A. Karena semua energi panas diserap oleh lapisan Ozon sebelum mencapai termosfer.
    B. Karena suhu tinggi hanya terjadi pada malam hari.
    C. Karena kepadatan molekul udara sangat rendah sehingga energi panas yang tersedia terlalu sedikit untuk menghangatkan tubuh.
    D. Karena atmosfer tidak mengandung cukup gas untuk mentransfer panas melalui konduksi.
    E. Karena suhu diukur dari intensitas sinar Matahari bukan dari molekul gas.

75. **[e]** Apakah perbedaan paling signifikan antara Termosfer dan Eksosfer berdasarkan fungsi dan sifat fisisnya?
    A. Termosfer padat karena menerima energi radiasi dari UV dan sinar X dan Eksosfer sepenuhnya hampa udara.
    B. Termosfer masih memungkinkan adanya kehidupan dan Eksosfer tidak mendukung kehidupan.
    C. Termosfer masih memiliki gaya gravitasi, sedangkan di lapisan Eksosfer sudah tidak ada gravitasi.
    D. Termosfer mengalami pemanasan oleh radiasi UV, sedangkan Eksosfer menjadi batas antar atmosfer dan ruang angkasa.
    E. Termosfer tidak memiliki lapisan Ionosfer, tetapi di Eksosfer terdapat lapisan Ionosfer.

76. **[e]** Kecerlangan Matahari harian bisa diukur menggunakan alat radiometri dan dievaluasi secara statistik untuk mendeteksi pola perubahan akibat variasi atmosfer atau aktivitas Matahari. Data ini penting untuk memahami variasi energi masuk ke Bumi dan aplikasi klimatologi. Jika dalam 30 hari pengamatan, nilai rata-rata intensitas Matahari sebesar 1361 W/m² dengan simpangan baku 7 W/m², dan pada suatu hari tercatat pengukuran harian sebesar 1330 W/m², maka berdasarkan kaidah statistik, bagaimana interpretasi nilai ini?
    A. Nilai itu adalah *outlier* dan harus dihapus dari kumpulan data.
    B. Nilai tersebut sangat normal karena berada di tengah distribusi data.
    C. Nilai tersebut lebih dari dua simpangan baku di bawah rata-rata, tetapi masih mungkin valid.
    D. Nilai tersebut berarti intensitas Matahari meningkat secara permanen.
    E. Nilai tersebut membuktikan adanya badai Matahari ekstrem.

77. **[e]** Ketika Bulan berada pada fase kuartal akhir, sudut elongasinya terhadap Matahari sekitar 90 derajat. Pada fase ini, kita melihat setengah bagian Bulan yang diterangi oleh Matahari. Jika kita mengamati Bulan pada saat itu, kapan kemungkinan besar waktu terbaik untuk melihatnya di langit?
    A. Pagi sebelum Matahari terbit
    B. Tengah hari.
    C. Sore hingga tengah malam.
    D. Tengah malam hingga dini hari.

E. Sepanjang hari tanpa perubahan signifikan.

78. **[e]** Bila dilihat pengamat yang berada di Mars, maka planet seperti Venus dan Bumi memiliki periode sinodis yang berbeda dengan planet Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus. Pada saat Bumi berada pada posisi konjungsi bawah, apa yang terjadi terhadap nilai sudut elongasinya saat itu?
    A. Sudut elongasi berada pada titik maksimum.
    B. Sudut elongasi mencapai nilai minimum.
    C. Sudut elongasi tetap konstan.
    D. Sudut elongasinya sama dengan 60 derajat.
    E. Sudut elongasinya tidak dipengaruhi oleh gerak revolusi planet.

79. **[m]** Sejak zaman dahulu, pengamatan langit malam telah memainkan peran penting dalam pemahaman manusia tentang alam semesta. Namun, atmosfer Bumi sering kali menjadi penghalang utama dalam melakukan pengamatan astronomi dari permukaan Bumi Fenomena seperti hamburan Rayleigh, turbulensi atmosfer (dilihat sebagai *seeing*), dan penyerapan oleh uap air serta ozon memengaruhi kualitas data yang diperoleh dari teleskop berbasis permukaan Bumi. Di sisi lain, pemilihan panjang gelombang juga menjadi strategi penting karena tidak semua spektrum elektromagnetik mampu menembus atmosfer. Berdasarkan pemahaman ini, mana di antara pilihan berikut yang paling tepat sebagai strategi optimal untuk mengamati spektrum inframerah jauh dari objek *extrasolar*?
    A. Menggunakan teleskop radio di sebuah lokasi pada permukaan Bumi yang memiliki kelembaban tinggi.
    B. Menempatkan teleskop optik besar di wilayah kutub untuk menghindari gangguan termal.
    C. Meluncurkan teleskop luar angkasa seperti Wide-field Infrared Survey Explorer (WISE).
    D. Meluncurkan teleskop luar angkasa di orbit Lagrangian seperti James Webb Space Telescope (JWST).
    E. Meningkatkan ukuran cermin teleskop untuk mengimbangi pengaruh atmosfer.

80. **[h]** Seorang peneliti Bulan menggunakan teleskop dengan nisbah fokal f/D=9 untuk mengamati kawah Bulan (jarak Bulan dari Bumi = 384400 km) berdiameter 50–250 meter. Cahaya tampak yang digunakan berpusat pada panjang gelombang 550 nm. Pertimbangkan kemungkinan penggunaan teleskop ruang angkasa Hubble (HST) yang memiliki D = 2,4 m hingga James Webb Space Telescope (JWST) yang berdiameter = 6,5 m serta rentang spektrum yang didedikasikan untuk masing-masing teleskop. **Dapatkah semua kawah tersebut diamati?** Pilihlah pernyataan yang paling tepat.
    A. Ya, karena teleskop dapat melebihi resolusi difraksi yang dibutuhkan untuk kawah terkecil.
    B. Ya, karena kawah terbesar (250 m) mudah terlihat, dan kawah terkecil (50 m) masih memenuhi kriteria Rayleigh.
    C. Tidak, karena diameter teleskop (D) tidak diberikan sehingga resolusi pasti tidak dapat dihitung.
    D. Tidak, karena kawah 50 meter memiliki ukuran sudut di bawah batas gangguan atmosfer Bumi dan batas resolusi teleskop Hubble.
    E. Ya, jika teleskop berada di luar angkasa dan memiliki *aperture* cukup besar (misal D>5 meter).

81. **[e]** Gerak harian semu Matahari dapat dijelaskan dengan sistem koordinat bola langit, terutama dengan memperhatikan deklinasi dan sudut jam. Posisi Matahari pada waktu tertentu dapat dihitung dari lokasi pengamat dan waktu bintang lokal. Seorang siswa mencatat bahwa pada hari ekuinoks, Matahari terbit tepat di timur dan terbenam tepat di barat. Jika lokasi pengamatan berada di lintang 45° LU, dan sudut kulminasi atas Matahari dari horizon diukur sebesar 45°, maka pernyataan yang tepat adalah ...
    A. Deklinasi = +45°, karena posisi kulminasi sama dengan lintang.
    B. Deklinasi = 0°, karena saat ekuinoks Matahari berada di ekuator langit.
    C. Deklinasi = –23,5°, karena pengamatan dilakukan dari lintang utara.
    D. Deklinasi = +23,5°, karena sedang musim semi.
    E. Deklinasi = –45°, agar kulminasi sesuai hasil pengamatan.

82. **[e]** Dalam astronomi praktis, waktu transit Matahari di meridian lokal menjadi referensi penting untuk pengamatan dan penyesuaian waktu bintang. Namun, karena eksentrisitas orbit Bumi dan kemiringan sumbu rotasi, waktu ini tidak selalu tepat pukul 12:00. Jika seorang pengamat mencatat bahwa transit Matahari di meridian terjadi pada pukul 11:56 waktu lokal pada tanggal 3 November, maka fenomena ini paling tepat dijelaskan oleh …
    A. Kesalahan instrumen pengamat karena Matahari selalu transit pukul 12:00.
    B. Efek cuaca yang menyebabkan Matahari tampak lebih cepat dari biasanya.
    C. Pengaruh "persamaan waktu" akibat kombinasi eksentrisitas orbit dan inklinasi terhadap bidang ekliptika.
    D. Posisi Matahari terhadap galaksi Bimasakti yang berubah secara musiman.
    E. Benda langit lain menyebabkan gangguan gravitasi terhadap orbit Matahari

83. **[h]** Dalam pengamatan astronomi, spektrum elektromagnetik digunakan untuk mengidentifikasi sifat fisis objek langit seperti bintang, planet, dan galaksi. Setiap objek memancarkan energi dengan pola spektrum tertentu yang tergantung pada temperatur, komposisi, dan pergerakannya relatif terhadap pengamat. Suatu objek langit menunjukkan **puncak distribusi energi spektralnya** pada panjang gelombang 450 nanometer dan juga memiliki garis absorpsi yang menandakan adanya ion Kalsium. Berdasarkan analisis ini, identifikasi yang paling tepat terhadap objek tersebut adalah …
    A. Objek merupakan bintang kelas spektrum M yang relatif dingin dan dekat dengan Bumi.
    B. Objek merupakan bintang kelas spektrum A dengan suhu permukaan sekitar 10000 K.
    C. Objek adalah planet gas raksasa dengan atmosfer kaya kalsium.
    D. Objek adalah nebula emisi yang memancarkan cahaya dari atom terionisasi.
    E. Objek adalah lubang hitam yang memancarkan spektrum kontinum dalam sinar-X.

84. **[m]** Model pembentukan tata surya, seperti Hipotesis Nebula, mengusulkan bahwa planet terbentuk melalui akresi partikel dalam piringan protoplanet. Untuk menguji hipotesis ini, para ilmuwan menggunakan data statistik tentang distribusi massa, jarak orbit, dan komposisi planet untuk menentukan apakah pola ini selaras dengan simulasi numerik proses evolusi. Menggunakan data massa dan jarak orbit delapan planet utama, seorang kandidat tim nasional IESO 2025 melakukan analisis regresi non linier pada hubungan antara log(massa) dan log(jarak dari Matahari). Hasilnya menunjukkan korelasi negatif yang kuat untuk planet dalam tetapi tidak untuk planet luar. Kesimpulan terbaik dari hasil tersebut adalah …
    A. Ada perbedaan dalam mekanisme pembentukan dominan antara planet dalam dan luar.
    B. Planet luar memiliki massa yang lebih kecil daripada yang diprediksi oleh model akresi.
    C. Planet dalam terbentuk lebih lambat dari planet luar.
    D. Data tidak relevan karena distribusi planet bersifat acak.
    E. Planet luar bukan bagian dari piringan protoplanet awal.

85. **[e]** Teori pembentukan Tata Surya menyatakan bahwa Tata Surya terbentuk dari awan gas dan debu raksasa yang mengalami keruntuhan gravitasi. Proses ini menghasilkan cakram akresi dan membentuk planetesimal, yang kemudian tumbuh menjadi protoplanet. Hasil akhirnya adalah sistem planet yang terdiri dari planet Teresterial dan planet Jovian. Dengan kemajuan teknologi, para astronom menemukan bahwa sistem planet di luar Tata Surya sering kali sangat berbeda, misalnya dengan adanya *Hot Jupiter*—planet raksasa gas yang sangat dekat dengan bintangnya. Perbedaan ini menantang model pembentukan planet klasik. Berdasarkan informasi ini, manakah penjelasan berikut yang paling rasional untuk menjelaskan perbedaan konfigurasi antara sistem *exoplanet* dan Tata Surya kita?
    A. Adanya gaya pasang surut ekstrem yang memaksa planet bermigrasi ke posisi terdekat bintang.
    B. Komposisi unsur kimia galaksi kita yang menghambat pembentukan planet gas di luar Tata Surya.
    C. Semua sistem planet sebenarnya identik, perbedaan hanya ilusi optik karena keterbatasan teleskop.
    D. Tata Surya merupakan anomali tunggal dalam galaksi dan tidak bisa dibandingkan dengan sistem lain.

E. Orbit planet hanya ditentukan oleh arah rotasi awal bintang dan bukan faktor eksternal lainnya.

86. **[m]** Matahari adalah sumber energi utama bagi planet-planet di Tata Surya. Intensitas radiasi Matahari yang diterima oleh sebuah planet dipengaruhi oleh jarak planet ke Matahari dan aktivitas Matahari, seperti bintik matahari dan suar. Jika selama periode maksimum aktivitas Matahari terjadi peningkatan sinar ultraviolet dan partikel bermuatan, kemungkinan atmosfer bagian atas planet Bumi akan mengalami …
   A. penurunan tekanan atmosfer.
   B. pendinginan Troposfer secara tiba-tiba.
   C. peningkatan ionisasi di Ionosfer.
   D. penurunan kandungan Ozon di Stratosfer.
   E. peningkatan kelembaban di Mesosfer.

87. **[m]** Salah satu pendekatan dalam studi atmosfer planet adalah membandingkan profil vertikal tekanan dan suhu. Data ini biasanya diperoleh dari misi antariksa atau teleskop inframerah. Ketebalan atmosfer dan gradien suhu memberikan petunjuk tentang dinamika atmosfer. Atmosfer Venus sangat tebal dan menyebabkan efek rumah kaca yang ekstrem, maka dari data profil vertikal dapat disimpulkan bahwa …
   A. Venus memiliki gradien suhu adiabatik lebih kecil dibandingkan Bumi dan Mars, dan tekanan permukaannya jauh lebih tinggi.
   B. Venus memiliki gradien suhu adiabatik lebih tinggi dibandingkan Bumi dan Mars, dan tekanan permukaannya jauh lebih tinggi.
   C. Venus memiliki gradien suhu isotermal lebih tinggi dibandingkan Bumi dan Mars, dan tekanan permukaannya jauh rendah.
   D. Atmosfer Venus tidak mengalami konveksi.
   E. Mars seharusnya memiliki suhu lebih tinggi karena atmosfernya lebih tipis.

88. **[e]** Medan magnet suatu planet terbentuk dari interaksi di dalam inti planet, terutama akibat pergerakan logam cair dalam inti. Medan ini penting karena mampu melindungi planet dari paparan angin Matahari, partikel bermuatan tinggi, dan radiasi kosmik. Di antara planet-planet di Tata Surya, tidak semuanya memiliki medan magnet yang kuat. Faktor-faktor seperti kecepatan rotasi planet, ukuran inti logam cair, dan aktivitas konveksi dalam inti sangat memengaruhi kekuatan medan

magnet tersebut. Mengapa medan magnet Venus jauh lebih lemah daripada Bumi?

A. Ukuran Inti Venus yang kecil untuk menciptakan medan magnet yang kuat.
B. Kandungan besi dalam inti Venus sangat minim.
C. Venus tidak memiliki sistem lempeng tektonik.
D. Rotasi Venus yang sangat lambat menghambat terbentuknya arus dinamo di inti.
E. Jarak Venus yang dekat dengan Matahari membuat medan magnetnya tersapu angin Matahari.

89. **[h]** Atmosfer sebuah planet dipengaruhi oleh massa molekul penyusunnya, temperatur, dan gravitasi permukaan. Untuk memperkirakan tekanan atmosfer pada ketinggian tertentu, kita dapat menggunakan hukum gas ideal dan konsep tekanan hidrostatik. Misalnya, tekanan di atmosfer Mars berkurang lebih cepat dengan ketinggian dibanding Bumi karena densitas atmosfernya jauh lebih rendah. Jika temperatur atmosfer Mars dianggap konstan 210 K, dengan percepatan gravitasi 3,7 $m/s^2$ dan massa molar atmosfer Mars ≈ 44 g/mol, maka skala ketinggian (*scale height*) atmosfer Mars sekitar …

A. 6 km
B. 11 km
C. 14 km
D. 18 km
E. 25 km

90. **[m]** Efek gaya pasang surut tidak hanya terjadi di Bumi, tetapi juga mempengaruhi struktur internal dan aktivitas geologis benda langit lainnya seperti satelit-satelit planet raksasa. Gesekan akibat pasang surut dapat menghasilkan panas internal yang signifikan. Salah satu bulan Jupiter, Io, diketahui memiliki aktivitas vulkanik yang sangat tinggi. Mekanisme utama yang menyebabkan hal tersebut adalah …

A. Resonansi orbit dengan Europa dan Ganymede.
B. Radiasi termal tinggi dari Matahari.
C. Gaya pasang surut Jupiter.
D. Pilihan A & C.
E. Pilihan A, B, dan C.

91. **[e]** Paparan energi Matahari dalam jangka panjang memengaruhi proses geologis di permukaan planet, seperti pelapukan batuan, sublimasi es, dan perubahan albedo. Hal ini sangat terlihat pada planet-planet dengan atmosfer tipis atau tanpa atmosfer. Jika suatu planet memiliki permukaan es $CO_2$ dan suhu siang hari mencapai titik sublimasi gas tersebut akibat penyinaran langsung Matahari, dampak geologis yang mungkin terjadi adalah …
    A. peleburan permukaan menjadi lava.
    B. perubahan orbit planet karena kehilangan massa.
    C. pembentukan fitur-fitur *cryovolcanic* seperti *geyser* gas.
    D. pemadatan atmosfer menjadi lapisan kerak padat.
    E. munculnya cincin debu permanen di sekitar planet.

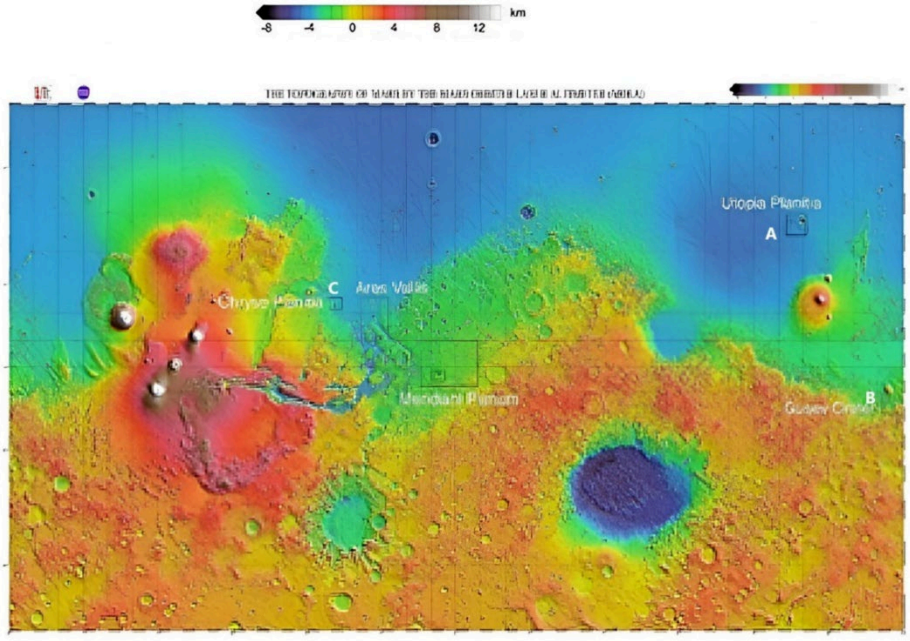
92. **[m]** Gaya pasang surut tidak hanya mempengaruhi lautan di Bumi, tetapi juga rotasi dan orbit benda langit. Misalnya, Bulan terkunci pasang surut dengan Bumi, sehingga selalu menunjukkan sisi yang sama. Fenomena serupa juga diamati pada satelit planet luar. Seorang siswa memodelkan pengaruh gaya pasang surut pada laju rotasi satelit dan menemukan bahwa kecepatan rotasinya terus menurun dalam model numeriknya, apa kesimpulan terbaik dari temuannya?
    A. Satelit bergerak secara eksponensial menjauh dari planet induknya.
    B. Satelit berada dalam resonansi orbit sehubungan dengan planet lain.
    C. Satelit sedang menuju ke keadaan rotasi sinkron karena gaya pasang surut.
    D. Satelit memiliki atmosfer tebal yang memperlambat rotasinya.
    E. Modelnya salah karena satelit seharusnya mempertahankan rotasi konstan.

93. **[e]** Bintang dengan massa yang berbeda cenderung membentuk sistem planet yang juga berbeda. Bintang bermassa besar cenderung sangat terang namun berumur pendek, sedangkan bintang katai merah lebih stabil dan memiliki zona laik huni yang letaknya lebih dekat ke bintang. Kondisi ini memengaruhi kemungkinan keberadaan planet berbatu yang dapat mempertahankan air dalam bentuk cair. Berdasarkan karakteristik tersebut, mengapa bintang katai merah sering dipilih sebagai target utama dalam pencarian *exoplanet* yang potensial laik huni?
    A. Karena luminositasnya tinggi, membuat planet-planet di sekitarnya tetap hangat dan stabil.

B. Karena umur hidupnya yang panjang memberi waktu bagi kehidupan untuk berevolusi.
C. Karena cenderung membentuk planet dengan atmosfer tebal dan air di permukaannya.
D. Karena memancarkan lebih sedikit radiasi UV, menjadikan lingkungan permukaan planet lebih aman.
E. Karena sering kali menyebabkan planet-planetnya terkunci secara pasang surut, yang membantu menjaga suhu permukaan tetap stabil.

94. **[e]** Ilmuwan memperhatikan karakteristik atmosfer sebagai petunjuk kemungkinan adanya kehidupan. Kandungan gas-gas seperti Oksigen, Metana, dan Karbon dioksida dipertimbangkan sebagai *bio-signature* potensial. Jika sebuah planet memiliki atmosfer yang kaya Oksigen bebas dan Metana dalam konsentrasi stabil selama ratusan tahun, implikasi paling logis adalah …
A. proses peluruhan radioaktif menghasilkan kedua gas tersebut.
B. kombinasi fotodisosiasi dan aktivitas geologis memproduksi kedua gas.
C. adanya keseimbangan kimia alami akibat gaya pasang surut.
D. kemungkinan adanya aktivitas biologis yang menjaga kestabilan kedua gas tersebut.
E. keduanya hasil pembakaran bahan organik secara spontan.

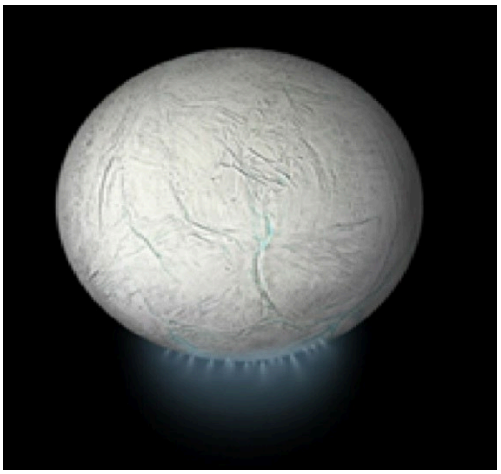
95. **[m]** Ceres adalah planet katai di Sabuk Asteroid yang menunjukkan bukti kriovolkanisme, seperti yang teramati pada Ahuna Mons. Ahuna Mons adalah gunung es setinggi sekitar 4 km di Ceres yang diduga terbentuk melalui kriovolkanisme, menandakan aktivitas geologis muda akibat naiknya material larutan garam dari bawah permukaan. Ilmuwan menduga bahwa aktivitas ini berkaitan dengan peluruhan radioaktif dan diferensiasi termal. Untuk merancang simulasi laboratorium yang mereplika proses kriovolkanisme di Ceres secara kuantitatif, komponen penting yang perlu dimasukkan dalam model fisika-matematis adalah …
A. Faktor albedo permukaan dan tekanan atmosfer.
B. Variabel tekanan eksternal dari Matahari.
C. Parameter peluruhan isotop radioaktif, konduktivitas panas, dan viskositas larutan garam.
D. Orbit Ceres dan gaya pasang surut dari planet gas.
E. Kerapatan atmosfer dan tekanan uap air.




Topographic map of Mars (source: NASA)

96. **[h]** Examine the topographic map of Mars produced from Mars Orbiter Laser Altimeter (MOLA) data. **Utopia Planitia (A)** is a large basin on Mars that shows signs of possible underground ice. **Gusev Crater (B)**, on the other hand, is a crater that was chosen as the landing site for the Spirit rover in 2004. Further studies suggest the possibility that these two regions have experienced water activity. Based on this information, what is the most likely related geological history of these two locations?
    A. Both of these locations are the result of an asteroid collision that occurred at the same time.
    B. Gusev Crater is older than Utopia Planitia based on sediment analysis.
    C. These two locations show no signs of water in their history.
    D. Utopia Planitia may contain an ice sheet below the surface, while Gusev Crater shows traces of ancient rivers.
    E. Utopia Planitia was formed as a result of volcanic activity, while Gusev Crater was formed as a result of wind erosion.

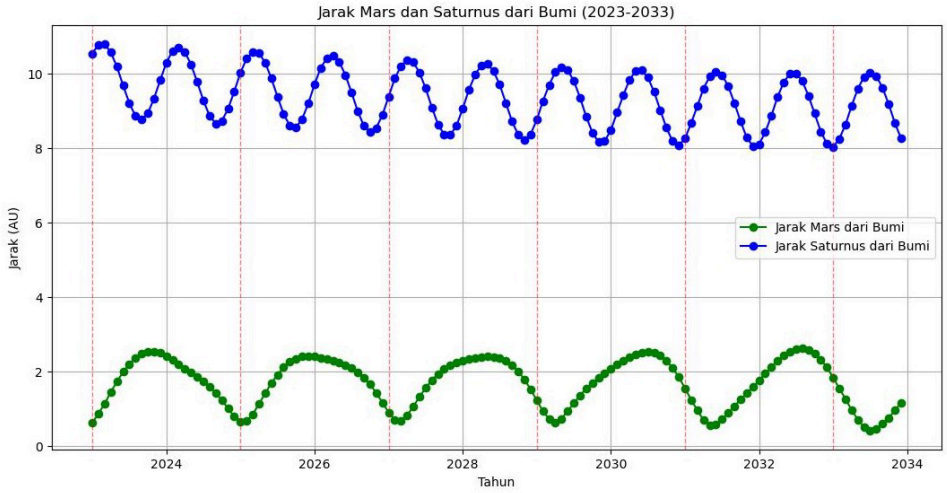
97. **[m]** Berdasarkan peta topografi Mars dari hasil pemetaan MOLA, wilayah seperti **Utopia Planitia (A)**, **Gusev Crater (B)**, dan **Chryse Planitia (C)** sering dipilih sebagai target utama dalam pencarian jejak air atau potensi kehidupan masa lalu. Apa alasan utama dari pemilihan wilayah-wilayah tersebut?
    A. Karena suhu di dataran rendah lebih stabil dan cenderung rendah, sehingga memungkinkan es air bertahan lebih lama.
    B. Karena wilayah rendah berfungsi sebagai daerah tangkapan aliran air dan sedimen dari tempat tinggi, yang dapat menciptakan lingkungan yang mendukung kehidupan mikroba.
    C. Karena tekanan atmosfer di dataran rendah sedikit lebih tinggi, sehingga meningkatkan potensi keberadaan air cair di masa lalu.
    D. Karena dataran rendah lebih terlindung dari paparan radiasi dan jarang mengalami aktivitas vulkanik.
    E. Karena dataran rendah memiliki orientasi bayangan yang melindungi dari sinar Matahari langsung dan suhu ekstrem.



Ilustrasi Enceladus dengan semburan partikel es, uap air, dan molekul organik
(Kredit: NASA/JPL-Caltech)

98. **[m]** Perhatikan ilustrasi Enceladus. Anda ditugaskan oleh tim peneliti untuk merancang misi robotika ke Enceladus dengan tujuan menyelidiki sumber semburan kriovolkanik dari kutub Selatannya. Berdasarkan pemahaman Anda tentang kemungkinan struktur internal Enceladus dan gaya pasang surut yang memengaruhinya, manakah dari strategi berikut yang paling tepat untuk menentukan lokasi pengeboran dan pengambilan sampel?
    A. Menargetkan wilayah ekuator karena stabil secara termal dan minim gangguan gravitasi.

B. Memilih kutub utara karena simetris terhadap kutub selatan dan kemungkinan memiliki aktivitas serupa.
C. Fokus pada daerah tengah Enceladus untuk menghindari gangguan dari radiasi Saturnus.
D. Memusatkan eksplorasi di sekitar retakan "*tiger stripes*" di kutub selatan karena daerah tersebut menunjukkan aktivitas semburan dan ketebalan es yang relatif tipis.
E. Menghindari kutub selatan karena tekanan semburan terlalu tinggi dan tidak memungkinkan pendaratan aman.




99. **[h]** Pada tahun 2021, seorang pakar penerbangan antariksa diminta oleh suatu badan penelitian dan eksplorasi Tata Surya untuk merancang dua peluncuran misi antariksa menuju Mars dan Saturnus yang membawa instrumen pengukuran atmosfer planet. Peluncuran kedua misi direncanakan pada rentang tahun 2023–2033. Badan penelitian menginginkan kedua misi tersebut minimal dalam penggunaan bahan bakar dan waktu tempuh. Berdasar grafik pola jarak Mars dan Saturnus dari Bumi (lihat grafik), manakah dari pilihan berikut yang paling tepat sebagai kombinasi waktu peluncuran optimal untuk kedua misi? (Catatan: kecepatan jelajah rata-rata pesawat ruang angkasa setelah lepas dari gravitasi Bumi 20 – 25 km/s (untuk misi ke Mars) dan 15-30 km/s dengan *gravity assist* (misi ke Saturnus)).
A. Peluncuran Mars tahun 2024 dan Saturnus tahun 2026.
B. Peluncuran Mars tahun 2024 dan Saturnus tahun 2032.
C. Peluncuran Mars tahun 2030 dan Saturnus tahun 2032.
D. Menunda misi ke Saturnus hingga tahun 2034, karena grafik menunjukkan penurunan secara konstan jarak ke Saturnus setelah 2028.

E. Meluncurkan misi ke Mars saat jaraknya minimum tetapi ke Saturnus saat jaraknya maksimum, karena waktu tempuh lebih panjang berarti persiapan lebih lama.

Batuan di permukaan Mars.
Kredit gambar: NASA/JPL-Caltech/MSSS).

100. **[m]** Gambar menunjukkan formasi batuan di permukaan Mars yang difoto oleh *rover Curiosity* milik NASA di wilayah Yellowknife Bay, Kawah Gale. Struktur berlapis mengindikasikan proses geologis kompleks. Jika Anda seorang calon ilmuwan planet yang ditugaskan membuat hipotesis awal berdasarkan data visual ini, pernyataan terbaik sebagai dugaan asal usul batuan tersebut adalah ...

A. Batuan ini kemungkinan terbentuk dari aktivitas vulkanik eksplosif yang menyisakan lapisan lava mengeras berulang dalam waktu singkat.
B. Formasi ini terbentuk akibat tekanan tabrakan meteorit besar yang menghasilkan retakan dan lapisan mineral sekunder.
C. Struktur berlapis menunjukkan bahwa batuan tersebut mungkin terbentuk melalui proses sedimentasi di lingkungan perairan kuno yang stabil.
D. Batuan tersebut diduga merupakan pecahan es kuno yang terkubur pasir lalu tererosi angin selama jutaan tahun.
E. Batuan ini berasal dari lapisan kerak dalam Mars yang terdorong ke permukaan oleh aktivitas tektonik aktif masa kini.

# KUNCI JAWABAN DAN BOBOT NILAI

## SOAL OSN-K 2025 CABANG KEBUMIAN

| Nomor Soal | Kunci & Bobot Nilai |
|---|---|
| 1 | A:1\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 2 | A:0\|B:0\|C:0\|D:1\|E:0 |
| 3 | A:0\|B:0\|C:0\|D:0\|E:3 |
| 4 | A:3\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 5 | A:0\|B:0\|C:0\|D:1\|E:0 |
| 6 | A:1\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 7 | A:0\|B:0\|C:0\|D:0\|E:1 |
| 8 | A:0\|B:3\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 9 | A:0\|B:0\|C:0\|D:3\|E:0 |
| 10 | A:0\|B:0\|C:0\|D:5\|E:0 |
| 11 | A:0\|B:0\|C:5\|D:0\|E:0 |
| 12 | A:0\|B:1\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 13 | A:5\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 14 | A:0\|B:0\|C:0\|D:0\|E:3 |
| 15 | A:0\|B:5\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 16 | A:0\|B:3\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 17 | A:3\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 18 | A:3\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 19 | A:5\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 20 | A:0\|B:0\|C:1\|D:0\|E:0 |
| 21 | A:0\|B:0\|C:0\|D:3\|E:0 |
| 22 | A:0\|B:1\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 23 | A:0\|B:0\|C:0\|D:0\|E:1 |
| 24 | A:0\|B:0\|C:1\|D:0\|E:0 |
| 25 | A:0\|B:0\|C:3\|D:0\|E:0 |
| 26 | A:0\|B:0\|C:3\|D:0\|E:0 |
| 27 | A:0\|B:1\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 28 | A:0\|B:0\|C:0\|D:1\|E:0 |
| 29 | A:0\|B:0\|C:0\|D:0\|E:3 |
| 30 | A:0\|B:0\|C:1\|D:0\|E:0 |
| 31 | A:0\|B:3\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 32 | A:0\|B:0\|C:0\|D:0\|E:1 |
| 33 | A:3\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 34 | A:0\|B:0\|C:0\|D:5\|E:0 |
| 35 | A:0\|B:3\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 36 | A:1\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 37 | A:3\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 38 | A:0\|B:0\|C:0\|D:3\|E:0 |
| 39 | A:3\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 40 | A:0\|B:0\|C:0\|D:5\|E:0 |

| Nomor Soal | Kunci & Bobot Nilai |
|---|---|
| 41 | A:0\|B:0\|C:0\|D:5\|E:0 |
| 42 | A:0\|B:0\|C:0\|D:0\|E:3 |
| 43 | A:0\|B:0\|C:0\|D:1\|E:0 |
| 44 | A:0\|B:1\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 45 | A:1\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 46 | A:0\|B:3\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 47 | A:0\|B:0\|C:0\|D:5\|E:0 |
| 48 | A:0\|B:0\|C:0\|D:0\|E:5 |
| 49 | A:0\|B:0\|C:0\|D:1\|E:0 |
| 50 | A:1\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 51 | A:0\|B:0\|C:5\|D:0\|E:0 |
| 52 | A:0\|B:3\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 53 | A:0\|B:3\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 54 | A:0\|B:0\|C:0\|D:3\|E:0 |
| 55 | A:5\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 56 | A:0\|B:1\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 57 | A:3\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 58 | A:0\|B:0\|C:1\|D:0\|E:0 |
| 59 | A:0\|B:0\|C:0\|D:0\|E:3 |
| 60 | A:0\|B:5\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 61 | A:3\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 62 | A:0\|B:0\|C:0\|D:1\|E:0 |
| 63 | A:0\|B:0\|C:0\|D:0\|E:3 |
| 64 | A:0\|B:0\|C:0\|D:1\|E:0 |
| 65 | A:0\|B:0\|C:3\|D:0\|E:0 |
| 66 | A:0\|B:3\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 67 | A:0\|B:0\|C:0\|D:1\|E:0 |
| 68 | A:0\|B:0\|C:0\|D:5\|E:0 |
| 69 | A:0\|B:3\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 70 | A:0\|B:1\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 71 | A:0\|B:0\|C:0\|D:1\|E:0 |
| 72 | A:0\|B:0\|C:1\|D:0\|E:0 |
| 73 | A:0\|B:1\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 74 | A:0\|B:0\|C:5\|D:0\|E:0 |
| 75 | A:0\|B:0\|C:0\|D:1\|E:0 |
| 76 | A:1\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 77 | A:0\|B:0\|C:0\|D:1\|E:0 |
| 78 | A:0\|B:1\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 79 | A:0\|B:0\|C:0\|D:3\|E:0 |
| 80 | A:0\|B:0\|C:0\|D:5\|E:0 |

| Nomor Soal | Kunci & Bobot Nilai |
|---|---|
| 81 | A:0\|B:1\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 82 | A:0\|B:0\|C:1\|D:0\|E:0 |
| 83 | A:0\|B:5\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 84 | A:3\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 85 | A:1\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 86 | A:0\|B:0\|C:3\|D:0\|E:0 |
| 87 | A:3\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 88 | A:0\|B:0\|C:0\|D:1\|E:0 |
| 89 | A:5\|B:0\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 90 | A:0\|B:0\|C:0\|D:3\|E:0 |
| 91 | A:0\|B:0\|C:1\|D:0\|E:0 |
| 92 | A:0\|B:0\|C:3\|D:0\|E:0 |
| 93 | A:0\|B:1\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 94 | A:0\|B:0\|C:0\|D:1\|E:0 |
| 95 | A:0\|B:0\|C:3\|D:0\|E:0 |
| 96 | A:0\|B:0\|C:0\|D:5\|E:0 |
| 97 | A:0\|B:3\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 98 | A:0\|B:0\|C:0\|D:3\|E:0 |
| 99 | A:0\|B:5\|C:0\|D:0\|E:0 |
| 100 | A:0\|B:0\|C:3\|D:0\|E:0 |

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA
KEMENDIKDASMEN RAMAH

# KIMIA

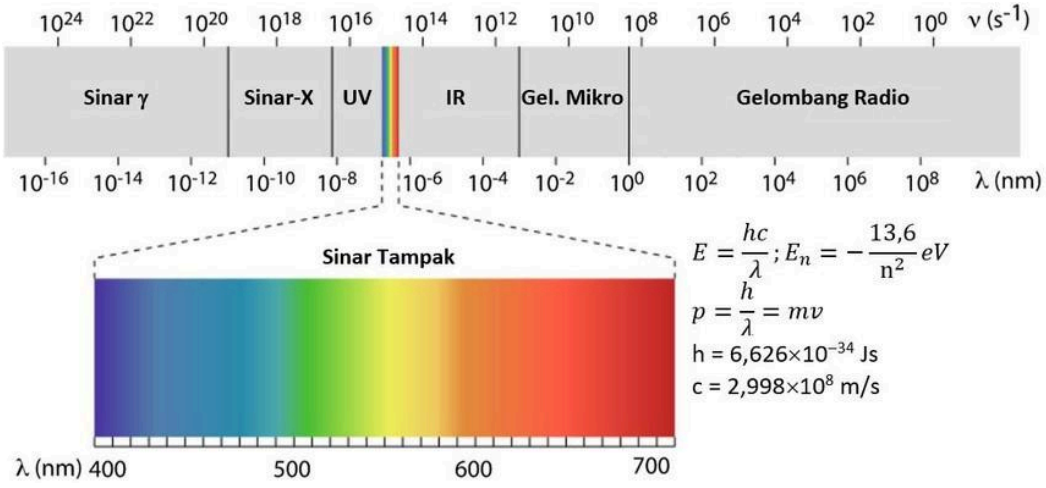
Kumpulan Soal OSN

## Tabel Periodik Unsur-Tanda Pemisah Desimal Adalah Titik

| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1<br>H<br>1.008 | 2 | | | | | | | | | | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 2<br>He<br>4.003 |
| 3<br>Li<br>6.94 | 4<br>Be<br>9.01 | | | | | | | | | | | 5<br>B<br>10.81 | 6<br>C<br>12.01 | 7<br>N<br>14.01 | 8<br>O<br>16.00 | 9<br>F<br>19.00 | 10<br>Ne<br>20.18 |
| 11<br>Na<br>22.99 | 12<br>Mg<br>24.30 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13<br>Al<br>26.98 | 14<br>Si<br>28.09 | 15<br>P<br>30.97 | 16<br>S<br>32.06 | 17<br>Cl<br>35.45 | 18<br>Ar<br>39.95 |
| 19<br>K<br>39.10 | 20<br>Ca<br>40.08 | 21<br>Sc<br>44.96 | 22<br>Ti<br>47.87 | 23<br>V<br>50.94 | 24<br>Cr<br>52.00 | 25<br>Mn<br>54.94 | 26<br>Fe<br>55.85 | 27<br>Co<br>58.93 | 28<br>Ni<br>58.69 | 29<br>Cu<br>63.55 | 30<br>Zn<br>65.38 | 31<br>Ga<br>69.72 | 32<br>Ge<br>72.64 | 33<br>As<br>74.92 | 34<br>Se<br>78.96 | 35<br>Br<br>79.90 | 36<br>Kr<br>83.80 |
| 37<br>Rb<br>85.47 | 38<br>Sr<br>87.62 | 39<br>Y<br>88.91 | 40<br>Zr<br>91.22 | 41<br>Nb<br>92.91 | 42<br>Mo<br>95.96 | 43<br>Tc<br>- | 44<br>Ru<br>101.07 | 45<br>Rh<br>102.91 | 46<br>Pd<br>106.42 | 47<br>Ag<br>107.87 | 48<br>Cd<br>112.41 | 49<br>In<br>114.82 | 50<br>Sn<br>118.71 | 51<br>Sb<br>121.76 | 52<br>Te<br>127.60 | 53<br>I<br>126.90 | 54<br>Xe<br>131.29 |
| 55<br>Cs<br>132.91 | 56<br>Ba<br>137.33 | 57-71 | 72<br>Hf<br>178.49 | 73<br>Ta<br>180.95 | 74<br>W<br>183.84 | 75<br>Re<br>186.21 | 76<br>Os<br>190.23 | 77<br>Ir<br>192.22 | 78<br>Pt<br>195.08 | 79<br>Au<br>196.97 | 80<br>Hg<br>200.59 | 81<br>Tl<br>204.38 | 82<br>Pb<br>207.2 | 83<br>Bi<br>208.98 | 84<br>Po<br>- | 85<br>At<br>- | 86<br>Rn<br>- |
| 87<br>Fr<br>- | 88<br>Ra<br>- | 89-103 | 104<br>Rf<br>- | 105<br>Db<br>- | 106<br>Sg<br>- | 107<br>Bh<br>- | 108<br>Hs<br>- | 109<br>Mt<br>- | 110<br>Ds<br>- | 111<br>Rg<br>- | 112<br>Cn<br>- | 113<br>Nh<br>- | 114<br>Fl<br>- | 115<br>Mc<br>- | 116<br>Lv<br>- | 117<br>Ts<br>- | 118<br>Og<br>- |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 57<br>La<br>138.91 | 58<br>Ce<br>140.12 | 59<br>Pr<br>140.91 | 60<br>Nd<br>144.24 | 61<br>Pm<br>- | 62<br>Sm<br>150.36 | 63<br>Eu<br>151.96 | 64<br>Gd<br>157.25 | 65<br>Tb<br>158.93 | 66<br>Dy<br>162.50 | 67<br>Ho<br>164.93 | 68<br>Er<br>167.26 | 69<br>Tm<br>168.93 | 70<br>Yb<br>173.05 | 71<br>Lu<br>174.97 |
| 89<br>Ac<br>- | 90<br>Th<br>232.04 | 91<br>Pa<br>231.04 | 92<br>U<br>238.03 | 93<br>Np<br>- | 94<br>Pu<br>- | 95<br>Am<br>- | 96<br>Cm<br>- | 97<br>Bk<br>- | 98<br>Cf<br>- | 99<br>Es<br>- | 100<br>Fm<br>- | 101<br>Md<br>- | 102<br>No<br>- | 103<br>Lr<br>- |

## Spektrum Gelombang Elektromagnet




$E = \frac{hc}{\lambda}; E_n = -\frac{13,6}{n^2} eV$

$p = \frac{h}{\lambda} = mv$

h = 6,626×10$^{-34}$ Js

c = 2,998×10$^{8}$ m/s

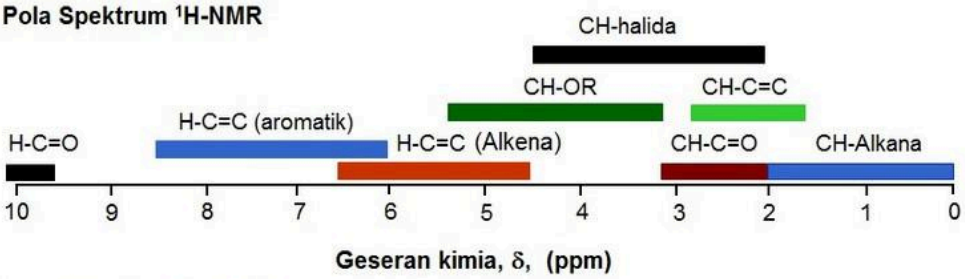
## Tetapan dan Rumus

| | |
|---|---|
| Bilangan Avogadro | $N$A = 6,022·10$^{23}$partikel.mol $^{-1}$ |
| Tetapan gas universal, R | $R$ = 0,08205 L·atm/mol·K = 8,3145 L·kPa/mol·K = 8,314 J/mol·K = 1,987 kal/mol·K = 62,364 L·torr/mol·K |
| Tekanan gas | 1 atm = 101,32 kPa = 760 mmHg = 760 torr = 101325 Pa = 1,01325 bar; 1 torr = 133,322 Pa; 1 bar = 105 Pa; 1 Pa = 1 N/m2 = 1 kg/(m.s2) |
| Persamaan gas Ideal | $PV = nRT$ |
| Tekanan osmosis pada larutan | $\pi$ = MRT |
| Tetapan kesetimbangan air (Kw) pada 25°C | $K$w=1,0x10$^{-14}$ |
| Tetapan kesetimbangan dan tekanan parsial gas | $K$p= $K$c(RT)$^{\Delta n}$ |
| Persamaan Clapeyron | $\frac{dP}{dT} = \frac{dS}{dV}$ |
| Persamaan van't Hoff | $\ln\frac{K_2}{K_1} = (\frac{\Delta H_0}{R})(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2})$ |
| Hubungan Entalpi dan Energi Dalam | H = E + PV |
| Kerja maksimum, w | w = nRT |
| Energi Gibbs pada suhu tetap | $\Delta G = \Delta H - T\ S$ |
| Isoterm reaksi kimia | $\Delta G = \Delta G + RT \ln Q$ |
| Potensial sel dan energi Gibbs | $\Delta Go = -nFE^o$ |
| Tetapan Faraday | F = 96500 C/mol elektron |
| Persamaan Nernst | $E_{sel} = E^o_{sel} - \left(\frac{RT}{nF}\right)\ln Q$ |
| Muatan elektron | 1,6022 x 10$^{-19}$ C |
| Ampere (A) dan Coulomb (C) | A = C/det |
| Reaksi orde pertama: A → B | $Laju = \frac{d[A]}{dt} = k[A]\ ; [A] = [A]_o e^{-kt}$ |
| Reaksi orde kedua: A → B | $Laju = \frac{d[A]}{dt} = k[A]^2\ ; \frac{1}{[A]_t} = \frac{1}{[A]_0} + kt$ |
| Persamaan Arrhenius | $k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$ |
| Hukum Bragg | n = 2dsinθ |

**Tabel Korelasi Spektrum IR**

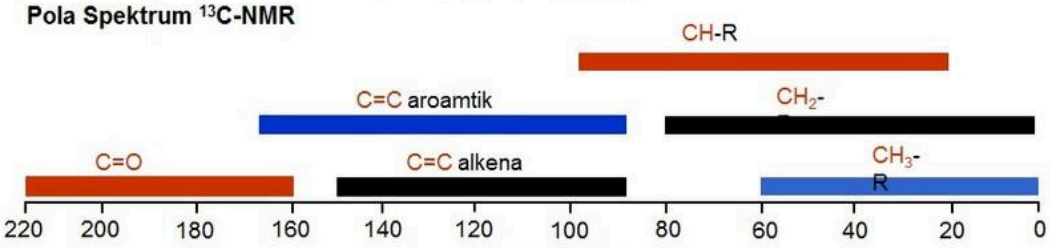
| Bilangan Gelombang ($cm^{-1}$) | Gugus Fungsi | Kemungkinan Golongan Senyawa |
|---|---|---|
| 3700-3100 | O-H | Alkohol, aldehid, asam karboksilat |
| | N-H | Amina, amida |
| | ≡C-H | Alkuna |
| 3100-3000 | =C-H | Aromatik dan alkena |
| 3000-2800 | C-H | Alifatik |
| 2700-2400 | PO-H | Senyawa turunan fosfor |
| | S-H | Merkaptan atau tiol |
| | P-H | Fosfin |
| 2400-2200 | C≡N | Nitril |
| | N=N=N | Azida |
| | C≡C | Alkuna |
| 1870-1650 | C=O | Senyawa-senyawa turunan karbonil |
| 1650-1550 | C=C, C=N, N-H | Alifatik tak jenuh, aromatik, Heterosiklik tak jenuh, amina, amida, asam amino |
| 1550-1300 | $NO_2$ | Senyawa nitro |
| | $CH_2$, $CH_3$ | Alifatik |
| 1300-1000 | C-O-C, C-OH | Eter, alkohol, gula |
| | S=O, P=O, C-F | Senyawa sulfur, fosfor dan fluor |
| 1000-800 | Si-O, P-O | Organosilikon dan senyawa fosfor |
| 1000-650 | =C-H | Alkena dan aromatik |

**Pola Spektrum $^1$H-NMR**



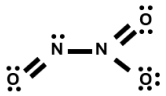

**Geseran kimia, δ, (ppm)**

**Pola Spektrum $^{13}$C-NMR**




**Geseran kimia, δ, (ppm)**

**SOAL 1**
Ion trioksodinitrat ($N2O_3^{2-}$) memiliki kerangka struktur Lewis sebagai berikut.



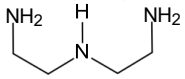
Berdasarkan struktur Lewis yang paling stabil, pernyataan manakah di bawah ini yang benar?

A Struktur tersebut mengandung 2 ikatan pi
B Semua atom berada pada bidang yang sama (planar)
C Semua atom N memiliki muatan formal 0
D Semua ikatan N-O memiliki panjang ikatan yang sama
E Struktur tersebut memiliki 3 struktur resonansi lain yang ekivalen

**SOAL 2**
Panjang gelombang foton yang dipancarkan pada transisi elektronik dari keadaan tereksitasi ketiga ke keadaan tereksitasi pertama pada ion $He^+$ adalah….

A 25.6 nm
B 51.2 nm
C 102.4 nm
D 121.5 nm
E 486.0 nm

**SOAL 3**
Berikut adalah struktur ligan dietilentriamin (dien).



Jumlah isomer yang dimiliki oleh ion $[Fe(dien)]_2^{+2}$ adalah ….

A 1
B 2
C 4
D 6
E 8

**SOAL 4**
Pernyataan berikut yang benar mengenai spesi NF, $NF^+$, dan $NF^-$ adalah ….

(I) NF bersifat diamagnetik
(II) Panjang ikatan tertinggi dimiliki oleh NF–
(III) HOMO semua spesi adalah orbital *
(IV) Orde ikatan NF adalah 2.5

A Semua benar
B (I), (II), (III) benar

C (II), (III), (IV) benar
D (II) dan (III) benar
E (III) dan (IV) benar

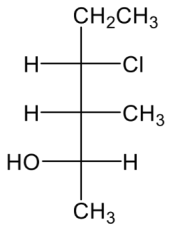
**SOAL 5**
Perhatikan tabel energi ionisasi berikut untuk unsur periode 3

| | Energi Ionisasi ke- (kJ/mol) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Unsur** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| **A** | 1256 | 2260 | 3850 | 5160 | 6560 | 9360 | 11000 | 33604 |
| **B** | 1000 | 2295 | 3375 | 4565 | 6950 | 8490 | 27107 | 31719 |
| **C** | 1520 | 2665 | 3945 | 5770 | 7230 | 8780 | 12000 | 13842 |
| **D** | 1060 | 1890 | 2905 | 4950 | 6270 | 21200 | 25431 | 29872 |

Urutan jari-jari atom yang benar adalah ….

A A>B>C>D
B D>B>A>C
C A>C>B>D
D D>A>B>C
E B>A>C>D

**SOAL 6**
Nama IUPAC senyawa berikut adalah….




A. (3*R*,4*S*,5*R*)-3-kloro-4-metilheksan-5-ol
B. (3*R*,4*S*,5*S*)-3-kloro-3-metilheksan-5-ol
C. (3*S*,4*S*,5*S*)-3-kloro-5-hidroksi-4-metilheksana
D. (2*S*,3*R*,4*S*)-4-kloro-3-metilheksan-2-ol
E. (2*S*,3*R*,4*R*)-4-kloro-3-metilheksan-2-ol

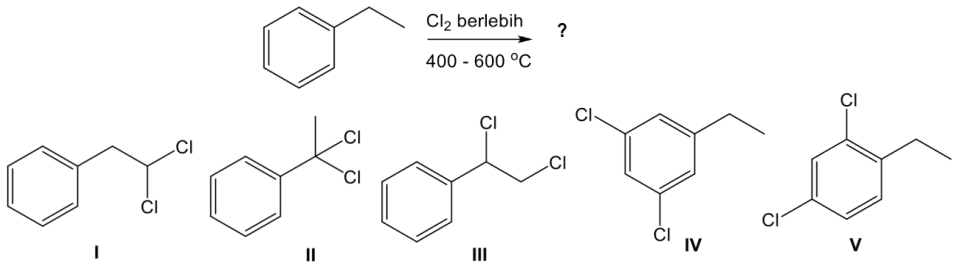
**SOAL 7**
Jika 0.15 mol $HSCH_2CH_2OH$ bereaksi secara berurutan pada suhu 25 °C dengan 0.30 mol NaH, 0.15 mol $CH_3CH_2Br$ dan $H_2O$, maka produk utama yang terbentuk adalah ….

A. $HSCH_2CH_2OCH_2CH_3$
B. $CH_3CH_2SCH_2CH_2OCH_2CH_3$
C. $CH_3CH_2SCH_2CH_2OH$
D. $CH_2{=}CH_2$

E. $CH_3CH_3$

**SOAL 8**

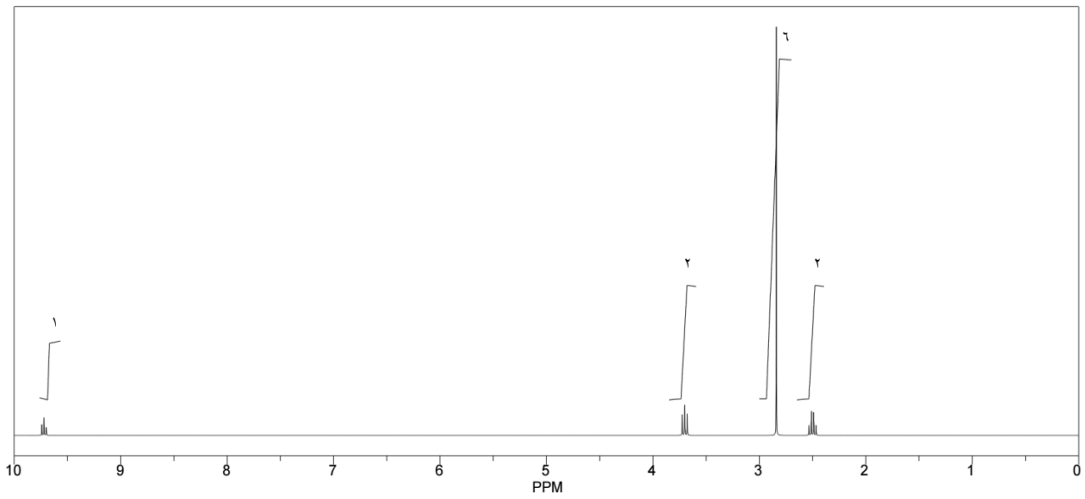
Produk utama dari reaksi berikut adalah….



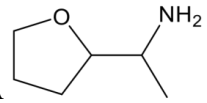

A I
B II
C III
D IV
E V

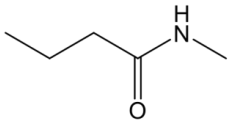
**SOAL 9**

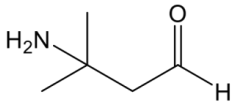
Suatu senyawa organik mengandung atom C, H, O, dan N dengan data analisis unsur sebagai berikut: C 59.37%; H 10.96%; N 13.85%; dan O 15.82%. Data spektrum massa senyawa ini menunjukkan puncak m/z pada 101.08. Senyawa ini memiliki puncak serapan khas pada spektrum IR di sekitar bilangan gelombang 1700 cm–1, serta sinyal khas pada geseran kimia 220ppm dalam spektrum $^{13}$C-NMR. Senyawa ini meilikispektrum $^{1}$H-NMR sebagai berikut.

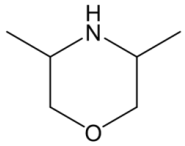


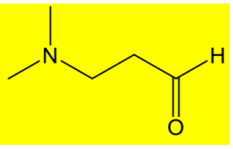
Berdasarkan informasi wacana data spektroskopi di atas, struktur senyawa ini adalah….

A 


B 


C 


D 


E 


**SOAL 10**

Di antara pernyataan berikut yang paling tepat menggambarkan reaksi yang dapat terjadi pada senyawa yang bersesuaian dengan wacana di atas adalah ….

A Ketika direaksikan dengan hidroksilamina akan menghasilkan senyawa oksim.
B Ketika dihidrolisis dalam suasana asam akan menghasilkan asam karboksilat dan amina.
C Ketika direaksikan dengan formaldehid akan menghasilkan senyawa imina.
D Ketika direaksikan dengan aseton akan menghasilkan senyawa enamina.
E Ketika direaksikan dengan asetil klorida akan menghasilkan senyawa amida.

**SOAL 11**

Persamaan kimia di bawah ini merupakan reaksi asam-basa Lewis, ***kecuali***….

A $Zn(OH)2(s) + 2NaOH(aq) \rightarrow Na2[Zn(OH)4](aq)$
B $CaO(s) + SO2(g) \rightarrow CaSO3(s)$
C $CaS(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl2(aq) + H2S(g)$
D $AgCl(s) + 2NH3(aq) \rightarrow [Ag(NH3)2]Cl(aq)$
E $SO2(g) + H2O(l) \rightarrow H2SO3(aq)$

**SOAL 12**

Sifat kimia senyawa oksida logam dapat sebagai oksida basa, oksida asam, atau oksida amfoter dalam larutan. Di antara pasangan senyawa oksida oksida di bawah ini yang merupakan oksida asam yaitu ….

A Na2O dan MgO

B Al2O3 dan Cr2O3
C CrO3 dan Mn2O7
D FeO dan PbO
E TiO2 dan ZnO

**SOAL 13**
Larutan metilamin 0.100 M sebanyak 40 mL yang dititrasi dengan larutan asam klorida 0.100 M akan menghasilkan sistem buffer pada kondisi volume HCl dan pH larutan masing-masing sebesar…. (Diketahui $K_b$ metilamin=$4.4\times10^{-4}$ )

A 5 mL dan pH = 11.49
B 10 mL dan pH = 11.12
C 20 mL dan pH = 10.64
D 30 mL dan pH = 10.16
E 40 mL dan pH = 5.97

**SOAL 14**
Magnesium hidroksida dikenal sebagai obat antasida, yaitu obat yang digunakan untuk menetralkan kelebihan asam lambung. Magnesium hidroksida memiliki kelarutan yang kecil dalam air, dengan nilai $K_{sp}$ =5.6×10–12. Padatan magnesium hidroksida yang tepat larut sempurna setelah bereaksi dengan asam lambung menghasilkan larutan dengan pH sebesar ….

A 3.66
B 5.63
C 10.34
D 11.94
E 12.37

**SOAL 15**
Salah satu kegunaan senyawa karbonat dalam pertanian yaitu untuk menjaga kestabilan pH tanah, agar dapat menjaga ketersedian unsur hara pada tanah seperti ion fosfat, besi, mangan dan seng. Senyawa karbonat dapat menghasilkan sistem buffer dalam tanah. Adapun pembuatan buffer berbasis senyawa karbonat dapat dibuat dari campuran natrium karbonat dan natrium bikarbonat. Untuk pembuatan buffer karbonat 0.2 M dengan pH 10.00 dan volume 1.5 L, jumlah natrium bikarbonat dan natrium karbonat masing-masing sebanyak ….
(Diketahui Ka1 H2CO3 = 4.3x10-7;  Ka2 H2CO3 = 5.6x10-11)

A. 10.2 g dan 17.1 g
B. 15.0 g dan 25.0 g
C. 17.1g dan 10.2 g
D. 25.0 g dan 15.0 g
E. 12.5 g dam 20.2 g

**SOAL 16**
Larutan X merupakan larutan biner yang menunjukkan penyimpangan positif terhadap Hukum Raoult. Pernyataan manakah yang sesuai dengan fenomena tersebut?

A Tekanan uap larutan X lebih rendah daripada larutan ideal
B Proses pelarutan bersifat eksotermik
C Titik didih larutan X lebih tinggi daripada larutan ideal

D Zat terlarut dalam larutan X mengalami ionisasi sempurna
E Interaksi sesama zat terlarut lebih kuat daripada zat terlarut-pelarut

**SOAL 17**

Sebanyak 0.10 mol NaCl dan 0.05 mol $CaCl_2$ dilarutkan dalam 180 g air (MM = 18 g/mol) pada 25 °C. Kedua garam mengalami ionisasi sempurna. Jika tekanan uap jenuh air murni pada suhu tersebut adalah 23.8 mmHg, maka tekanan uap larutan tersebut adalah …

A 21.99 mmHg
B 22.34 mmHg
C 22.99 mmHg
D 23.33 mmHg
E 23.99 mmHg

**SOAL 18**

Sebanyak 6.57 g campuran kalium nitrat (MM = 101 g/mol) dan aluminium sulfat (MM = 342 g/mol) dilarutkan dalam 100 g air. Selisih titik beku larutan tersebut dengan titik beku air murni adalah 1.93 °C (*K*f air = 1.86 °C.kg/mol). Persentase massa kalium nitrat dalam campuran adalah …. (Asumsikan bahwa zat terlarut mengalami ionisasi sempurna)

A 22.6%
B 33.3%
C 50.0%
D 66.7%
E 77.4%

**SOAL 19**

Sebanyak 0.12 g asam lemah HX (MM = 61 g/mol) dilarutkan dalam 25.0 g air (massa jenis =1 g/mL), sehingga titik didih larutan meningkat sebesar 0.052 °C (*K*b air = 0.512 °C.kg/mol). Nilai tetapan disosiasi asam (*K*a) HX adalah …. (Asumsikan proses pelarutan tidak menyebabkan perubahan volume larutan secara signifikan)

A $7.5 \times 10^{-5}$
B $1.3 \times 10^{-4}$
C $3.2 \times 10^{-4}$
D $5.0 \times 10^{-3}$
E $9.3 \times 10^{-3}$

**SOAL 20**

Dalam air (massa jenis = 1 g/mL), reaksi kesetimbangan berikut berlangsung pada suhu rendah:

$$A(aq) + B(aq) \rightleftharpoons C(aq)$$

Pada awal reaksi, kedua reaktan memiliki jumlah (mol) yang sama. Sebelum produk terbentuk, titik beku larutan adalah –0.410 °C. Setelah sistem mencapai kesetimbangan, titik beku larutan meningkat menjadi –0.328 °C. Seluruh spesi merupakan senyawa nonelektrolit dan nonvolatil.

Nilai tetapan kesetimbangan (*K*) untuk reaksi tersebut adalah …. (*Kf* air = 1.86°C.kg/mol; asumsikan bahwa proses pelarutan dan reaksi tidak menyebabkan perubahan volume larutan)

A 2.5
B 10.1
C 25.2
D 100.8
E 186.0

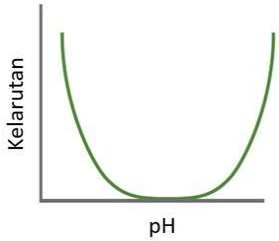
**SOAL 21**

Magnesium fosfat memiliki kelarutan dalam air sebesar 1.03 mg/L pada 298 K. Konstanta hasil kali kelarutan (*K*sp) magnesium fosfat adalah ….

A $1.54 \times 10^{-11}$
B $2.43 \times 10^{-16}$
C $6.44 \times 10^{-21}$
D $1.01 \times 10^{-25}$
E $4.57 \times 10^{-28}$

**SOAL 22**

Suatu hidroksida memiliki kelarutan dalam air seperti pada gambar berikut:




Hidroksida yang mungkin adalah ….

A Al(OH)3 dan Sn(OH)2
B Fe(OH)2 dan Zn(OH)2
C Zn(OH)2 dan Ca(OH)2
D Sn(OH)2 dan Fe(OH)2
E Fe(OH)2 dan Al(OH)3

**SOAL 23**

Rasio kelarutan kalsium fluorida di dalam Ca(NO3)2 0.1 M terhadap kelarutannya dalam NaF 0.1 M adalah …. ($Ksp\ CaF_2 = 5.3 \times 10^{-9}$)

A 1:1
B 100:1
C 217:1
D 868:1
E 2076:1

**SOAL 24**

Sebanyak 1 L larutan kalsium oksalat jenuh pada 50 °C didinginkan hingga temperatur 25 °C.

Massa kalsium oksalat yang akan mengendap adalah …. ($K_{sp}CaCO_{24}$= 4.0 × $10^{-9}$ dan 2.3 × $10^{-9}$ pada 25 °C)

A 1.53 mg
B 1.96 mg
C 2.18 mg
D 3.06 mg
E 3.92 mg

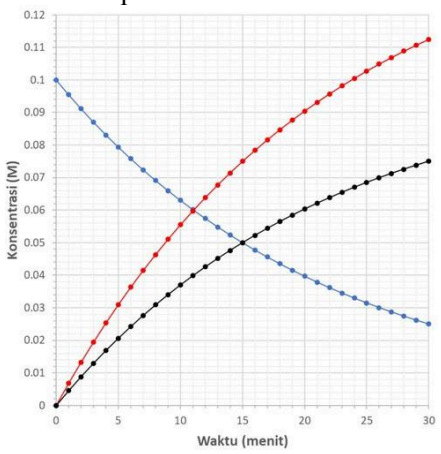
**SOAL 25**

Suatu larutan diketahui mengandung $Br^-$ dan $Cl^-$ dengan konsentrasi masing-masing 0.01 M. Ke dalam larutan tersebut dilakukan penambahan larutan $AgNO_3$ secara bertahap. Persentase $Br^-$ yang mengendap saat $Cl^-$ mulai ikut mengendap adalah …. ($K_{sp}$ AgBr = 3.3 × $10^{-13}$ ; $K_{sp}$ AgCl=1.8×$10^{-10}$ )

A 81.70%
B 96.70%
C 98.17%
D 99.82%
E 99.98%

**SOAL 26**

Berikut adalah grafik konsentrasi terhadap waktu untuk reaksi A ⟶ 3/2B + C pada 25 °C.




Orde reaksi dan tetapan laju untuk reaksi di atas adalah ….

A 1 dan 0.08242 menit–1
B 0 dan 8.11233 M/menit
C 1 dan 0.04621 menit–1
D 2 dan 0.08242 M–1.menit–1
E 2 dan 0.04621 M–1.menit–1

**SOAL 27**

Jika suatu reaksi dilakukan pada 50 °C, laju reaksi meningkat sebanyak 10× lipat dibandingkan pada 25 °C. Energi pengaktifan reaksi tersebut adalah ….

A +73.71 kJ.mol–1

B –73.71 kJ.mol–1
C +147.42 kJ.mol–1
D –147.42 kJ.mol–1
E +12.15 kJ.mol–1

**SOAL 28**

Gas kloroetana, $C_2H_5Cl$ terdekomposisi menjadi gas etena dan asam klorida sesuai persamaan reaksi berikut.

$C_2H_5Cl(g) \rightarrow C_2H_4(g) + HCl(g)$

Dekomposisi $C_2H_5Cl$ mengikuti kinetika reaksi orde-1. Pada 800 K, konsentrasi $C_2H_5Cl$ berkurang dari 0.098 M menjadi 0.016 M selama 340 s. Pada wadah yang berbeda dengan temperatur 800 K, terdapat gas kloroetana dengan tekanan 0.040 atm. Waktu yang diperlukan agar tekanan total di dalam wadah menjadi 0.065 atm adalah ….

A 120.4 detik
B 15.21 detik
C 282.1 detik
D 184.1 detik
E 450.1 detik

**SOAL 29**

Laju reaksi berikut diketahui hanya bergantung pada $NO_2$ dan merupakan reaksi orde 1.

$$NO_2\ (g) + CO\ (g) \rightarrow NO\ (g) + CO_2\ (g)$$

Data eksperimen adalah sebagai berikut.

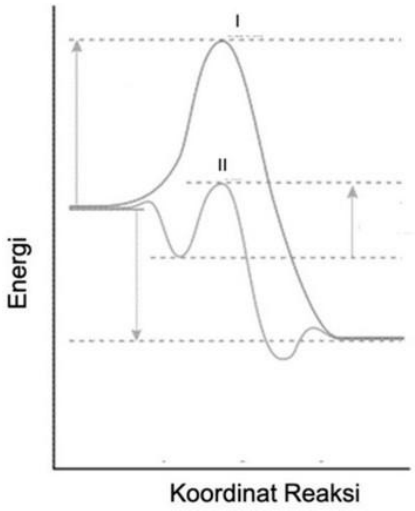
| Waktu (s) | $[NO_2]$ (mol.L$^{-1}$) |
|---|---|
| 0 | 0.500 |
| 1000 | 0.435 |
| 2000 | 0.379 |

Waktu paruh ($t_{1/2}$) reaksi tersebut adalah ....

A 4987 detik
B 5000 detik
C 5400 detik
D 6635 detik
E 9000 detik

**SOAL 30**

Gambar berikut mengilustrasikan mekanisme suatu reaksi.




Pernyataan yang **tidak** sesuai dengan gambar tersebut adalah ….

A Kurva II menunjukkan adanya beberapa tahap reaksi.
B Laju reaksi pada kurva I lebih besar dari kurva II.
C Energi pengaktifan kurva I lebih besar daripada kurva II.
D Pada kurva II menunjukkan beberapa senyawa antara.
E Kurva I menunjukkan reaksi tanpa katalis.

**SOAL 31**

Sebuah molekul menyerap radiasi gelombang elektromagnetik pada panjang gelombang 6.67 µm. Aktivitas molekul yang terkait dengan penyerapan ini adalah ….

A Transisi elektronik
B Transisi rotasional
C Transisi vibrasi molekul
D Transisi pembalikan spin inti
E Transisi translasi

**SOAL 32**

Suatu sampel senyawa dianalisis menggunakan spektroskopi UV-Vis. Diketahui bahwa serapanmaksimum (λmaks) terjadi pada panjang gelombang 280 nm. Transisi elektronik manakahyang paling mungkin bertanggung jawab atas serapan ini?

Aσ→ σ*
Bπ→ π*
Cn→ σ*
Dn→ π*
Eσ→ n*

**SOAL 33**

Suatumaterial kristalin dianalisis menggunakan difraksi sinar-X dengan radiasi Cu Kα (λ = 1.5406Å).Puncak difraksi pertama teramati pada sudut **2θ = 30.0°**. Berapakah jarak antar

bidangkristal (*d-spacing*) yang sesuai dengan puncak ini?

A. 0.100 nm
B. 0.154 nm
C. 0.257 nm
D. 0.298 nm
E. 0.308 nm

**SOAL 34**

Dalam spektrum 1H NMR, sebuah sinyal proton muncul sebagai **triplet** dengan intensitas puncak yang sama (1:2:1). Apa yang ditunjukkan oleh pola pemisahan ini tentang lingkungan proton tersebut?

A Proton tersebut berdekatan dengan **satu proton lain**.
B Proton tersebut berdekatan dengan **dua proton yang setara (ekivalen)**.
C Proton tersebut **tidak berpasangan** dengan proton tetangga mana pun.
D Proton tersebut berdekatan dengan **tiga proton yang setara (ekivalen)**.
E Proton tersebut berdekatan dengan **empat proton yang setara (ekivalen)**.

**SOAL 35**

Dalam spektrum massa dari suatu senyawa, teramati dua puncak ion molekul pada **m/z=78** dan **m/z = 80**, dengan rasio intensitas relatif sekitar **3:1**. Fitur struktur atau rumus molekul manakah yang paling mungkin untuk senyawa ini?

A Senyawa mengandung satu atom brom.
B Senyawa mengandung dua atom brom.
C Senyawa mengandung dua atom klor.
D Senyawa mengandung satu atom klor.
E Senyawa mengandung satu atom sulfur.

**SOAL 36**

Suatu sampel gas $N_2$ yang dikumpulkan diatas permukaan air pada 25 °C dan tekanan 732 mmHg memiliki volume sebesar 250 mL. Volume gas $N_2$ kering tersebut padakondisi 0 °C dan 1 atm adalah …. (Tekanan uap murni $H_2O$ pada 25 °C = 24 mmHg)

A 213.4 mL
B 220.6 mL
C 227.8 mL
D 249.5 mL
E 270.0 mL

**SOAL 37**

Dua buah sampel gas, Ar dan He berada pada kondisi suhu, tekanan dan volume yang sama. Dengan mengasumsikan kedua gas bersifat ideal, pernyataan di bawah ini yang benar terkait dengan jumlah partikel ($N$), kecepatan rata-rata ( $v_{rms}$ ) dan densitas ($\rho$) adalah ….

A $N$ Ar = $N$ He, $v_{rms}$ Ar > $v_{rms}$ He dan $\rho$ Ar > $\rho$ He
B $N$ Ar = $N$ He, $v_{rms}$Ar < $v_{rms}$ He dan $\rho$ Ar > $\rho$ He
C $N$ Ar > $N$ He, $v_{rms}$ Ar = $v_{rms}$ He dan $\rho$ Ar < $\rho$ He
D $N$ Ar = $N$ He, $v_{rms}$ Ar = $v_{rms}$ He dan $\rho$ Ar = $\rho$ He

E $N$ Ar > $N$ He, $v_{rms}$ Ar > $v_{rms}$ He dan ρ Ar = ρ He

**SOAL 38**

Sebanyak 50 cm3 suatu gas yang kemungkinan termasuk golongan alkana, alkena atau alkuna membutuhkan 325 cm3 oksigen untuk pembakaran sempurnanya (kedua volume diukur pada T dan P yang sama). Gas tersebut tersebut memiliki rumus molekul ....

A. $C_4H_8$
B. $C_4H_{10}$
C. $C_6H_{12}$
D. $C_8H_{14}$
E. $C_8H_{18}$

**SOAL 39**

Perhatikan reaksi kesetimbangan yang melibatkan di bawah ini

$\frac{1}{2}N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons NO_2(g)$ $K_1$

$2NO_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + O_2(g)$ $K_2$

$NOBr(g) \rightleftharpoons NO(g) + \frac{1}{2}Br_2(g)$ $K_3$

Tetapan kesetimbangan yang dari reaksi pembentukan 1 mol gas NOBr adalah ….

A. $K_1K_2(K3)^{1/2}$
B. $K_1$-$2K_2$-$K_3$
C. $K_1(K_2)^{1/2}K_3$
D. $K_1$+$(K_2)^{1/2}$-$K_3$
E. $\frac{K_1(K_2)^{\frac{1}{2}}}{K_3}$

**SOAL 40**

Seorang siswa ingin mengidentifikasi suatu gas tertentu dengan membandingkannya dengan gas metana melalui percobaan laju efusi gas dalam suatu kontainer pada T dan P yang sama. Dari hasil percobaan, diketahui bahwa rasio laju efusi gas metana terhadap gas tersebut adalah 2 berbanding 1. Kemungkinan gas tersebut adalah ….

A NO2
B NO
C CO2
D SO2
E NH3

**SOAL 41**

Nilai $K_{sp}$ $Hg_2Cl_2$ pada 298 K adalah ….

| Reaksi | E° (V) |
|---|---|
| $Hg_2^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow 2Hg(l)$ | +0.80 |
| $Hg_2Cl_2(s) + 2e^- \rightarrow 2Hg(l) + 2Cl^-(aq)$ | +0.31 |

A 2.6 × 10–17
B 2.8 × 10–12
C 3.3 × 10–11
D 5.1 × 10–9
E 5.7 × 10–6

**SOAL 42**
Elektrolisis 1.00 g garam tembaga(II) membutuhkan arus 0.100 A selama 123 menit untuk mengendapkan seluruh logam tembaga. Rumus kimia garam tembaga tersebut adalah ….

A $CuCl_2$
B $Cu(CH_3COO)_2$
C $Cu(NO_3)_2$
D $CuBr_2$
E $Cu(ClO_4)_2$

**SOAL 43**
Sel elektrolisis terdiri dari dua elektroda tembaga yang dicelupkan dalam larutan tembaga(II) sulfat. Jika arus 0.35 A dialirkan melalui sel tersebut selama 1300 detik, manakah diantara pernyataan berikut yang benar?

A Massa anoda bertambah 0.15 g
B Massa anoda bertambah 0.30 g
C Massa anoda berkurang 0.15 g
D Massa anoda berkurang 0.30 g
E Massa anoda tetap

**SOAL 44**
Potensial sel $\mathbf{Ni_{(s)}|Ni^{2+}_{(aq)}\ (1.00\ M)||Ag^{+}_{(aq)}\ (1.00\ M)|Ag_{(s)}}$ pada 298 K adalah 1.05 V. Ke dalam masing-masing sel ditambahkan natrium sianida dengan konsentrasi $CN^-$ 1.00 M. Jika diketahui $K_f[Ni(CN)_4]^{2-} = 2.0\text{x}10^{-31}$ dan $K_f[Ag(CN)_2]^- = 9.8\times10^{-21}$, potensial sel yang baru adalah ….

A 0.68 V
B 0.78 V
C 1.33 V
D 1.43 V
E 1.57 V

**SOAL 45**
Nilai potensial reduksi standar ion selenat $HSeO_4^-(aq)$ menjadi Se(*s*) pada suasana asam pada 298 K adalah ….

| Reaksi | $E^o$ (V) |
|---|---|
| $H_2SeO_3(aq) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow Se(s) + 3H_2O(l)$ | 0.74 |
| $HSeO_3^-(aq) + 3H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2SeO_3(aq) + 3H_2O(l)$ | 1.15 |
| $HSeO_4^-(aq) + 7H^+(aq) + 6e^- \rightarrow Se(s) + 3H_2O(l)$ | ? |

A 0.33 V

B 0.88 V
C 0.94 V
D 1.56 V
E 1.89 V

**SOAL 46**

Istilah hidrogen ekonomi didasarkan pada hidrogen yang diproduksi dari air menggunakan energi matahari. Gas tersebut kemudian dibakar sebagai bahan bakar:

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$$

Energi yang dihasilkan oleh pembakaran gas hidrogen akan disetarakan dengan pembakaran bahan bakar oktana. Diketahui massa jenis oktana adalah 2.66 kg/galon, entalpi pembentukan standar oktana adalah –249.9 kJ/mol, entalpi pembentukan standar $CO_2$ adalah –393.5 kJ/mol, dan entalpi pembentukan standar $H_2O$ adalah –285.8 kJ/mol. Volume gas hidrogen pada 25 °C dan 1 atm yang diperlukan untuk menghasilkan sejumlah energi yang setara dengan yang dihasilkan oleh pembakaran satu galon oktana ($C_8H_{18}$) adalah . . . .

A 10.89 L
B 108.98 L
C 497.8 L
D 1089.80 L
E 10898 L

**SOAL 47**

Perhatikan data berikut:

| | |
|---|---|
| $C(grafit,s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ | $\Delta Hr° = -393.5$ kJ/mol |
| $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ | $\Delta Hr° = -285.8$ kJ/mol |
| $2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(l)$ | $\Delta Hr° = -3119.6$ kJ/mol |

Perubahan entalpi untuk reaksi $2C(grafit,s) + 3H2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$ adalah sebesar ….

A +84.6 kJ/mol
B –84.6 kJ/mol
C +3204.2 kJ/mol
D –3204.2 kJ/mol
E –3798.9 kJ/mol

**SOAL 48**

Es pada suhu 0 °C ditempatkan dalam cangkir styrofoam yang berisi 361 g minuman ringan pada suhu 23°C. Panas jenis minuman tersebut hampir sama dengan panas jenis air. Sebagian es tetap ada setelah es dan minuman ringan mencapai suhu keseimbangan 0°C. Abaikan kapasitas panas cangkir. Jika diperlukan 334 J untuk mencairkan 1 g es pada 0 °C dan kalor jenis air 4.184 J.g–1.°C–1, maka massa es yang telah mencair adalah . . . .

A 84 g
B 94 g
C 104 g
D 114 g
E 124 g

**SOAL 49**

Sebanyak 200 mL HCl 0.862 M dicampur dengan 200 mL $Ba(OH)_2$ 0.431 M dalam kalorimeter bertekanan konstan dengan kapasitas kalor yang dapat diabaikan. Suhu awal larutan HCl dan $Ba(OH)_2$ adalah sama pada 20.48 °C. Asumsikan bahwa massa jenis dan kalor jenis larutan sama dengan air (masing-masing 1.00 g/mL dan 4.184 $J.g^{-1}.°C^{-1}$), dan kalor netralisasi adalah –56.2 kJ/mol. Suhu akhir larutan tersebut adalah ….

A 8.9 °C
B 14.7 °C
C 26.3 °C
D 32.1 °C
E 40.0 °C

**SOAL 50**

Suatu gas mengembang volumenya dari 26.7 mL menjadi 89.3 mL pada suhu konstan. Kerja yang terlibat jika gas mengembang pada ruang hampa dan pada tekanan konstan 2.8 atm sebesar ….

A 0 dan –18 J
B 0 dan 18 J
C 0 dan –9 J
D –9 dan –18 J
E 9 dan 18 J

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# MATEMATIKA

Kumpulan Soal OSN

# OSN-K MATEMATIKA SMA/MA 2025

## Kemampuan Dasar

### SOAL 1

Suatu polinomial $P(x)$ memenuhi persamaan

$$P(5^b + 1) = 5^{5b} + 2$$

untuk setiap bilangan bulat positif $b$. Nilai $P(3) = \cdots$.
**Jawaban:** 34

### SOAL 2

Banyaknya bilangan **bulat** $m$ sehingga persamaan kuadrat

$$x^2 + mx + 31 = m$$

**tidak** mempunyai akar real adalah ...
**Jawaban:** 23

### SOAL 3

Bilangan bulat positif terkecil $n$ sehingga $n!$ habis dibagi oleh 1430 adalah ...
**Catatan:** Untuk sembarang bilangan asli $n$, notasi $n!$ menyatakan hasil kali

$$1 \times 2 \times 3 \times \ldots \times n.$$

**Jawaban:** 13

### SOAL 4

Diketahui bahwa koefisien suku $x^2$ dari penjabaran $(x + 3)^n$ adalah $81k$ untuk suatu bilangan asli $k$.
Bilangan asli terkecil $k$ yang mungkin memenuhi syarat tersebut adalah ...
**Jawaban:** 15

### SOAL 5

Banyaknya solusi persamaan

$$n^2 + 4n + 3 = 16m$$

dengan $m, n$ bilangan asli dan $1 \leq n \leq 110$ adalah ...
**Jawaban:** 27

# BAB 2
# OSN Provinsi

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

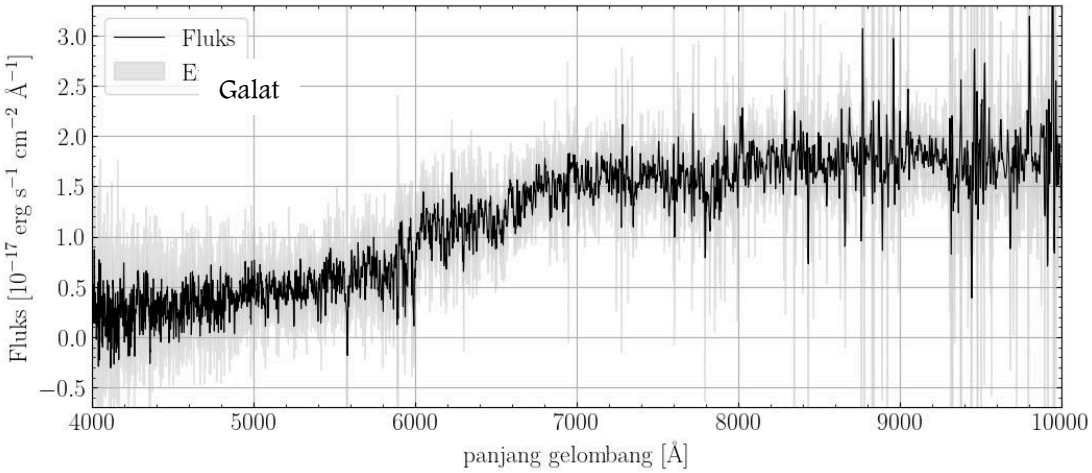
KEMENDIKDASMEN RAMAH

# ASTRONOMI

Kumpulan Soal OSN

Petunjuk:
1. Jawablah seluruh soal hanya di lembar jawaban dan jangan di berkas soal ini.
2. Dalam naskah ini terdapat 30 soal yang terdiri atas jenis soal pilihan ganda biasa, pilihan ganda kompleks, dan isian singkat.
3. Gunakan konstanta dan data astronomi yang telah disediakan di soal.
4. Kalkulator tanpa fitur grafik boleh digunakan.

1. Galaksi merupakan struktur masif yang tersusun atas kumpulan bintang. Karakteristik spektrum galaksi merepresentasikan berbagai proses astrofisika serta komponen penyusunnya. Pada galaksi "normal", ciri spektrum yang dominan mencerminkan keberadaan bintang, gas, dan debu. Gambar di bawah ini menyajikan spektrum satu dimensi dari sebuah galaksi. Berdasarkan bentuk spektrum tersebut, tentukan tipe galaksi, fitur khas garis, dan berapa *redshift* galaksi tersebut.




A. Galaksi *early-type* dilihat dari garis emisi H alpha dan H beta yang muncul di sekitar 9000 angstroms sehingga memiliki $z{\sim}0{,}354$
B. Galaksi *late-type* dilihat dari garis emisi H alpha dan H beta yang muncul di sekitar 9000 angstroms sehingga memiliki $z{\sim}0{,}354$
C. Galaksi *late-type* dilihat dari garis absorpsi H & K sekitar 3900 angstroms dan 4000 angstroms *break* sehingga memiliki $z{\sim}0{,}609$
D. Galaksi *early-type* dilihat dari garis absorpsi H & K sekitar 3900 angstroms dan 4000 angstroms *break* sehingga memiliki $z{\sim}0{,}509$
E. AGN dilihat dari garis emisi Lyman alpha yang muncul di sekitar 9000 angstroms sehingga memiliki $z{\sim}0{,}627$

**Jawaban: D**

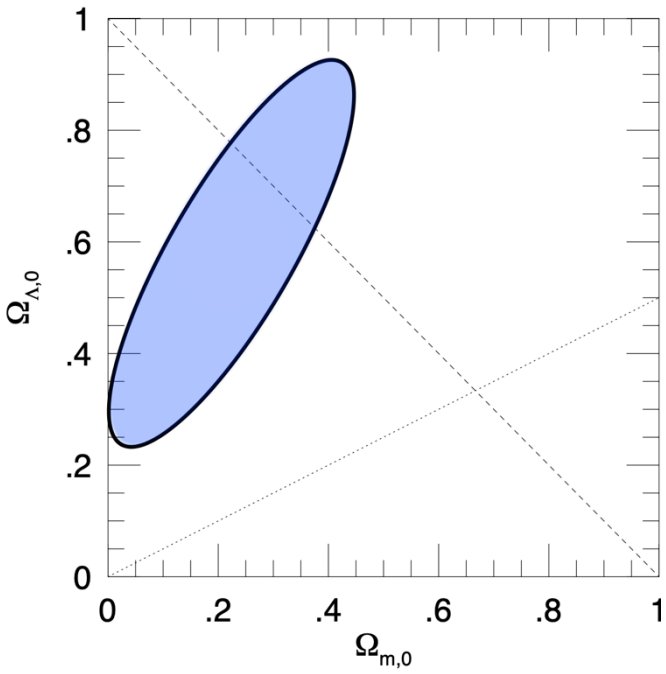
2. Dinamika evolusi alam semesta dijelaskan melalui dua persamaan Friedmann yang dapat dinyatakan dalam bentuk parameter kerapatan $(\Omega)$, sebagaimana ditunjukkan berikut ini:

Kecepatan pengembangan alam semesta:

$$(H)^2 = (H_0)^2\left(\Omega_{r,0}a^{-4} + \Omega_{m,0}a^{-3} + \Omega_{k,0}a^{-2} + \Omega_{\Lambda,0}\right)$$

Percepatan pengembangan alam semesta:

$$\frac{\ddot{a}}{a} = -\frac{1}{2}(H)^2\left(\Omega_{m,0} + \Omega_{\Lambda,0} - 3\Omega_{\Lambda,0}\right)$$




*Keterangan: $r, m, k, \Lambda$ adalah radiasi, materi, kurvatur, konstanta kosmologi. Simbol 0 menunjukkan epoch alam semesta saat ini, $a$ adalah faktor skala, H Adalah parameter Hubble, dan tanda dua titik di atas faktor skala merupakan turunan dua kali terhadap waktu.*

Berdasarkan pengamatan Supernova Tipe Ia (ditunjukkan oleh area berwarna biru pada gambar), diperoleh batasan yang menggambarkan geometri serta dinamika alam semesta pada masa kini. Dengan merujuk pada persamaan Friedmann di atas, jelaskan interpretasi dari gambar tersebut:

A. Berdasarkan posisinya terhadap garis titik-titik, alam semesta memiliki geometri datar, dan karena letaknya berada tepat di garis putus-putus, maka pengembangannya berlangsung secara dipercepat.

B. Berdasarkan posisinya terhadap garis putus-putus, alam semesta memiliki geometri datar, dan karena letaknya berada di atas garis titik-titik, maka pengembangannya berlangsung secara dipercepat.

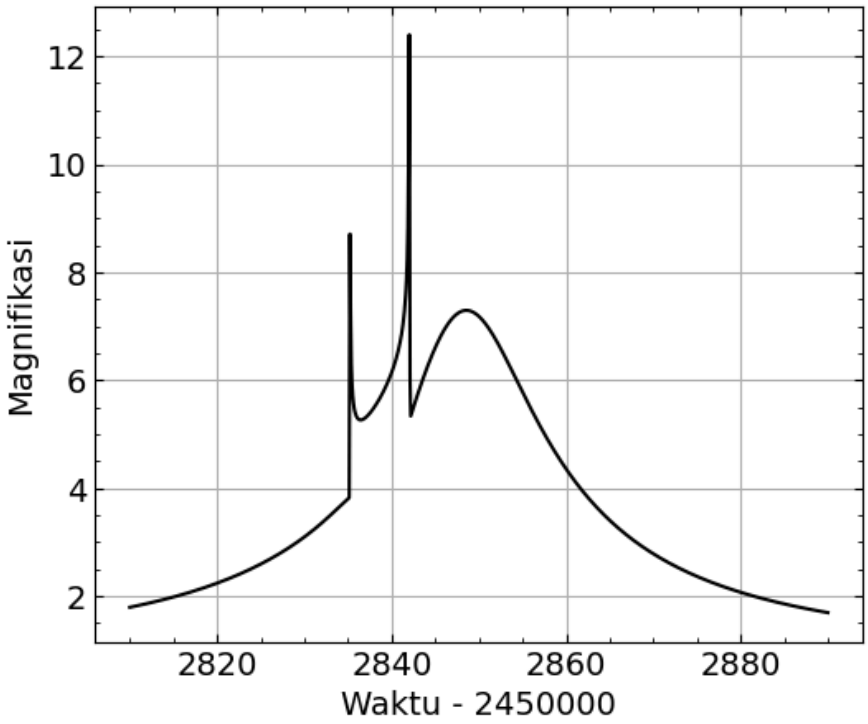
C. Berdasarkan posisinya terhadap garis putus-putus, alam semesta memiliki geometri mendekati datar, dan karena letaknya berada di atas garis titik-titik, maka pengembangannya berlangsung secara dipercepat.

D. Berdasarkan posisinya terhadap garis putus-putus, alam semesta memiliki geometri tertutup, dan karena letaknya berada di atas garis titik-titik, maka ekspansinya berlangsung secara diperlambat.

E. Berdasarkan posisinya di sebelah kiri garis putus-putus, alam semesta memiliki geometri mendekati datar, dan karena letaknya berada di atas garis titik-titik, maka pengembangannya berlangsung secara dipercepat.

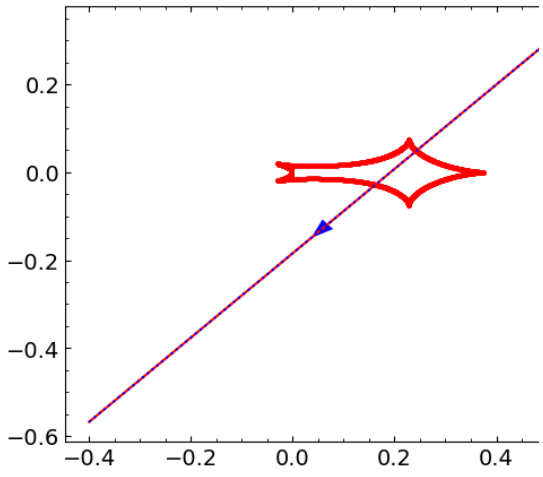
**Jawaban: C**

3. *Microlensing* merupakan salah satu metode yang digunakan dalam pendeteksian planet ekstrasolar. Teknik ini dilakukan dengan mengamati perubahan kurva cahaya bintang latar belakang yang tampak lebih terang akibat adanya objek lain yang melintas di antara pengamat dan bintang tersebut. Contoh di bawah ini memperlihatkan simulasi kurva cahaya dari peristiwa *microlensing*, ketika kecerlangan bintang latar belakang meningkat karena dipengaruhi oleh keberadaan sebuah bintang beserta planet yang mengorbitinya.

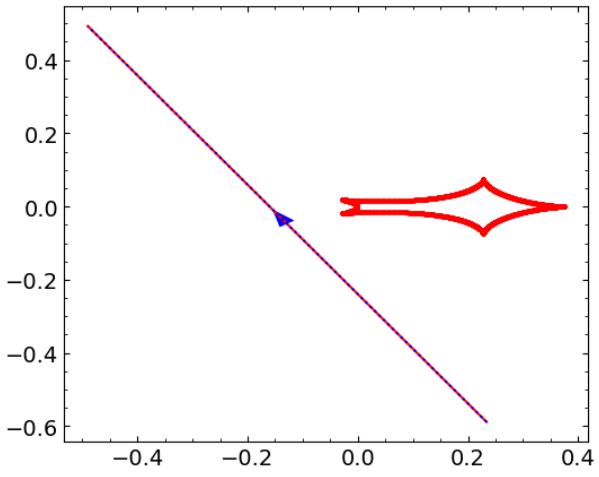



Berdasarkan perubahan kurva cahaya di atas terutama bagian pemuncakan kecerlangan, bagaimana posisi lintasan bintang latar belakang terhadap caustic atau peta magnifikasi yang dibentuk oleh sistem lensa (bintang + planet) pada bidang sumber?

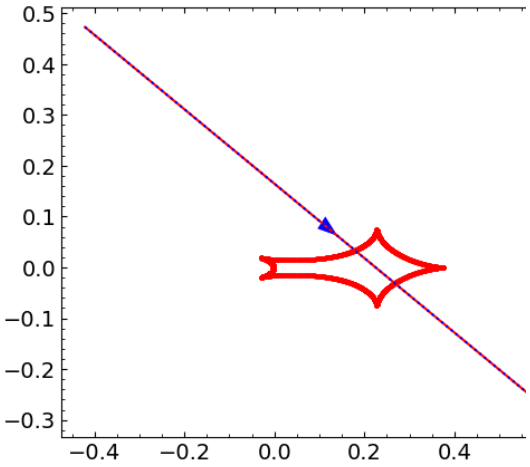
A.



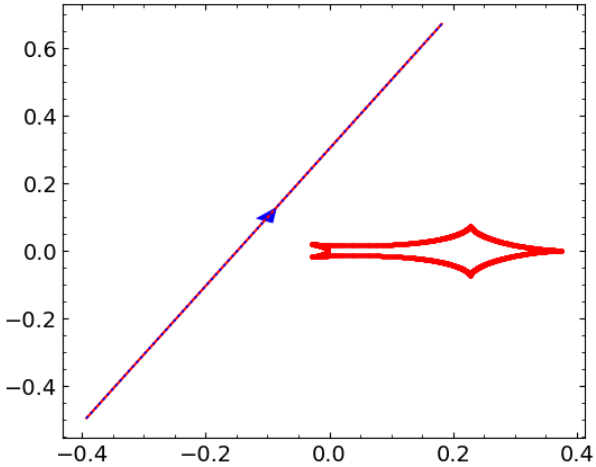

B.



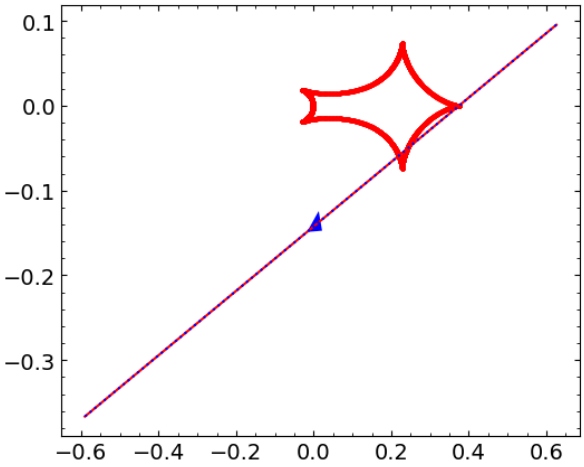
C.




D.

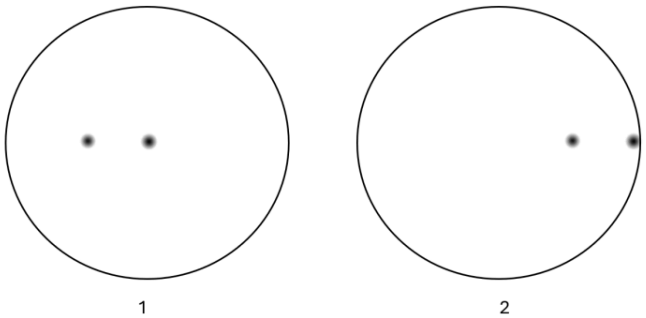



E.




**Jawaban: A**

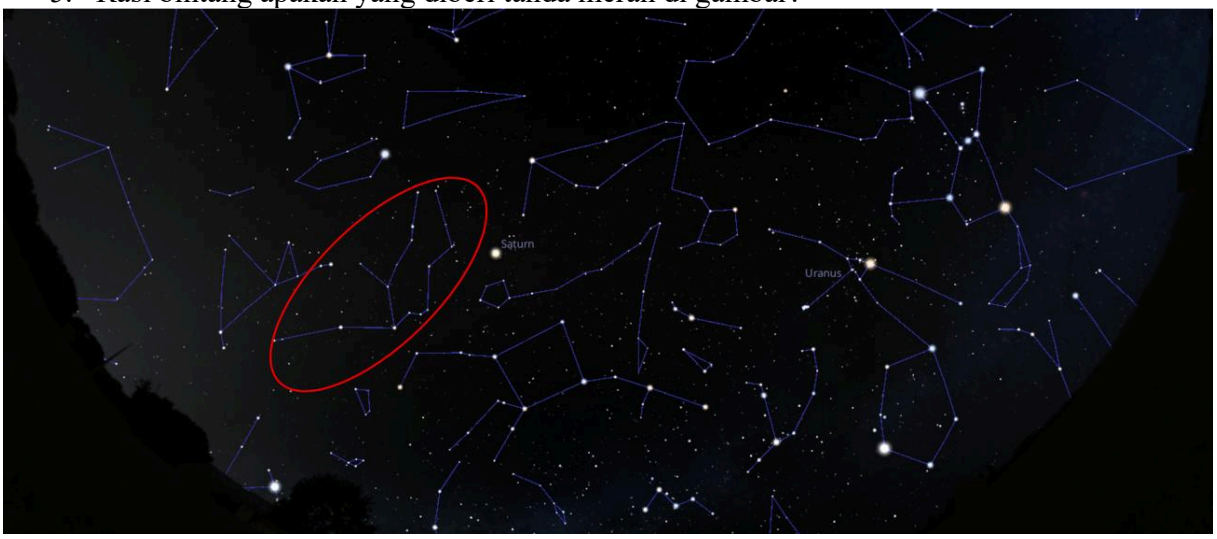
4. Liza yang tinggal di Pontianak mengamati sebuah bintang ganda yang berada di ekuator langit dengan separasi sudut 1’ menggunakan teleskop dan lensa okuler 20 mm. Liza menggambarkan hasil pengamatannya di kertas (lihat gambar nomor 1). Setelah beberapa saat lamanya, bintang bergeser dari medan pandang karena teleskop yang digunakan Liza tidak disertai dengan motor penggerak yang dapat mengikuti gerak benda langit. Liza menggambarkan lagi posisi bintang setelah bergeser (lihat gambar nomor 2). Diantara pernyataan berikut ini, manakah yang benar?



a. Panjang fokus teleskop yang digunakan adalah 1 meter.
b. Panjang fokus teleskop yang digunakan adalah 2 meter.
c. Selang waktu antara kedua gambar adalah 3 detik.
d. Selang waktu antara kedua gambar adalah 8 detik.
e. Selang waktu antara kedua gambar tidak dapat diperkirakan.

**Jawab: d**

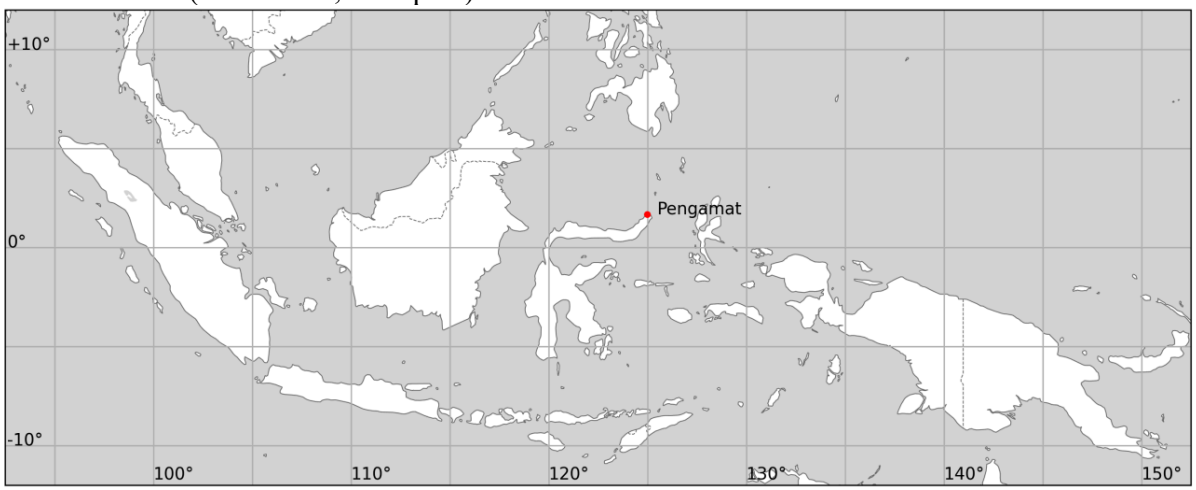
5. Rasi bintang apakah yang diberi tanda merah di gambar?




a. Leo
b. Aquarius
c. Gemini
d. Canis Major
e. Sagittarius

**Jawab: b**

6. Sesudah Matahari terbenam, sampai beberapa waktu, cahaya Matahari yang dipantulkan dan dihamburkan oleh bagian atas atmosfer tetap menyinari Bumi. Keadaan ini dikenal dengan istilah remang (*twilight*). Panjang remang yang dialami pengamat di sebuah lokasi tertentu (titik merah, lihat peta) saat *summer solstice* adalah:

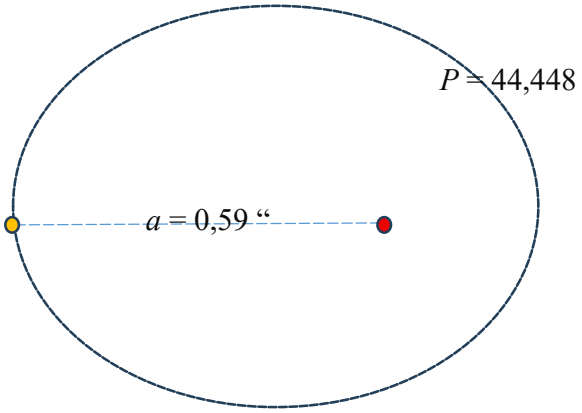



a. 1h 19m

b. 1h 12m
c. 0h 26m
d. 0h 52m
e. 0h 39m

**Jawab: a**

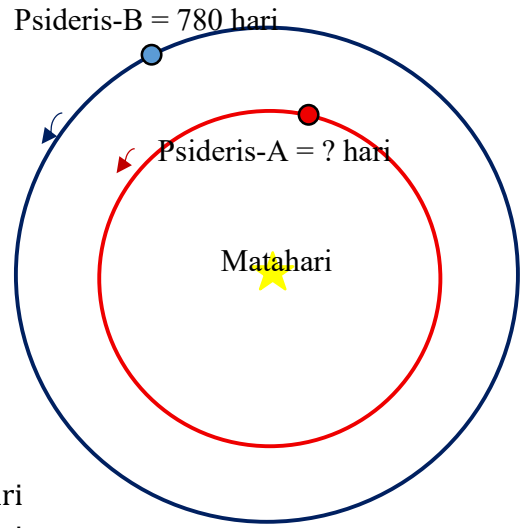
7. Diketahui bintang ganda Dubhe, dengan jarak 122,91 tahun cahaya, memiliki orbit terproyeksi pada bidang langit seperti pada gambar di bawah. Asumsikan inklinasi orbit bintang ganda tegak lurus arah pandang pengamat. Perkirakan rentang massa total sistem bintang tersebut dalam satuan massa Matahari. (Perhatikan gambar: $P$ adalah periode dalam tahun cahaya dan $a$ adalah separasi sudut.)




a. 4 – 5 $M_\odot$
b. 5 – 6 $M_\odot$
c. 6 – 7 $M_\odot$
d. 7 – 8 $M_\odot$
e. 8 – 9 $M_\odot$

**Jawab: b**

8. Periode yang dibutuhkan planet A untuk sejajar dengan planet B sekitar 345 hari. Tentukan periode sideris dari planet A. (Petunjuk: perhatikan gambar.)

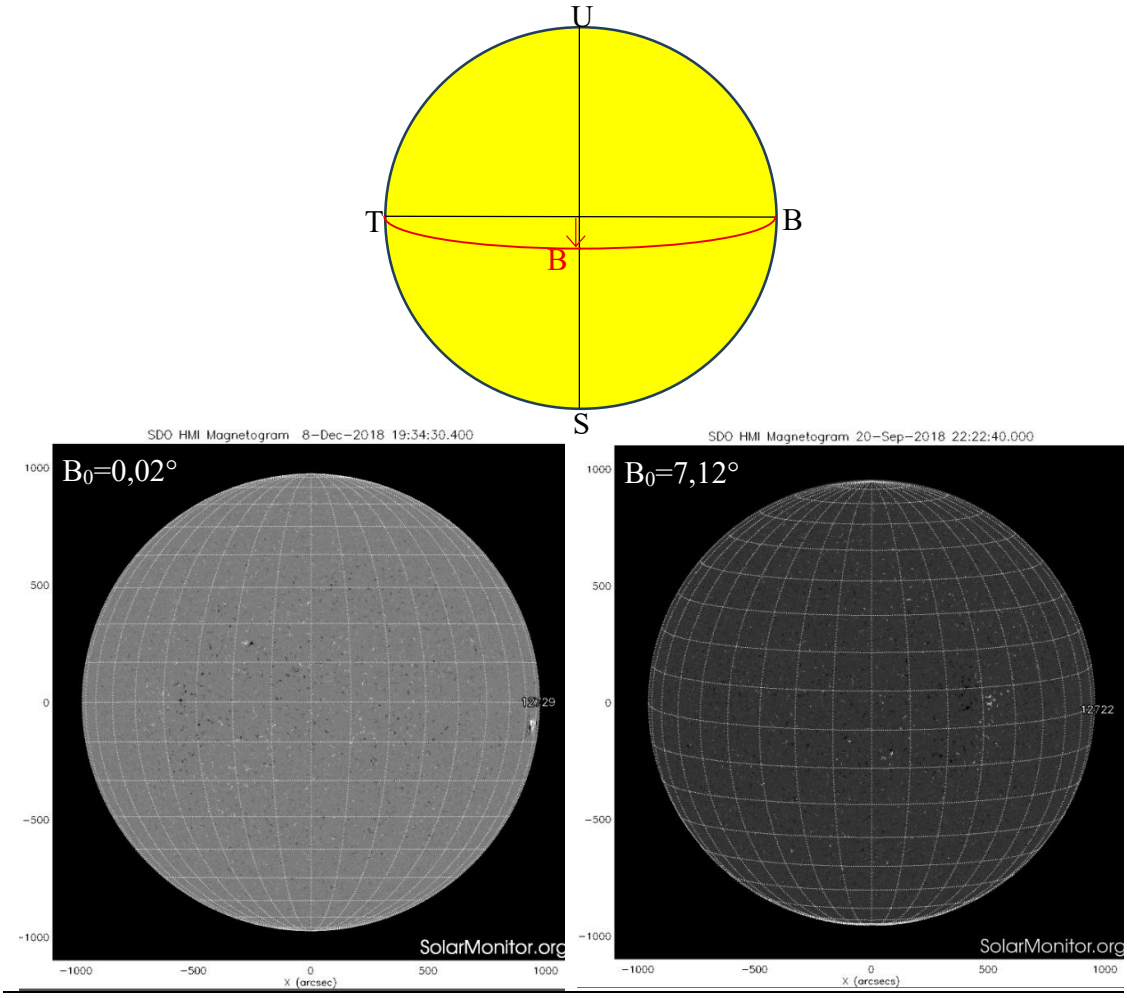



a. ~220 hari
b. ~230 hari

c. ~240 hari
d. ~250 hari
e. ~260 hari

**Jawab: c**

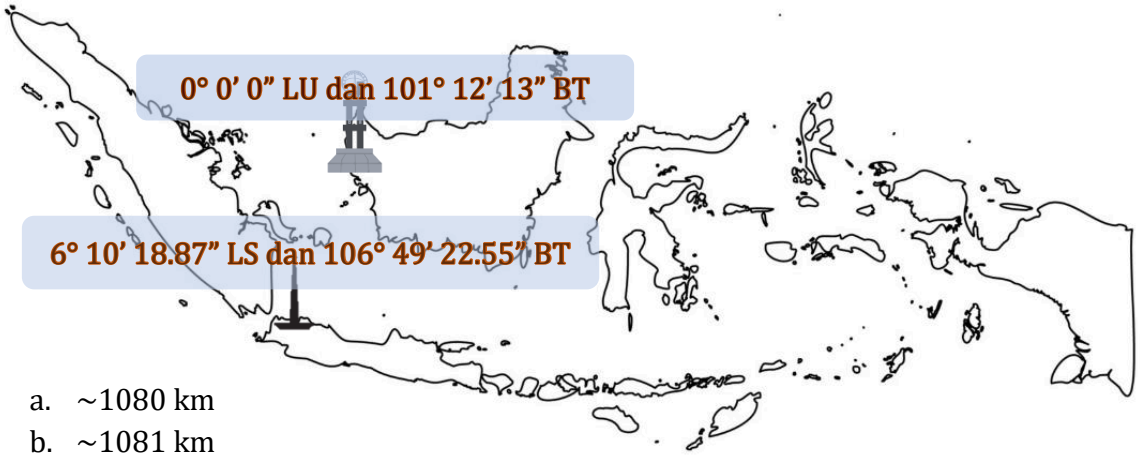
9. $B_0$ merupakan pergeseran pusat piringan Matahari jika dilihat dari Bumi akibat faktor rotasi Matahari dan orbit Bumi, dengan simpangan terbesar 7,23°. Pada citra Matahari yang diambil oleh satelit Solar Dynamic Observatory (SDO), terlihat perbedaan penampakan piringan Matahari pada tanggal pengamatan yang berbeda. Dengan mengasumsikan orbit Bumi adalah lingkaran, hitunglah nilai $B_0$ pada tanggal 1 Januari 2018. (Petunjuk: perhatikan informasi yang tertera dalam gambar.)




a. 2,3° – 2,5°
b. 2,5° – 2,7°
c. 2,7° – 2.9°
d. 2,9° – 3,1°
e. 3,1° – 3,3°

**Jawab: c**

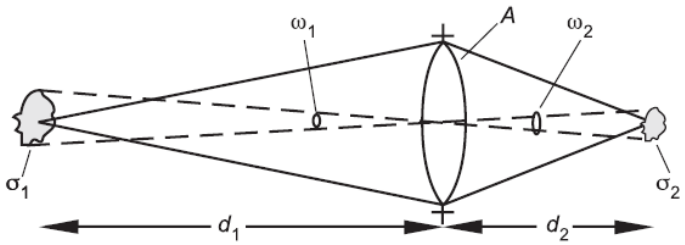
10. Terdapat dua monumen yang tertera seperti pada gambar. Jika diketahui jari-jari Bumi adalah 6800 km dan Bumi diasumsikan berbentuk bola sempurna, berapakah jarak antara Monumen Nasional dan Tugu Khatulistiwa (dalam km).




a. ~1080 km
b. ~1081 km
c. ~1082 km
d. ~1083 km
e. ~1084 km

**Jawab: b**

11. Gambar berikut menunjukkan hubungan kecerlangan obyek membentang ($B_1$) terletak pada jarak $d_1$ dan kecerlangan citra yang terbentuk oleh teleskop ($B_2$) terletak pada jarak $d_2$. $A$ menyatakan luas bukaan teleskop




Hubungan .

A. $B_2 = B_1 \frac{\sigma_1}{\sigma_2}$
B. $B_2 = B_1 \frac{\sigma_2}{\sigma_1}$
C. $B_2 = B_1 \frac{d_1^2}{d_2^2}$
D. $B_2 = B_1 \frac{d_2^2}{d_1^2}$
E. $B_2 = B_1$

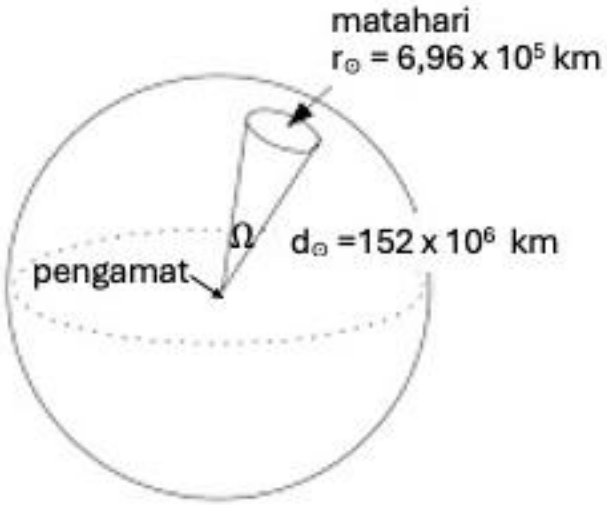
**Jawab: E**

12. Skema sebuah teleskop pemantul Cassegrain terdiri dari cermin primer parabola dengan panjang fokus $F_P$ dan cermin sekunder hiperbola (panjang fokus $F_S$) diberikan pada gambar di bawah ini
Hubungan antara Fs, Fp dan d yang benar adalah:

A. $\frac{F_S d}{F_P - d} = F_S + d$
B. $\frac{F_P d}{F_S + d} = F_S + d$
C. $\frac{F_P d}{F_S - d} = F_P + d$
D. $\frac{F_S d}{F_S - d} = F_P - d$
E. $F_S = F_P + d$

**Jawab: A**

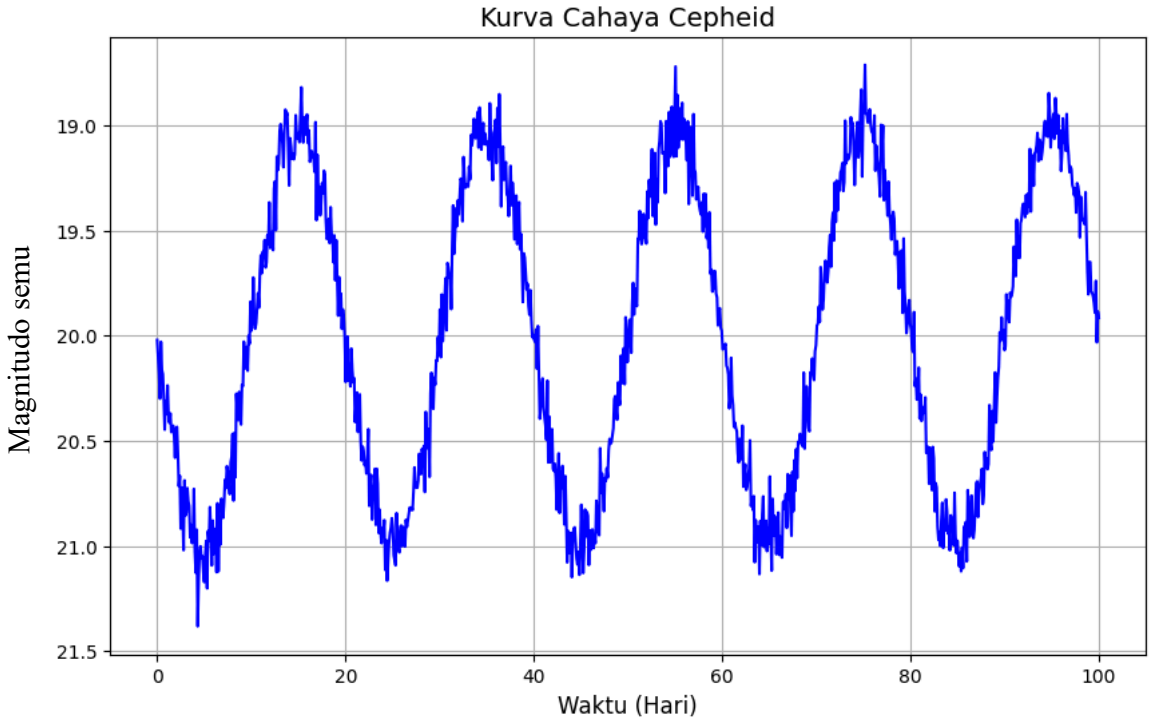
13. Tentukan sudut ruang Matahari pada tanggal 20 Agustus 2025 jika diketahui informasi jejari dan jarak matahari pada gambar berikut. Berikan jawabanmu dalam satuan sr.

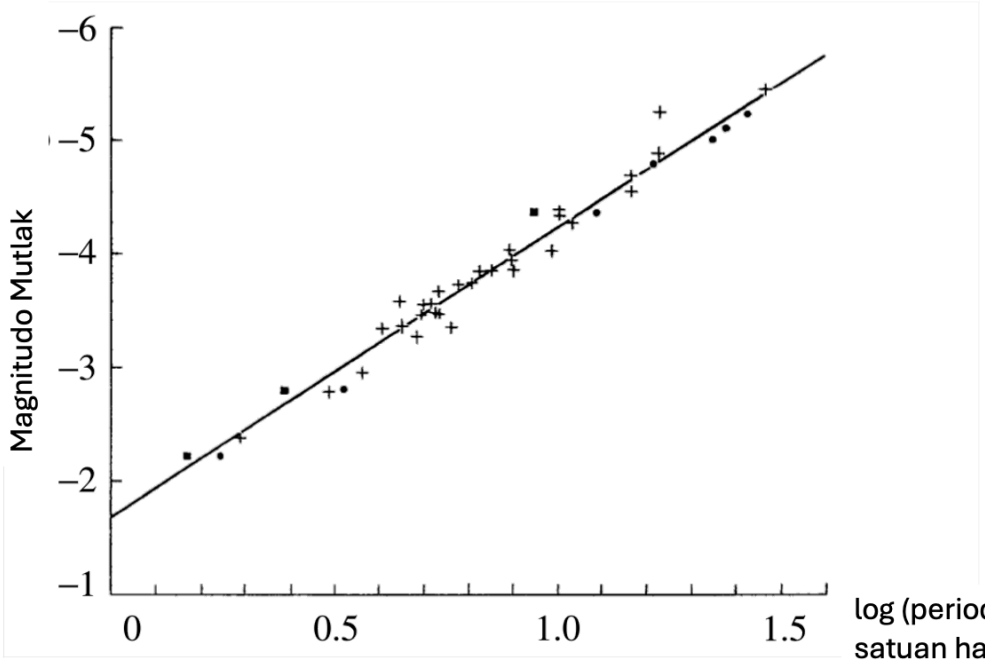



a. 0,5
b. 30
c. 10012
d. $1{,}64 \times 10^{-5}$
e. $6{,}56 \times 10^{-5}$

**Jawab: e**

14. Diketahui kurva Cahaya dan hubungan periode-kecerlangan Cepheid berikut. Tentukan jarak Cepheid (dalam pc) jika terdapat ekstingsi debu sebesar 0,5 magnitudo sepanjang arah pandang.
    a. 794
    b. 7943
    c. $1 \times 10^5$
    d. $1 \times 10^6$
    e. $7{,}9 \times 10^6$




**Jawab: a**

15. Pada diagram Hertzsprung–Russell, plot dari gugus bintang terbuka (*open cluster*) A dan B masing-masing memiliki titik belok pada titik yang bersesuaian dengan kelas spektrum F0 dan G5. Kesimpulan manakah yang BENAR?
    a. Gugus A lebih tua dari gugus B
    b. Gugus B lebih tua dari gugus A
    c. Kedua gugus berumur tepat sama
    d. Kedua gugus berumur hampir sama
    e. Umur kedua gugus tidak bisa diperkirakan kecuali dengan mengetahui modulus jarak

    **Jawab**: **b**

16. Sebuah bintang serupa Matahari, dengan jejari sebesar $1\ R_{\odot}$, menunjukkan keteraturan penurunan kecerlangan sebesar 1% setiap 10 hari. Pengamatan menunjukkan bahwa hal ini disebabkan oleh transit suatu eksoplanet, dan dianggap titik pusat eksoplanet dan bintang saat transit adalah berimpit. Jika besaran $R_{\mathrm{J}} \approx 0{,}1\ R_{\odot}$ adalah nilai untuk jejari planet Jupiter, perkiraan terbaik untuk jejari eksoplanet adalah:
    a. $0{,}01\ R_{\odot}$
    b. $0{,}01\ R_{\mathrm{J}}$
    c. $0{,}1\ R_{\odot}$
    d. $0{,}1\ R_{\mathrm{J}}$
    e. $R_{\mathrm{J}}$

    **Jawab**: **c**

17. Andaikan suatu satelit mengorbit Bumi setiap 100 menit. Sebuah stasiun pemantau di Bumi hanya dapat merekam sinyal satelit dalam jendela waktu selama 10 menit saat satelit berada di atas wilayah langit dari stasiun. Pekerjaan ini dilakukan oleh satu tim berisi tiga orang yang bekerja bergiliran setiap 8 jam. Operator pertama mulai bertugas pukul 00:00 dan bertepatan dengan jendela waktu $0 - 10$ menit pertama. Tim operator perekam sinyal ini hanya diijinkan melaporkan semua rekaman harian dari seluruh orbit penuh satelit tersebut selama 24 jam bertugas, dan selanjutnya mereka boleh digantikan oleh tim operator lain. Jumlah orbit penuh untuk tim tersebut dan jendela waktu terakhir bagi operator ketiga dalam tim tersebut masing-masing adalah
    a. 14 dan 21:40–21:50
    b. 15 dan 23:20–23:30
    c. 13 dan 23:20–23:30
    d. 13 dan 21:40–21:50
    e. 15 dan 21:40–21:50

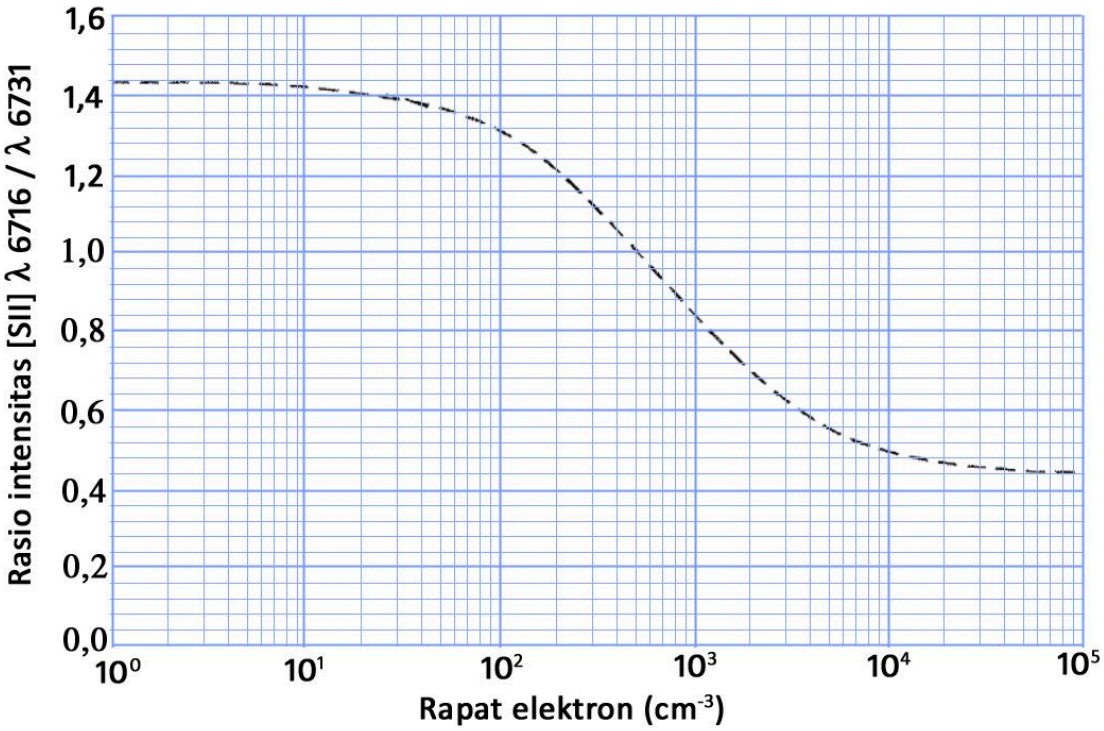
    **Jawab**: **a**

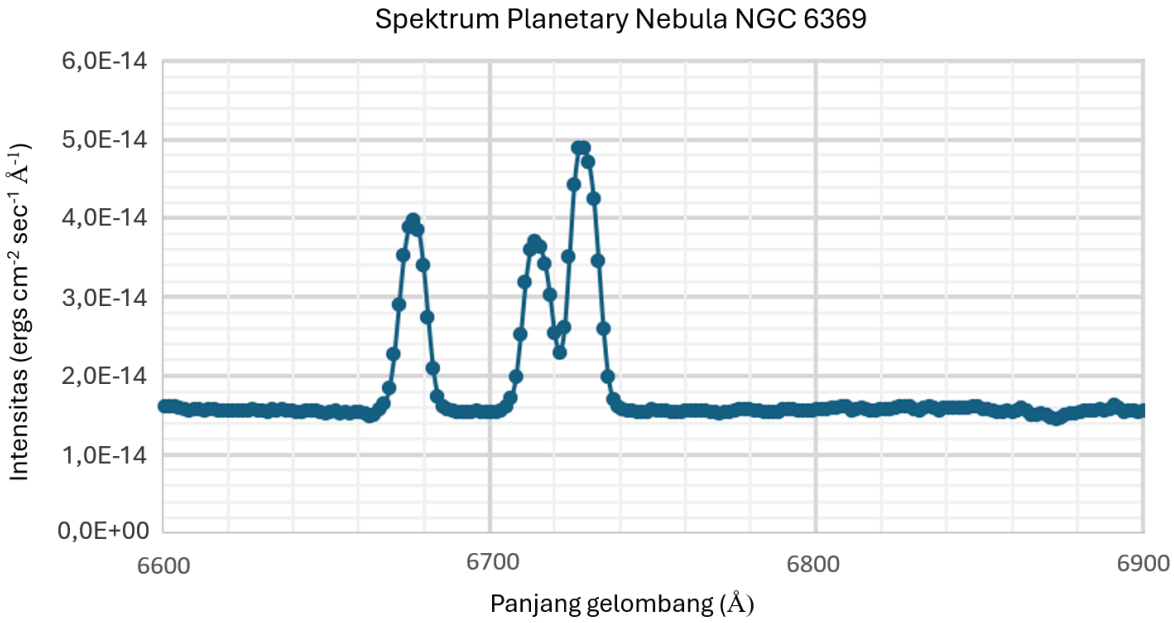
18. Tabel 1 berisi daftar anggota gugus galaksi beserta dengan magnitudo filter pengamatan. Dari Tabel tersebut, hitunglah berapa fraksi biru dalam gugus tsb. Fraksi biru disini adalah rasio jumlah galaksi biru (atau galaksi spiral normal, galaksi biru secara umum adalah galaksi dengan warna $u - r < 2{,}22$) dibagi jumlah total galaksi anggota. Prosentase fraksi biru adalah

| Identitas | mag_u | mag_g | mag_i | mag_r | mag_z |
|---|---|---|---|---|---|
| Gal_01 | 17,50 | 17,00 | 16,00 | 15,00 | 15,00 |
| Gal_02 | 17,60 | 16,85 | 16,01 | 15,70 | 15,50 |
| Gal_03 | 17,70 | 16,70 | 16,02 | 15,80 | 15,51 |
| Gal_04 | 17,80 | 16,55 | 16,03 | 15,50 | 15,52 |
| Gal_05 | 17,90 | 16,40 | 16,04 | 15,10 | 15,53 |
| Gal_06 | 18,00 | 16,25 | 16,05 | 15,20 | 15,52 |
| Gal_07 | 18,10 | 16,10 | 16,06 | 16,00 | 15,51 |
| Gal_08 | 18,20 | 15,95 | 16,07 | 16,10 | 15,50 |
| Gal_09 | 18,30 | 15,80 | 16,08 | 15,30 | 15,49 |
| Gal_10 | 18,40 | 15,65 | 16,09 | 15,40 | 15,48 |
| Gal_11 | 18,50 | 15,75 | 16,10 | 15,50 | 15,47 |
| Gal_12 | 18,60 | 15,85 | 16,11 | 17,00 | 15,48 |
| Gal_13 | 18,70 | 15,95 | 16,12 | 17,10 | 15,49 |
| Gal_14 | 18,80 | 16,05 | 16,13 | 16,50 | 15,50 |
| Gal_15 | 18,90 | 16,15 | 16,14 | 16,60 | 15,51 |
| Gal_16 | 19,00 | 16,25 | 16,15 | 16,70 | 15,52 |
| Gal_17 | 19,10 | 16,35 | 16,16 | 16,80 | 15,53 |
| Gal_18 | 19,20 | 16,45 | 16,17 | 16,90 | 15,54 |
| Gal_19 | 19,30 | 16,55 | 16,18 | 17,00 | 15,55 |
| Gal_20 | 19,40 | 16,65 | 16,19 | 17,10 | 15,56 |

(a) 10 %
(b) 30 %
(c) 35 %
(d) 40 %
**Jawab: b**

19. Salah satu tujuan astronom mengamati garis emisi planetary nebula adalah untuk memperkirakan kerapatan elektron menggunakan garis emisi sulfur. Elektron dan ion di planetary nebula selalu bergerak dan bertumbukan. Saat atom sulfur ditumbuk oleh suatu elektron, elektron sulfur di tingkat dasar akan tereksitasi ke tingkat 5/2 dan tingkat 3/2. Kedua tingkat energi ini metastabil sehingga elektron akan kembali ke tingkat dasar dengan sendirinya dalam waktu 3846 detik untuk tingkat 5/2 dan 1136 detik untuk tingkat 3/2, dan memancarkan cahaya di panjang gelombang 6716 dan 6731 angstrom. Namun jika sebelum waktu tersebut elektron tertumbuk oleh elektron lain, ia akan kembali ke tingkat dasar tanpa memancarkan garis emisi di panjang gelombang 6716 dan 6731 angstrom. Karena kala waktu elektron di tingkat 5/2 lebih lama, peluang ia tertumbuk elektron lain dan gagal menghasilkan garis emisi lebih besar. Sehingga rasio intensitas garis emisi 6716 dan λ 6731 angstrom dapat memberikan informasi kerapatan elektron di planetary nebula. Intensitas garis emisi diukur dari puncak garis emisi hingga ke kontinum.
Berikut ini adalah grafik perilaku hubungan antara intensitas garis di panjang gelombang 6716/λ 6731 angstrom dan rapat elektron. Diberikan pula spektrum sebuah planetary nebula NGC 6369 (*little ghost nebula*).




Dari kedua data tersebut, pernyataan manakah yang benar.

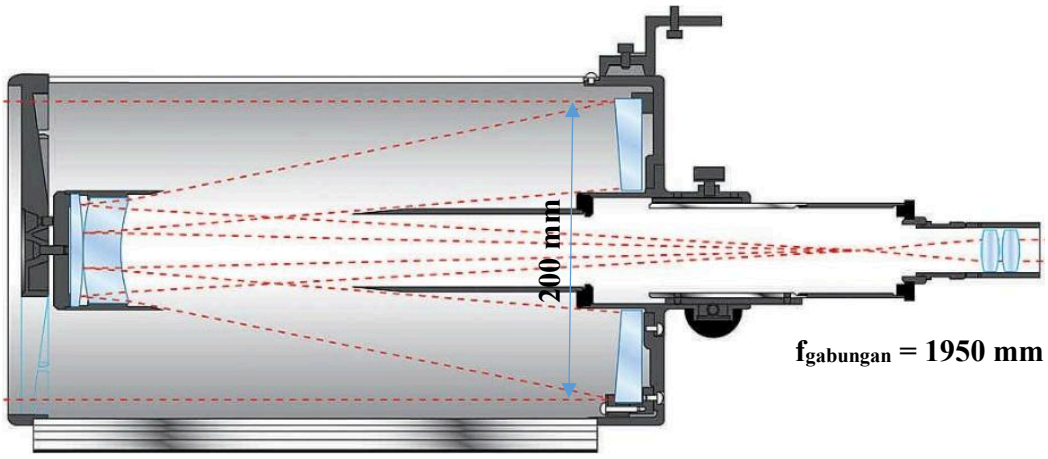
a. Kerapatan elektron = $10^{3,1}$ elektron/cm$^{-3}$
b. Kerapatan elektron = 2200 elektron/cm$^{-3}$
c. Kerapatan elektron = 1500 elektron/cm$^{-3}$
d. Intensitas garis λ 6731 = 5 x $10^{-14}$ ergs cm$^{-2}$ sec$^{-1}$ Å$^{-1}$
e. Semakin tinggi rasio intensitas garis λ 6716/λ 6731, tumbukan elektron semakin jarang.

**Jawab: b dan e**

20. Banyak monumen megalitik, seperti Stonehenge, menunjukkan kesejajaran dengan peristiwa langit tertentu. Manakah dari berikut ini yang paling tepat menjelaskan kesejajaran sumbu utama Stonehenge:
    a. Deklinasi paling selatan dari Bulan
    b. Arah Venus terbenam ketika *summer solstice*
    c. Arah Matahari terbit saat titik balik matahari musim panas
    d. Arah ketika Matahari melintasi meridian pangamat ketika *vernal equinox*
    e. Deklinasi paling utara dari Bulan

    **Jawab: c**

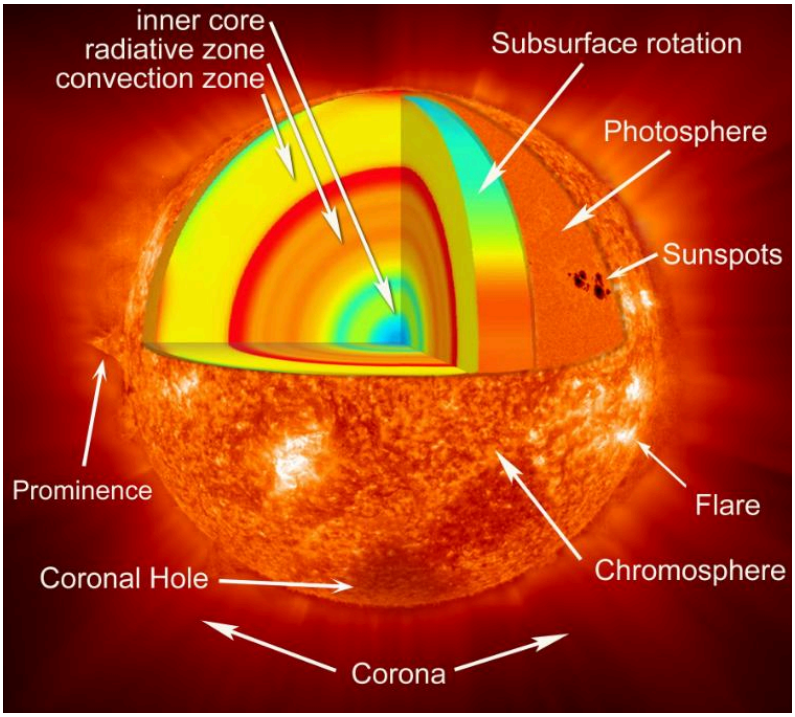
21. *Seeing* didefinisikan sebagai parameter penurunan kualitas citra akibat turbulensi pada atmosfer, yang diukur dalam satuan detik busur. *Seeing* menyebabkan objek titik akan terlihat seukuran dengan nilai *seeing* tersebut pada titik fokus teleskop. Sebuah teleskop dengan spesifikasi seperti pada gambar di bawah digunakan untuk mengamati bintang ganda visual Dubhe (Alpha Ursae Majoris) pada panjang gelombang cahaya tampak (500 nm) di Observatorium Nasional Timau yang memiliki batas nilai *seeing* sebesar 0,9 detik busur. Bintang ganda visual Dubhe diketahui memiliki separasi sudut sebesar 0,8 detik busur. Manakah diantara pernyataan berikut yang benar untuk kondisi pengamatan di atas. (Petunjuk: perhatikan gambar.)




    a. Bintang ganda Dubhe tidak dapat terlihat terpisah karena separasi sudut bintang lebih kecil dibanding nilai *seeing*.
    b. Bintang ganda Dubhe dapat terlihat terpisah karena separasi sudut bintang lebih kecil dibanding nilai *seeing*.
    c. Bintang ganda visual Dubhe tidak dapat terlihat terpisah karena separasi sudut bintang lebih besar dibanding resolusi teleskop.
    d. Bintang ganda visual Dubhe dapat terlihat terpisah karena separasi sudut bintang lebih besar dibanding resolusi teleskop.
    e. Tidak ada pernyataan yang benar.

**Jawab: a dan d**

22. Which of the Sun's layers and features are part of the Solar atmosphere?

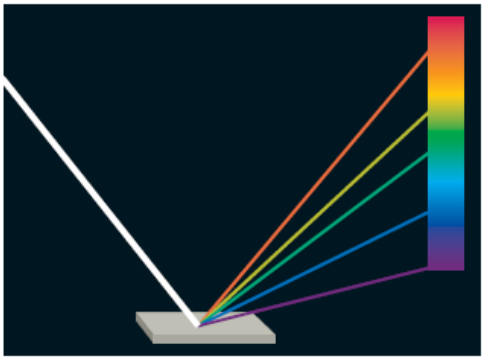



a. Inner core, convection zone, and photosphere.
b. Radiation zone, prominence, and subsurface rotation.
c. Convection zone, flare, and corona.
d. Flare, chromosphere, and corona.
e. Photosphere, coronal hole, and prominence.

**Jawab: d dan e**

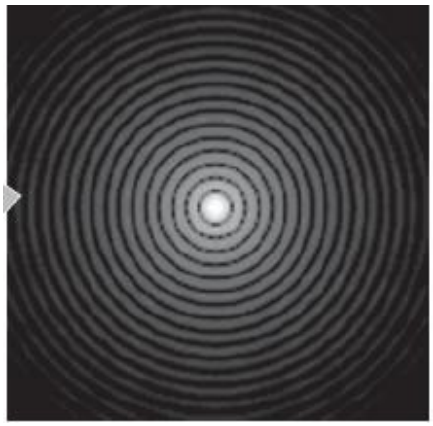
23.

a.

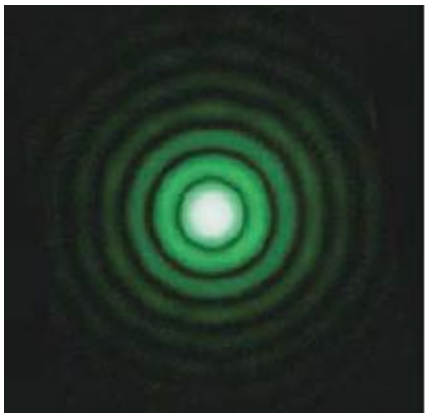


b.

c.



d.

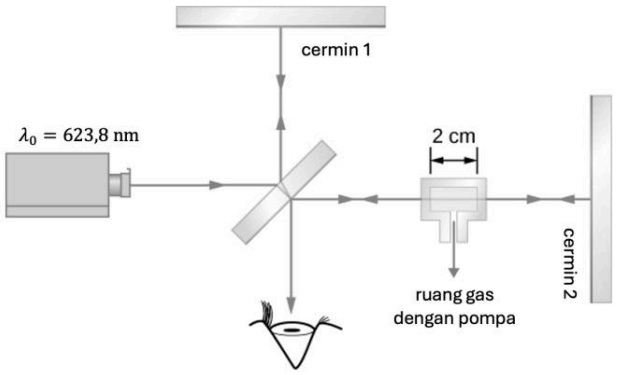


Perhatikan gambar-gambar di atas. Manakah yang memberikan kepada kita informasi dispersi spektral linier akibat interferensi cahaya polikromatik?

A. a
B. b
C. c dan a
D. d
E. a dan d

**Jawab: A**

24. Pada eksperimen Interferometer Michelson, suatu sumber cahaya dibagi menjadi dua bagian dan kemudian digabungkan kembali setelah melewati jalur optik yang berbeda sehingga menghasilkan pola interferensi. Jika pada arah cermin 2 ditambahkan sebuah ruang dengan panjang 2 cm untuk memasukkan suatu gas secara perlahan, maka diperoleh 122 garis gelap yang melewati garis acuan pengamat. Pilihlah jawaban yang benar.



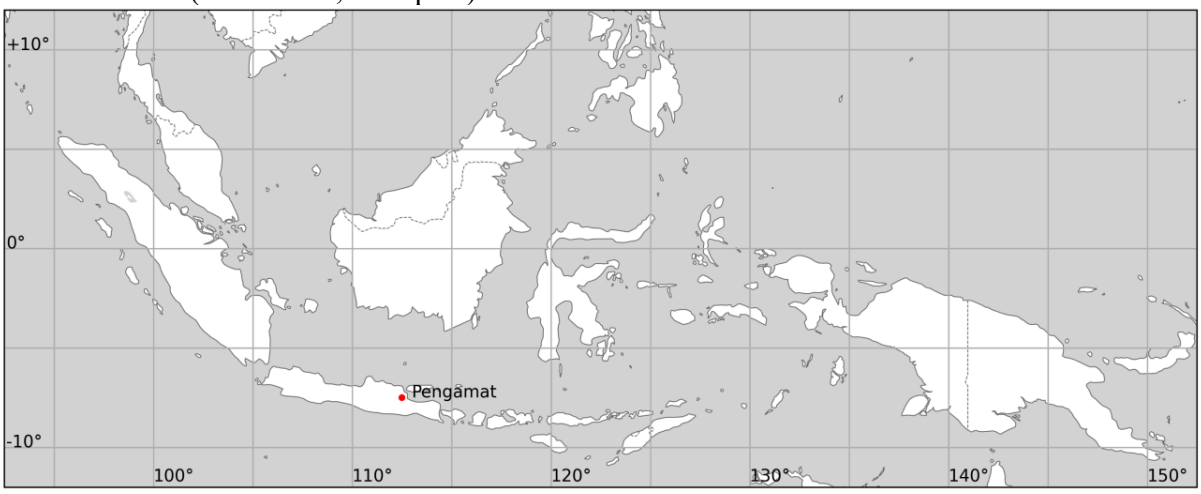
a. Jumlah pola interferensi (*fringe*) yang teramati adalah 61
b. Jumlah pola interferensi (*fringe*) yang teramati adalah 122
c. Indeks bias ruang berisi gas adalah 0,0019
d. Indeks bias ruang berisi gas adalah 1,0019
e. Jumlah gelombang dalam mengisi ruang yang berisi gas adalah 31605

**Jawab: b, d**

25. Tiga eksoplanet mengorbit bintang pusat dengan laju konstan menurut orbit lingkaran dan arah gerak orbit yang sama, memiliki periode masing-masing sebesar 5, 13, dan 45 tahun, serta perbedaan inklinasi orbit yang kecil satu sama lain. Pada suatu hari $H$, ketiga eksoplanet tersebut berada pada bujur yang sama (*planetary alignment*) dilihat dari bintang pusat. Peristiwa tersebut akan terulang kembali paling cepat setelah
    a. $63 \text{ tahun} = (5 + 13 + 45) \text{ tahun}$
    b. $65 \text{ tahun} = (5 \times 13) \text{ tahun}$
    c. $225 \text{ tahun} = (5 \times 45) \text{ tahun}$
    d. $585 \text{ tahun} = (13 \times 45) \text{ tahun}$
    e. $2925 \text{ tahun} = (5 \times 13 \times 45) \text{ tahun}$

    **Jawab: d**

26. Panjang siang (saat Matahari berada di atas horizon) bisa dihitung dengan menerapkan rumus cosinus pada Matahari yang berada tepat di horizon. Jika pengamat berada di lokasi tertentu (titik merah, lihat peta)




- hitunglah panjang siang pada saat *winter solstice*
- hitunglah selisih panjang siang terpanjang dan panjang siang terpendek di lokasi pengamat

Catatan: nyatakan panjang siang dan selisih panjang siang dalam jam-menit

**Jawab:**
Untuk objek di horizon:

$$\cos H = - \tan \phi \tan \delta_{Sun}$$

Panjang siang adalah $2H$

- Saat winter solstice, deklinasi matahari $\delta_{Sun} = -23{,}44$
Lintang pengamat (dari peta) $\phi = -7{,}5$
$\cos H = - \tan(-7{,}8005) \tan(-23{,}44) = -0{,}0571$
$H = 93{,}27° = 6{,}22$ jam

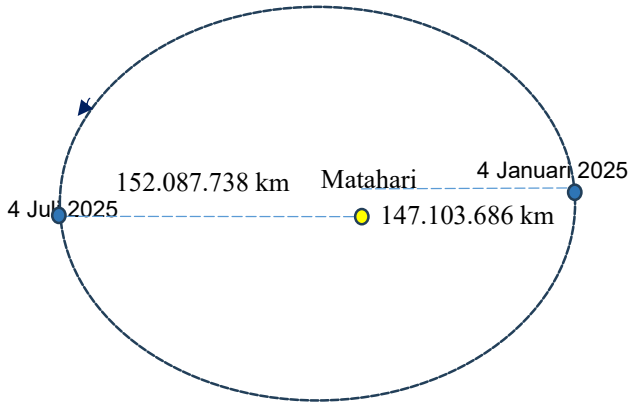
Panjang siang = $2H$ = 12,44 jam = 12h 26m 10,7s

- Untuk lokasi pengamat, panjang siang terpanjang adalah saat Matahari di *winter solstice* ($\delta_{Sun}$ = -23,44) dan panjang siang terpendek adalah saat Matahari di *summer solstice* ($\delta_{Sun}$ = +23,44)
Panjang siang terpanjang sudah diperoleh dari jawaban sebelumnya.
Panjang siang terpendek:
Saat summer solstice (terapkan perhitungan seperti di atas dengan harga $\delta_{Sun}$ = +23,44), diperoleh panjang siang: 11h 33m 49,3s
Maka selisih panjang siang terpanjang dan panjang siang terpendek:
Selisih = 12h 26m 10,7s - 11h 33m 49,3s = 0h 52m 21,3s

27. Andai kita hanya memperhitungkan efek dari Jupiter pada pergeseran posisi Matahari ketika saling mengitari titik pusat massa Matahari-Jupiter. Titik pusat massa sistem Matahari-Jupiter ini adalah kurang lebih 1 kali radius Matahari (696.000 km) dari pusat Matahari.
Jika *alien* dari sistem keplanetan 55 Cnc yang berjarak 12,34 pc (1 pc = 3,26 tahun cahaya), melakukan pengamatan astrometri pada Matahari kita untuk mendeteksi apakah Matahari memiliki planet, berapa besarkah pergeseran maksimum posisi Matahari ($\Pi$) yang akan diamati jika pengamatan dilakukan pada selang waktu setengah periode Jupiter?

**Jawab:**
a = 2 × 696.000 km
d = 12,34 × 3,086x$10^{13}$ km
$\Pi$ = a/d
= (2 × 6,96×$10^{5}$) / (12,34 × 3,086×$10^{13}$) radian
= 3,6553432×$10^{-9}$ radian
= 3,6553432×$10^{-9}$ × 206.265 detik busur
= 0,00075”

28. Diketahui orbit Bumi seperti tertera pada gambar.




**a.** Hitung nilai eksentrisitas orbit Bumi hingga tiga angka di belakang koma.
**b.** Hitung jarak Bumi ke Matahari pada saat hari kemerdekaan Republik Indonesia ke-80 (dalam km). (Petunjuk : carilah selisih sudut antara tanggal saat perihelion/aphelion dengan hari kemerdekaan RI ke-80.)

**Jawab:**

Diketahui :

$t_{perihelion}$ = 4 Januari 2025
$r_{perihelion}$ = 147.103.686 km
$t_{aphelion}$ = 4 Juli 2025
$r_{aphelion}$ = 152.087.738 km

Ditanya :

$r_{17agustus2025}$ = ?

Dijawab :

- Cari panjang sumbu mayor

$$a = \frac{(r_{peri} + r_{aphe})}{2}$$
$$a = \frac{(147.103.686 + 152.087.738)}{2}$$
$$a = \frac{299191424}{2} = 149.595.712\ km$$

- Cari nilai eksentrisitas

$$e = \frac{(r_{aphe} - r_{peri})}{(r_{aphe} + r_{peri})}$$
$$e = \frac{4.984.052}{299.191.424} = 0{,}0167$$

- Cari selisih sudut dari tanggal yang ditentukan ke perihelion/aphelion

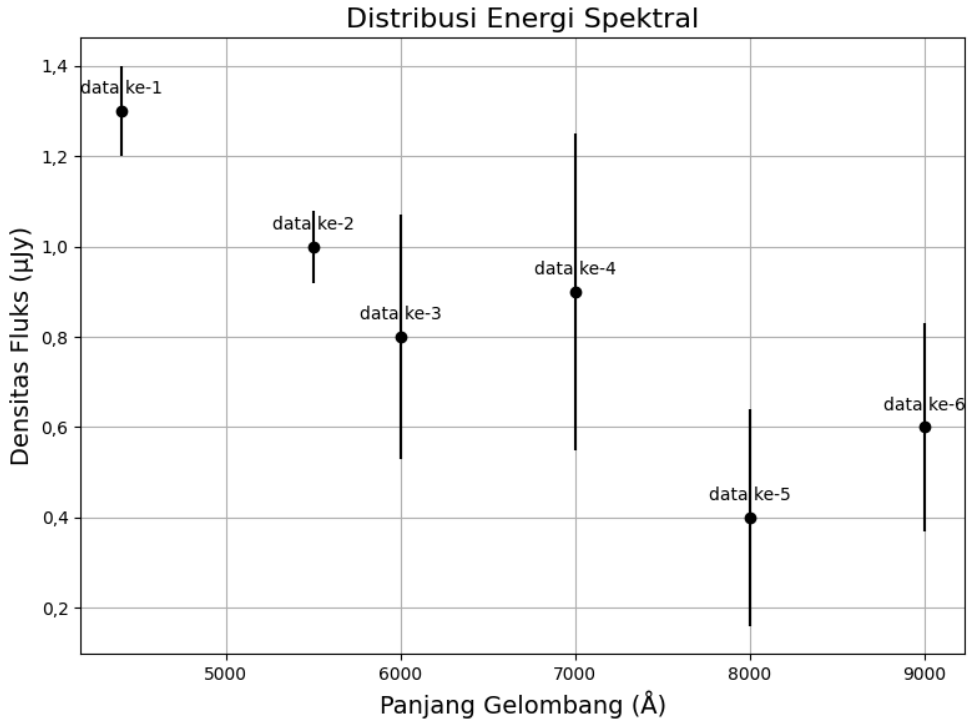
Selisih hari antara 4 Januari 2025 dengan 17 Agustus 2025 adalah 226 hari.

$$\theta = 360° \times \frac{226}{365{,}2422}$$
$$\theta = 360° \times 0{,}619 = 222{,}84°$$

- Cari jarak

$$r = a \times \frac{(1 - e^2)}{(1 + e\ cos(\theta))}$$
$$r = 149.595.712 \times \frac{(1 - 0{,}0167^2)}{(1 + 0{,}0167\ cos(222{,}84))}$$
$$r = 149.595.712 \times \frac{(1 - 0{,}000279)}{(1 + (-0{,}01224))}$$
$$r = 149.595.712 \times \frac{(0{,}999721)}{(0{,}98776)}$$
$$r = 149.595.712 \times 1{,}01211 = 151.407.316{,}07\ km$$

29. Diketahui suatu sumber radio ekstragalaktik memiliki distribusi energi spektral pada gambar berikut.




Dengan menggunakan nisbah densitas fluks dari data ke-1 dan data ke-2 ($F_1/F_2$) dengan Hukum Planck, tentukanlah besar nilai $A$, $B_1$ dan $B_2$ pada persaman-persamaan berikut:

$$A = \frac{e^{B_2/T_c} - 1}{e^{B_1/T_c} - 1}$$

$$B_1 = \frac{hc}{\lambda_1 k}$$

$$B_2 = \frac{hc}{\lambda_2 k}$$

dengan $T_c$ adalah temperatur warna, $h$ adalah konstanta Planck 6,626 x $10^{-34}$ J s, $c$ adalah kecepatan cahaya 2,9979 x $10^8$ m $s^{-1}$ , $k$ adalah konstanta Boltzman 1,3807 x $10^{-23}$ J $dt^{-1}$ $m^{-2}$ $K^{-4}$ , serta $\lambda_1$ dan $\lambda_2$ masing-masing adalah panjang gelombang pada pengamatan ke-1 dan ke-2. Berikan jawabanmu dalam bilangan bulat, tanpa angka dibelakang koma.

**Jawab:**

$$B_\lambda(T) = \frac{2hc^2/\lambda^5}{e^{hc/\lambda kT} - 1}$$

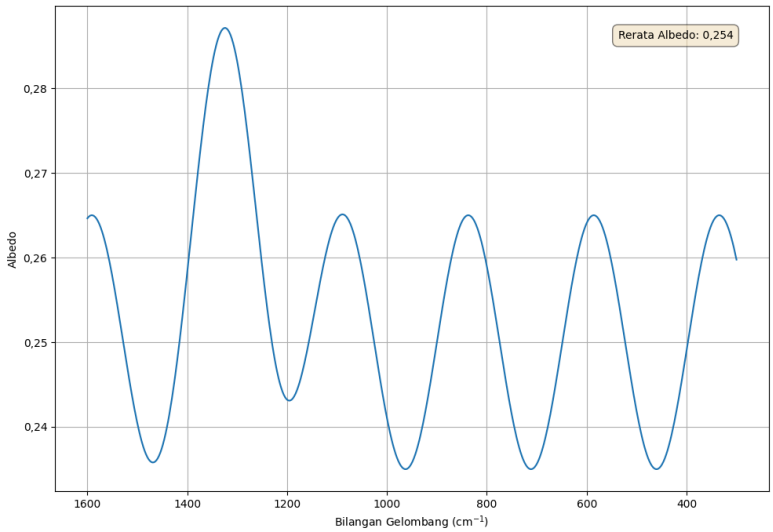
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{B_{\lambda_1}(T_c)}{B_{\lambda_2}(T_c)} = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^5 \frac{e^{hc/(\lambda_2 k T_c)} - 1}{e^{hc/(\lambda_1 k T_c)} - 1}.$$

$$A = \frac{F_1}{F_2}\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right)^5,$$

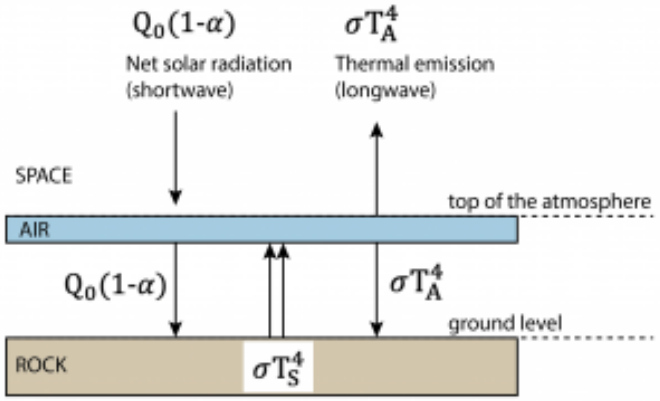
$$A = \frac{e^{B_2/T_c} - 1}{e^{B_1/T_c} - 1}$$
$$B_1 = \frac{hc}{\lambda_1 k}$$
$$B_2 = \frac{hc}{\lambda_2 k}$$

B1 =32700→ rentang jawaban benar 32000-35000
B2=26160 → rentang jawaban benar 25000-26900
A=0,425 → rentang jawaban benar 0-2

30. *James Webb Space Telescope* mendeteksi atmosfer eksoplanet dengan efek rumah kaca. Jika radiasi bintang induk yang diterima oleh eksoplanet adalah 590 $Wm^{-2}$ dan rerata albedo tercantum pada gambar berikut, maka tentukan temperatur permukaan planet dalam satuan kelvin. Asumsikan atmosfer bersifat transparan untuk panjang gelombang pendek dan terdapat kesetimbangan antara radiasi bintang induk yang masuk ke eksoplanet dengan emisi eksoplanet pada atmosfer bagian atas.
Konstanta Stefan Boltzman $\sigma$ = s = 5,67 x $10^{-8}$ W $m^{-2}$ $K^{-4}$




**Jawab:**




$$\sigma T_S^4 = Q_0(1-\alpha) + \sigma T_A^4 = 2Q_0(1-\alpha).$$

$T_s$ = 352,98 K
Rentang jawaban benar 300-400 K

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# EKONOMI

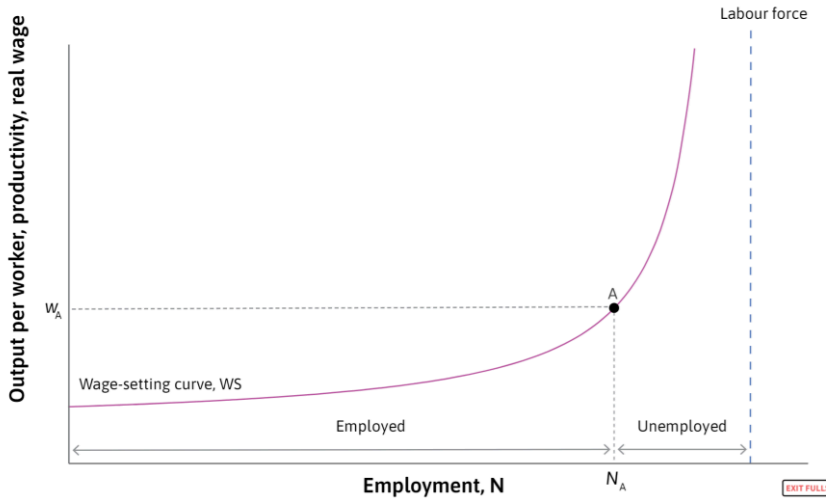
Kumpulan Soal OSN

1. Macroeconomics emphasizes several questions below, except…
   a) What makes the rise of cost of living
   b) What makes million people unemployed
   c) Why some countries are poor, and some are rich
   d) Why some countries have higher growth than others
   **e) How people behave and prefer to consume more than others**
2. Participation rate measures labor market performance. Country X had the number of employed and unemployed people are 96,48 and 49,29 million, respectively, in 2025. Meanwhile the population of working age is 250 million. The participation rate in Country X is about
   **a) 58,3%**
   b) 51%
   c) 55%
   d) 38,6%
   e) 19,7%
3. The nominal wage index is useful to compare the change of nominal wage and price over time. By setting the base year equal to 100, it is easier to understand the real wage. For example, the baseline was 2020 in which the monthly nominal wage in Country B was $546. In 2021, the increased of nominal wage was from $546 to $556 per month. It was about 1.3% rise. In this case, if the nominal wage index is 100 in 2020, the Nominal Wage Index in 2021 will be ….Then, wages increased to $568 in the following year, a 1.6% increase from 2021. The nominal wage index in 2022 will be…
   **a) 101.3 and 102.9**
   b) 101.3 and 102.9
   c) 101.3 and 102.9
   d) 101.3 and 102.9
   e) 101.3 and 102.9
4. BPS menerbitkan publikasi Indeks Harga Konsumen (IHK) di 38 Provinsi di Indonesia 2024 dengan menggunakan tahun 2022 sebagai tahun dasar (2022 = 100) beserta perubahannya, inflasi atau deflasi, menurut kelompok pengeluaran per bulan. IHK provinsi tersebut merujuk hasil Survei Harga Konsumen (SHK) di Kabupaten/Kota yang menjadi sampel setiap provinsi. SHK memberikan informasi tentang harga barang dan jasa dengan kualitas atau merk yang biasanya dikonsumsi Masyarakat di daerah tersebut. Sedangkan data harga konsumen diperoleh dari pedagang eceran yang terpilih sebagai responden. Sejak 2024, SHK melibatkan 112 kabupaten/kota dan mencakup 847 barang/jasa yang menjadi komoditas nasional. Sedangkan barang/jasa di level provinsi/kabupaten/kota cukup beragam merujuk hasil Survei Biaya Hidup 2022 (SBH 2022) di masing-masing daerah. Kelompok pengeluaran (barang/jasa) berikut termasuk dalam perhitungan IHK, kecuali
   a) Makanan, Minuman dan Tembakau
   b) Pakaian dan Alas Kaki
   c) Perumahan, Air, Listrik, dan Bahan Bakar Rumah Tangga

d) Kesehatan dan Pendidikan
**e) Pertambangan dan Jasa Konstruksi**

5. The wage-setting (WS) curve shows the relationship between the real wage and the aggregate level of employment in the economy. Graph 1. describes the high employment and the low unemployment. It implies

Graph 1. The wage-setting (WS) curve




**a) The workers have plenty of alternative jobs**
b) The employment drops toward zero
c) The output per worker increases
d) The productivity increases
e) The real wage increases

6. In country ABC, a researcher claims stark income inequality amid slums area next to several skyscrapers. He uses the detailed data in Table 3. It shows that the lowest 20% of the earners make 2% of all income. And the 68% of all income is occupied by the richest 10%. Calculate the Gini coefficient to help decision maker to reduce inequality.

Table 3. The Data of (Group) Income and Population Distribution

| Fraction of Income | Fraction of Population | % of population that is richer | Score |
|---|---|---|---|
| 0.02 | 0.2 | 0.8 | 0.036 |
| 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.12 |
| 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.1 |
| 0.68 | 0.1 | 0 | 0.068 |

**a) 0.676**
b) 0.036
c) 0.12
d) 0.1
e) 0.068

7. PT Nusantara Inovasi Digital adalah perusahaan teknologi yang bergerak di bidang penyediaan layanan cloud dan keamanan siber. Sejak pandemi COVID-19,

perusahaan ini mengalami lonjakan pendapatan hingga 35% per tahun, ditopang oleh tingginya kebutuhan digitalisasi di sektor korporat dan pemerintahan. Dalam laporan tahunan terakhir, manajemen menyampaikan rencana ekspansi ke Asia Tenggara dan investasi besar dalam pengembangan data center baru. Namun, analis mencatat beberapa catatan penting: valuasi saham saat ini berada di P/E ratio 90x, lebih tinggi dari rata-rata industri. Perusahaan juga memiliki rasio utang jangka panjang yang meningkat dari 0,4 menjadi 1,3 dalam dua tahun terakhir. Meskipun demikian, margin laba bersih tetap stabil di atas 20%, dan perusahaan tetap membagikan dividen sebesar 15% dari laba.

Jika Anda adalah seorang analis portofolio yang bertugas menilai kelayakan saham ini untuk portofolio dana pensiun jangka panjang, strategi investasi yang paling sesuai adalah:

a) Menghindari saham ini karena valuasi yang terlalu tinggi menunjukkan risiko overvalued, meskipun ada potensi pertumbuhan di masa depan.
**b) Melakukan pembelian bertahap (averaging) sambil terus mengevaluasi progres ekspansi dan kemampuan manajemen dalam menekan risiko keuangan.**
c) Menjadikan saham ini sebagai prioritas akumulasi karena pembagian dividen tinggi menjamin pendapatan tetap jangka panjang.
d) Menunda seluruh keputusan investasi sampai P/E saham turun setara rata-rata industri, untuk menghindari tekanan pasar dalam waktu dekat.
e) Menjual saham ini karena sudah untung banyak.

8. The total value of all of consumers and government spending, investments, and exports, minus the value of its imports is known as Gross Domestic Product (GDP). The Nominal GDP does not adjust inflation while Real GDP adjusts inflation. As illustration, country X's nominal GDP was $200 billion in 2015 and increased to approximately $300 billion by 2025. During the same timeframe, inflation diminished the relative value of the local currency by 50%. Evaluating nominal GDP alone indicates a 50% growth in the economy over the past decade. Nonetheless, the real GDP denominated in 2015 dollars would be…

**a) $150 billion**
b) $100 billion
c) $75 billion
d) $50 billion
e) $25 billion

9. Terlepas dari populernya penggunaan Produk Domestik Bruto (PDB) sebagai indikator pertumbuhan ekonomi, berikut adalah beberapa keterbatasan PDB, kecuali

a) Tidak bisa menangkap transaksi diluar mekanisme pasar
b) Mengabaikan biaya lingkungan
c) Tidak mencakup sektor informal
d) Tidak mempertimbangkan ketimpangan pendapatan
**e) Mengukur kegiatan ekonomi secara sederhana**

10. Wulan adalah seorang analis di sebuah perusahaan sekuritas. Ia mendapat tugas untuk merekomendasikan saham sektor konsumer yang defensif dan mampu bertahan terhadap tekanan inflasi serta fluktuasi kurs. Setelah meninjau laporan keuangan dan laporan tahunan, ia melihat bahwa emiten A memiliki margin laba bersih stabil, pertumbuhan penjualan konsisten selama 5 tahun terakhir, serta dividen payout ratio sebesar 65%. Namun, rasio DER-nya cukup tinggi karena ekspansi utang untuk pembangunan pabrik baru. Manakah rekomendasi yang paling tepat untuk disampaikan kepada klien ritel berprofil konservatif?
    a) **Saham emiten A sebaiknya direkomendasikan karena tren pertumbuhan dan dividen yang stabil lebih relevan dibandingkan leverage yang masih dalam batas toleransi industri konsumer.**
    b) Saham emiten A tidak layak direkomendasikan karena risiko utangnya yang tinggi mengindikasikan potensi kesulitan arus kas, meskipun kinerja labanya stabil.
    c) Klien sebaiknya disarankan untuk menghindari saham sektor konsumer secara keseluruhan dan lebih memilih sektor energi atau komoditas yang lebih cocok dalam iklim inflasi tinggi.
    d) Rekomendasi hanya bisa diberikan setelah mempertimbangkan PER dan PBV saham tersebut dibandingkan dengan rata-rata sektoral, karena valuasi menjadi faktor utama untuk profil konservatif.
    e) Rekomendasi hanya bisa diberikan setelah mempertimbangkan ROE dan ROA saham tersebut dibandingkan dengan rata-rata sektoral, karena valuasi menjadi faktor utama untuk profil moderate.
11. Seorang investor ritel berpengalaman sedang menimbang untuk berinvestasi di saham perusahaan energi baru terbarukan yang baru saja IPO. Perusahaan ini belum menghasilkan laba, namun memiliki arus kas operasional positif dan pendanaan kuat dari investor institusional. Risiko politik dan regulasi terhadap sektor ini cukup tinggi, namun prospek jangka panjang dipandang menjanjikan karena dorongan transisi energi nasional.Pertimbangan utama yang perlu diperhatikan investor sebelum membeli saham ini adalah:
    a) Menilai kinerja historis laba bersih sebagai satu-satunya indikator kelayakan investasi.
    b) Mengabaikan risiko regulasi karena semua saham energi pasti terdampak.
    **c) Memperhatikan kualitas arus kas, model bisnis berkelanjutan, dan tingkat adopsi teknologi perusahaan untuk menilai kelangsungan bisnis.**
    d) Membeli saham segera sebelum harganya naik terlalu tinggi karena tren IPO sektor ini selalu bullish.
    e) Menilai kinerja historis pendapatan sebagai indikator kelayakan investasi.
12. The Indonesian government has announced an extension of its tax holiday program until December 31, 2025. Investment Minister Rosan Roeslani stated that this decision was made in response to the global implementation of a 15% minimum tax rate by several countries. This policy may boost
    a) Government Expenditure

**b) Private Investment**
c) Accelerating Export
d) Reducing Import
e) Increasing global competitiveness

13. A young professional is creating a budget and wants to follow the 50/30/20 rule. Their monthly take-home pay is $4,000. According to this rule, how much should they allocate to "Wants" and "Savings and Debt Repayment" combined?
    a) $1,200
    b) $1,600
    **c) $2,000**
    d) $2,400
    e) $2,800
14. Seorang investor profesional bernama Ady membaca bahwa pasar saham Indonesia sedang mengalami koreksi akibat sentimen global dan kenaikan suku bunga acuan. Sari memiliki sebagian besar portofolionya dalam reksa dana saham. Ia mulai panik dan mempertimbangkan untuk segera mencairkan seluruh dananya. Namun ia juga tahu bahwa koreksi pasar bisa menjadi kesempatan jangka panjang. Bagaimana sebaiknya investor seperti Ady bersikap berdasarkan prinsip literasi keuangan?
    a) Mencairkan semua investasi sebelum nilainya lebih turun
    b) Mengabaikan situasi pasar dan terus menambah investasi tanpa analisis
    **c) Meninjau horizon waktu investasinya dan melakukan review terhadap strategi investasinya**
    d) Memindahkan seluruh dananya ke kripto karena lebih cepat naik
    e) Menambah jumlah investasi dengan metode DCA
15. You receive an inheritance of $50,000 and want to invest it for your retirement in 20 years. You decide to invest it in a mutual fund that has historically returned an average of 7% per year. Using the Rule of 72, approximately how many times will your investment double, and what will its final value be? Find closest number
    a) 2.5 times; $150,000
    b) 3 times; $400,000
    **c) 2 times; $200,000**
    d) 3 times; $300,000
    e) 2.5 times; $200,000
16. Setelah pengumuman laporan keuangan kuartal II yang menunjukkan laba bersih turun 12% dibanding kuartal sebelumnya, saham PT XYZ langsung terkoreksi 8% dalam sehari, meskipun penurunan tersebut disebabkan oleh penyesuaian akuntansi non-tunai. Banyak investor ritel panik dan melakukan aksi jual masif. Namun, investor institusi justru terlihat melakukan pembelian secara bertahap selama koreksi berlangsung. Apa penjelasan paling logis atas fenomena tersebut?
    a) Investor institusi memiliki akses ke informasi yang lebih cepat dan memilih untuk mengambil keuntungan jangka pendek dari panic selling.

**b) Investor institusi lebih rasional dan mampu menganalisis dampak jangka panjang dari penyesuaian akuntansi, sehingga melihat koreksi ini sebagai peluang beli.**

c) Investor ritel cenderung memiliki strategi beli dan tahan, sehingga mereka akan membeli kembali saham saat harga mulai naik.

d) Investor institusi membeli karena mereka diwajibkan menjaga komposisi portofolio meskipun harga saham turun.

e) Investor ritel cenderung memiliki strategi beli dan jual, sehingga mereka akan membeli kembali saham saat harga mulai turun.

17. The island nation of Tropica can produce two goods: coconuts and fish. If Tropica's economy is operating at a point inside its Production Possibilities Frontier, which of the following must be true?

a) Tropica is using its resources efficiently.

b) Tropica has discovered a new fishing technology.

**c) There is unemployment or inefficient use of resources in Tropica.**

d) Tropica cannot increase its production of either coconuts or fish.

e) The opportunity cost of producing more coconuts is zero.

18. A recent health study is published, claiming that daily consumption of avocados significantly improves cardiovascular health. Simultaneously, a severe drought hits major avocado-producing regions. What is the likely effect on the equilibrium price and quantity in the avocado market?

a) Price will decrease, and the effect on quantity is ambiguous.

**b) Price will increase, and the effect on quantity is ambiguous.**

c) Quantity will decrease, and the effect on price is ambiguous.

d) Quantity will increase, and the effect on price is ambiguous.

e) Both price and quantity will increase.

19. To make housing more affordable, the government of the city of Havenwood imposes a binding rent ceiling on apartments. This ceiling is set significantly below the market equilibrium rent. Which of the following outcomes is the most likely result of this policy?

a) A surplus of available apartments.

b) A decrease in the quantity of apartments demanded.

c) An increase in the quality of existing apartments as landlords compete for tenants.

**d) A shortage of apartments, leading to long waiting lists.**

e) The market will quickly adjust to a new, lower equilibrium price and quantity.

20. The government wants to support rice farmers and imposes a binding price floor for rice. To make this policy effective and avoid a surplus building up indefinitely, what must the government typically do?

a) Force consumers to buy the excess rice.

**b) Purchase the resulting surplus of rice at the floor price.**

c) Subsidize consumers so they can afford the higher price.

d) Tax farmers to discourage overproduction.

e) Set a production quota equal to the quantity demanded at the floor price.

21. A local coffee shop raises the price of a latte from $4.00 to $4.50. As a result, the quantity sold per day drops from 200 to 180. Using the midpoint method, the price elasticity of demand for these lattes is approximately:
    a) -0,1
    b) -0.45
    **c) -0.80**
    d) -0.89
    e) -1.25
22. Sarah is allocating her weekly snack budget between cookies ($2 per pack) and chips ($3 per bag). She is currently buying a quantity of each where the marginal utility of her last pack of cookies is 16 utils, and the marginal utility of her last bag of chips is 24 utils. To maximize her total utility, Sarah should:
    a) Buy more cookies and fewer chips.
    b) Buy more chips and fewer cookies.
    c) Buy more of both goods.
    d) Buy fewer of both goods.
    **e) Continue buying the current amounts.**
23. Consider a firm where, at the current output level, the marginal cost (MC) is $40 and the average total cost (ATC) is $50. Based on this information, we can conclude that:
    a) Average total cost is currently increasing.
    **b) Average total cost is currently decreasing.**
    c) Average fixed cost is currently increasing.
    d) Marginal cost is at its minimum.
    e) Average total cost is at its minimum.
24. "CornCo" is a small farm operating in a perfectly competitive market for corn. The market price for corn is $5 per bushel. The farm's marginal cost of production is given by MC = 0.2Q, where Q is the number of bushels. To maximize profit, how many bushels should CornCo produce?
    a) 5
    b) 10
    c) 20
    **d) 25**
    e) 50
25. A perfectly competitive firm, "Clean Windows," finds that at its profit-maximizing output level, the market price is $15 per window. Its average total cost is $20, and its average variable cost is $12. In the short run, the firm should:
    a) Shut down immediately because it is making a loss.
    **b) Continue to operate at a loss because the price covers average variable cost.**
    c) Increase its price to $20 to break even.
    d) Decrease production to lower its average total cost.
    e) Increase production to take advantage of economies of scale.

26. A monopolist faces a market demand curve given by P = 100 - Q and has a constant marginal cost (MC) of $20. Its marginal revenue is MR = 100 - 2Q. What is the monopolist's profit-maximizing price?
    a) $20
    b) $40
    **c) $60**
    d) $70
    e) $80
27. A restaurant called "The Gourmet Burger" operates in a monopolistically competitive market. In the long run, what is the most likely outcome for this restaurant?
    a) It will earn significant economic profits due to its unique burger recipes.
    b) It will be forced to exit the market due to intense competition.
    c) It will produce at the minimum point of its average total cost curve.
    **d) It will earn zero economic profit, but its price will be greater than its marginal cost.**
    e) It will merge with its competitors to form a monopoly.
28. Two firms, "Aero" and "Jet," are the only players in the market for a specific aircraft part. They must decide whether to set a high price or a low price. If both set a high price, they each earn $50 million. If both set a low price, they each earn $20 million. If one sets a high price and the other a low price, the low-price firm earns $70 million and the high-price firm earns $10 million. In this "Prisoner's Dilemma" scenario, what is the dominant strategy for Aero?
    **a) Set a low price.**
    b) Set a high price.
    c) Set a high price only if Jet sets a high price.
    d) There is no dominant strategy.
    e) Collude with Jet to set a high price.
29. A large paper mill releases pollutants into a river, harming the local fishing industry downstream. This is an example of a negative externality because the paper mill's:
    a) Private benefit from production is less than the social benefit.
    b) Production level is lower than the socially optimal level.
    c) Actions are intentionally harmful to the fishing industry.
    d) Marginal cost of production is too high.
    **e) Social cost of production is greater than its private cost.**
30. A homeowner decides to invest in beautiful landscaping for her front yard. This landscaping significantly increases the property values of her neighbors. This situation is an example of a positive externality because:
    a) The homeowner's private cost exceeds the social cost.
    **b) The social benefit of the landscaping is greater than the homeowner's private benefit.**
    c) The market for landscaping is inefficiently large.
    d) The government must have subsidized the landscaping.
    e) The neighbors are required to pay the homeowner for the benefit.

31. The city of Malang experiences a large influx of skilled software engineers moving in from other countries. What is the likely effect on the labor market for software engineers in Purwacarita?
    a) The demand curve for engineers will shift to the right.
    b) The demand curve for engineers will shift to the left.
    **c) The supply curve of engineers will shift to the right, leading to a lower equilibrium wage.**
    d) The supply curve of engineers will shift to the left, leading to a higher equilibrium wage.
    e) Both supply and demand will shift to the right, keeping the wage constant.
32. Consider the market for premium coffee, where the demand is described by the equation P = 80 - 2Q and the supply is described by P = 20 + Q. The market reaches equilibrium. What is the value of the consumer surplus?
    a) $200
    **b) $400**
    c) $600
    d) $800
    e) $1,200
33. In the market for bicycle tires, the equilibrium price is $20 and the equilibrium quantity is 1,000 tires per month. The government imposes a $3 per-unit tax on sellers. After the tax, the quantity sold drops to 800 tires. What is the deadweight loss (DWL) created by this tax?
    a) $150
    **b) $300**
    c) $600
    d) $2,400
    e) $3,000
34. In the market for bicycle tires, the equilibrium price is $20 and the equilibrium quantity is 1,000 tires per month. Suppose after the $3 tax is imposed on bicycle tires, the price consumers pay rises from $20 to $22. Which statement accurately describes the tax incidence?
    a) The entire tax burden falls on consumers.
    b) The entire tax burden falls on producers.
    **c) Consumers bear $2 of the tax burden, and producers bear $1.**
    d) Consumers bear $1 of the tax burden, and producers bear $2.
    e) The tax burden is split equally between consumers and producers.
35. Oki sedang mempertimbangkan untuk membeli saham dari sektor perbankan. Ia melihat laporan keuangan salah satu bank menunjukkan rasio NPL (Non-Performing Loan) meningkat dari 2,3% menjadi 5,1% dalam satu tahun. Meski laba bersih masih positif, kenaikan NPL dianggap mengkhawatirkan.Dampak utama dari kenaikan NPL terhadap saham perbankan adalah:
    a) Meningkatkan dividen yang dibayarkan kepada pemegang saham
    **b) Mengindikasikan risiko kredit dan potensi kerugian di masa depan**

c) Memberikan sinyal bahwa bank memiliki strategi ekspansi agresif
d) Tidak berpengaruh karena laba tetap positif
e) Tidak berpengaruh karena laba tetap negatif

36. Suci is choosing between buying books (Good X) and movie tickets (Good Y). The price of a book is PX=$20, and the price of a movie ticket is PY=$10. At her current consumption bundle, Suci is willing to give up 3 movie tickets to get one more book. This means her Marginal Rate of Substitution of books for movie tickets (MRSXY) is 3. What should Suci do to improve her satisfaction?
**a) She should buy more books and fewer movie tickets because the value she places on a book is greater than its relative market price.**
b) She should buy more movie tickets and fewer books because books are relatively more expensive than the value she places on them.
c) She is at her optimal bundle because she is substituting one good for another.
d) She should buy fewer of both goods until her MRS equals 1.
e) It's impossible to determine without knowing her income.

37. Mr. Miftah purchased 100 shares of a company, PT. XYZ, for Rp6,500 per share. Over the course of the year, PT. XYZ paid a total dividend of Rp250 per share. At the end of the year, Mr. Miftah sold all his shares for Rp7,200 per share.What is the total profit Mr. Miftah earned from this investment?
a) Rp70,000
b) Rp25,000
**c) Rp95,000**
d) Rp105,000
e) Rp120,000

38. Pak Taufik, seorang kepala keluarga berusia 35 tahun dengan dua anak, sedang mempertimbangkan untuk membeli polis asuransi jiwa. Penghasilan tahunan Pak Taufik adalah Rp120.000.000. Saat ini, ia memiliki tanggungan utang KPR sebesar Rp500.000.000 dengan sisa cicilan 20 tahun. Biaya pendidikan kedua anaknya diperkirakan mencapai Rp300.000.000 hingga lulus kuliah. Selain itu, istrinya tidak bekerja dan biaya hidup keluarga mereka per tahun adalah Rp72.000.000. Pak Taufik ingin memastikan bahwa keluarganya akan tetap terlindungi secara finansial selama 10 tahun ke depan, meskipun ia mengalami risiko terburuk.
Sebuah perusahaan asuransi menawarkan tiga jenis produk:
1. Asuransi Jiwa Berjangka (Term Life): Premi tahunan Rp5.000.000, dengan uang pertanggungan (UP) sebesar Rp1.000.000.000 selama 10 tahun.
2. Asuransi Jiwa Dwiguna (Endowment): Premi tahunan Rp12.000.000, dengan UP Rp800.000.000. Polis ini memberikan manfaat tunai di akhir masa kontrak.
3. Asuransi Jiwa Seumur Hidup (Whole Life): Premi tahunan Rp8.000.000, dengan UP Rp750.000.000. Polis ini berlaku seumur hidup dan memiliki nilai tunai yang dapat diambil di tengah jalan.
Berdasarkan kebutuhan dan kondisi finansial Pak Taufik, mana rekomendasi produk asuransi yang paling sesuai dan mengapa?

**a) Asuransi Jiwa Berjangka, karena uang pertanggungannya paling besar dan premi yang dibayarkan paling murah untuk jangka waktu yang spesifik.**

b) Asuransi Jiwa Dwiguna, karena uang pertanggungan yang diberikan paling besar dan premi yang dibayarkan paling murah.

c) Asuransi Jiwa Seumur Hidup, karena memberikan perlindungan seumur hidup dan nilai tunai yang bisa diambil sewaktu-waktu jika diperlukan.

d) Asuransi Jiwa Dwiguna, karena premi tahunannya terjangkau dan memberikan manfaat tunai yang dapat digunakan di masa depan.

e) Asuransi Jiwa Seumur Hidup, karena premi tahunannya lebih murah dari asuransi dwiguna sehingga lebih menguntungkan.

39. Pak Zidan, seorang karyawan swasta berusia 30 tahun, memiliki penghasilan bulanan sebesar Rp10.000.000. Setiap bulan, ia memiliki tanggungan cicilan KPR sebesar Rp3.000.000. Pak Zidan juga memiliki tujuan keuangan jangka pendek, yaitu mengumpulkan dana darurat yang idealnya setara dengan 6 bulan pengeluaran rutin, dan tujuan jangka panjang untuk membeli mobil baru senilai Rp200.000.000 dalam 5 tahun ke depan. Pengeluaran rutin bulanan Pak Zidan, di luar cicilan, adalah Rp4.000.000.

Berdasarkan situasi Pak Zidan, manakah urutan prioritas alokasi dana bulanan yang paling tepat untuk mencapai tujuan keuangannya?

a) Menabung untuk dana darurat, membayar cicilan KPR, dan menginvestasikan sisa dana untuk membeli mobil.

b) Mengalokasikan dana untuk membeli mobil, membayar cicilan KPR, dan menabung untuk dana darurat.

**c) Membayar cicilan KPR, menabung untuk dana darurat, dan menginvestasikan sisa dana untuk membeli mobil.**

d) Membayar cicilan KPR, menginvestasikan dana untuk membeli mobil, dan menabung untuk dana darurat.

e) Menabung untuk dana darurat, menginvestasikan dana untuk membeli mobil, dan membayar cicilan KPR.

40. Bayangkan Anda adalah seorang Gen Z berusia 20 tahun yang masih tinggal bersama orang tua. Anda mendapatkan uang saku sebesar Rp2.000.000 per bulan. Pengeluaran bulanan Anda adalah Rp1.200.000 untuk kebutuhan pribadi (makan di luar, transportasi, hiburan, dll). Anda memiliki beberapa tujuan keuangan:

1. Jangka Pendek (1-2 tahun): Mengumpulkan dana sebesar Rp12.000.000 untuk membeli laptop baru.
2. Jangka Menengah (3-5 tahun): Menabung untuk memulai bisnis kecil-kecilan. Anda menargetkan dana awal sebesar Rp20.000.000.
3. Jangka Panjang (>5 tahun): Memulai investasi untuk dana pensiun di masa depan.

Saat ini, Anda tidak memiliki dana darurat sama sekali.

Berdasarkan situasi di atas, manakah strategi alokasi uang saku yang paling tepat untuk Anda setiap bulan?

a) Menabung Rp800.000 setiap bulan untuk membeli laptop, lalu mulai memikirkan dana bisnis setelah laptop terbeli.
b) Mengalokasikan dana Rp500.000 untuk laptop dan Rp300.000 untuk dana darurat, karena dana darurat lebih penting.
**c) Mengalokasikan Rp300.000 untuk dana darurat, Rp300.000 untuk laptop, dan Rp200.000 untuk dana bisnis.**
d) Mengalokasikan Rp500.000 untuk laptop dan Rp300.000 untuk dana pensiun, karena pensiun adalah tujuan jangka panjang.
e) Menabung Rp800.000 setiap bulan untuk dana darurat sampai terpenuhi, baru setelah itu dialokasikan untuk tujuan lainnya.

41. Pak William, seorang manajer berusia 30 tahun, memiliki ambisi untuk membeli mobil impiannya, sebuah SUV mewah yang saat ini seharga Rp500.000.000. Ia ingin membeli mobil tersebut secara tunai dalam waktu 5 tahun. Penghasilan Pak William saat ini adalah Rp20.000.000 per bulan, dengan pengeluaran rutin bulanan sebesar Rp10.000.000. Sisa penghasilannya saat ini sebagian besar dihabiskan untuk hiburan. Meskipun ambisinya kuat, Pak William belum memiliki rencana tabungan atau investasi yang konkret untuk mencapai tujuan tersebut.
Berikut adalah beberapa rencana yang ia pertimbangkan:
1. Rencana A: Menyisihkan Rp8.500.000 setiap bulan dan menabung di rekening biasa.
2. Rencana B: Menyisihkan Rp7.500.000 setiap bulan dan menginvestasikannya di instrumen berisiko tinggi dengan perkiraan keuntungan 12% per tahun.
3. Rencana C: Menyisihkan Rp8.333.333 setiap bulan dan menginvestasikannya di instrumen yang memiliki risiko rendah seperti reksa dana pasar uang atau deposito dengan perkiraan keuntungan 4% per tahun.
4. Rencana D: Menyisihkan Rp8.333.333 setiap bulan dan menabung di rekening biasa.
5. Rencana E: Menggunakan sisa penghasilannya Rp10.000.000 untuk diinvestasikan secara bertahap di berbagai instrument. Dari kelima rencana di atas, manakah yang paling mendekati kriteria tujuan keuangan yang SMART?

a) Rencana A, karena jumlah yang disisihkan realistis dari sisa penghasilan Pak William.
b) Rencana B, karena ia memilih instrumen dengan imbal hasil tinggi sehingga lebih cepat mencapai tujuan.
**c) Rencana C, karena ia memiliki target yang spesifik, terukur, dapat dicapai, relevan, dan memiliki batas waktu yang jelas.**
d) Rencana D, karena jumlah yang disisihkan sangat spesifik dan mudah dihitung.
e) Rencana E, karena alokasi dananya optimal untuk mencapai target mobil dalam 5 tahun.

42. Ibu Uswa, seorang karyawan swasta berusia 40 tahun, memiliki uang dingin sebesar Rp100.000.000 yang ingin ia investasikan untuk tujuan pendidikan anaknya di masa depan, sekitar 10 hingga 15 tahun lagi. Ibu Uswa memiliki profil risiko moderat; ia

siap menghadapi fluktuasi pasar dalam jangka pendek untuk mendapatkan potensi imbal hasil yang lebih tinggi dalam jangka panjang, tetapi ia tidak ingin mengambil risiko ekstrem yang dapat mengancam modal pokoknya. Ia mencari instrumen yang praktis, terdiversifikasi, dan dikelola oleh manajer profesional.

Setelah mencari informasi, Ibu Uswa menemukan beberapa jenis reksadana yang ditawarkan oleh manajer investasi:

1. Reksadana Pasar Uang: Mayoritas dana diinvestasikan pada instrumen pasar uang (deposito, SBI) dengan potensi imbal hasil yang rendah (sekitar 3-5% per tahun) tetapi risiko sangat rendah.
2. Reksadana Pendapatan Tetap: Mayoritas dana diinvestasikan pada obligasi, baik pemerintah maupun korporasi, dengan potensi imbal hasil sedang (sekitar 6-8% per tahun) dan risiko moderat.
3. Reksadana Campuran: Dana diinvestasikan secara bervariasi antara saham, obligasi, dan pasar uang, dengan potensi imbal hasil yang lebih tinggi tetapi risiko juga lebih besar.
4. Reksadana Saham: Mayoritas dana diinvestasikan pada saham-saham perusahaan, dengan potensi imbal hasil yang tinggi (10-15% per tahun atau lebih) tetapi risiko juga sangat tinggi.
5. Reksadana Indeks: Dana diinvestasikan untuk meniru kinerja suatu indeks saham tertentu, dengan potensi imbal hasil dan risiko yang mirip dengan reksadana saham. Berdasarkan tujuan investasi dan profil risiko Ibu Uswa, reksadana jenis manakah yang paling sesuai untuknya?

a) Reksadana Pasar Uang, karena risikonya paling rendah sehingga modal pokoknya aman.
b) Reksadana Pendapatan Tetap, karena imbal hasilnya lebih tinggi dan sesuai untuk tujuan jangka panjang.
**c) Reksadana Campuran, karena portofolionya terdiversifikasi sehingga risikonya tidak terlalu tinggi.**
d) Reksadana Saham, karena imbal hasilnya paling tinggi dan sesuai untuk tujuan pendidikan anak yang berjangka waktu panjang.
e) Reksadana Indeks, karena menawarkan imbal hasil yang tinggi dengan biaya pengelolaan yang rendah.

43. Pak Doni, seorang pensiunan berusia 60 tahun, memiliki dana pensiun sebesar Rp500.000.000 dan ingin menginvestasikannya untuk mendapatkan pendapatan rutin yang stabil dengan risiko yang minim. Ia tidak lagi memiliki toleransi risiko yang tinggi terhadap fluktuasi pasar saham. Setelah berkonsultasi dengan penasihat keuangan, ia tertarik pada obligasi pemerintah. Penasihatnya menjelaskan bahwa obligasi adalah surat utang yang diterbitkan oleh pemerintah atau korporasi. Ada dua obligasi pemerintah yang sedang diperdagangkan:

- Obligasi X: Memiliki kupon tetap sebesar 8% per tahun, jatuh tempo dalam 5 tahun, dan harga pasarnya saat ini adalah Rp105.000 (harga premium) per lembar dengan nilai nominal Rp100.000.

• Obligasi Y: Memiliki kupon tetap sebesar 6% per tahun, jatuh tempo dalam 5 tahun, dan harga pasarnya saat ini adalah Rp98.000 (harga diskon) per lembar dengan nilai nominal Rp100.000.

Penasihatnya juga memberikan informasi bahwa suku bunga acuan bank sentral saat ini berada di angka 7%. Mengapa harga Obligasi X lebih mahal (premium) daripada Obligasi Y, meskipun kedua obligasi memiliki nominal dan jatuh tempo yang sama?

a) Karena kupon Obligasi Y lebih tinggi dari suku bunga acuan.
b) Karena suku bunga acuan lebih tinggi dari kupon Obligasi X.
**c) Karena kupon Obligasi X lebih tinggi dari suku bunga acuan.**
d) Karena kupon kedua obligasi lebih rendah dari suku bunga acuan.
e) Karena Obligasi X memiliki risiko gagal bayar yang lebih tinggi.

44. PT. Amanah Jaya adalah sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang suku cadang otomotif. Belakangan ini, direktur keuangan, Ibu Sita, mencurigai adanya ketidakberesan dalam laporan keuangan perusahaan. Ia menemukan beberapa hal janggal:

1. Laporan Keuangan Triwulan III: Pendapatan perusahaan melonjak drastis, jauh di atas ekspektasi dan data historis. Setelah diselidiki, ditemukan bahwa sebagian besar penjualan tersebut berasal dari pesanan fiktif dari perusahaan-perusahaan yang terafiliasi dengan manajer penjualan, Bapak Budi.
2. Laporan Pengadaan Barang: Ditemukan pembayaran rutin untuk bahan baku dari vendor "CV. Cepat Jaya" yang tidak pernah tercatat di gudang perusahaan. Ternyata, "CV. Cepat Jaya" adalah perusahaan fiktif yang dikendalikan oleh manajer pengadaan, Bapak Tono. Uang pembayaran tersebut langsung masuk ke rekening pribadi Bapak Tono.
3. Laporan Penggantian Biaya: Beberapa karyawan mengajukan klaim biaya perjalanan dinas yang jumlahnya tidak masuk akal. Setelah dilakukan audit acak, ditemukan bahwa banyak kuitansi yang digunakan adalah palsu, dan klaim tersebut tidak terkait dengan perjalanan dinas yang sebenarnya.

Berdasarkan temuan-temuan di atas, jenis fraud apa saja yang terjadi di PT. Amanah Jaya, dan pelakunya termasuk dalam kategori mana menurut teori Fraud Tree?

a) Kecurangan Laporan Keuangan, dan Penggelapan Aset oleh Manajemen dan Karyawan.
b) Penyalahgunaan Aset dan Kecurangan Laporan Keuangan, dan pelakunya adalah Karyawan dan Vendor.
c) Kecurangan Laporan Keuangan dan Korupsi, dan pelakunya adalah Manajemen dan Karyawan.
d) Korupsi dan Penyalahgunaan Aset, dan pelakunya adalah Manajemen dan Karyawan.
**e) Kecurangan Laporan Keuangan, Penyalahgunaan Aset, dan Korupsi, dan pelakunya adalah Manajemen dan Karyawan.**

45. Pak Ariel, seorang karyawan swasta, berencana untuk mengajukan pinjaman ke bank untuk merenovasi rumah. Penghasilan tetap bulanannya adalah Rp15.000.000. Saat ini, ia sudah memiliki beberapa cicilan:

- Cicilan kredit mobil: Rp3.000.000 per bulan
- Cicilan kartu kredit: Rp500.000 per bulan

Pak Ariel ingin mengajukan Kredit Tanpa Agunan (KTA) sebesar Rp150.000.000 dengan tenor 5 tahun (60 bulan) dan suku bunga 12% per tahun (flat). Bank menetapkan syarat bahwa total cicilan bulanan (termasuk pinjaman baru) tidak boleh melebihi 30% dari penghasilan tetap bulanan.

Sebagai seorang calon debitur yang cermat, Pak Ariel harus menghitung kelayakan pinjaman tersebut. Berdasarkan peraturan bank dan kondisi keuangan Pak Ariel, apakah permohonan KTA sebesar Rp150.000.000 akan disetujui?

a) Disetujui, karena total cicilan bulanan Pak Ariel masih di bawah 30% dari penghasilan.
b) Disetujui, karena total cicilan bulanan Pak Ariel sebesar Rp5.000.000 masih di bawah ambang batas yang ditetapkan.
**c) Tidak disetujui, karena total cicilan bulanan Pak Ariel akan melebihi 30% dari penghasilan.**
d) Tidak disetujui, karena pinjaman KTA hanya bisa diajukan untuk jumlah yang lebih kecil.
e) Disetujui, karena sisa penghasilannya setelah membayar cicilan lama masih sangat besar.

Essay

1. An investor purchases a stock for $75 per share and sells it a year later for $85 per share. What is the capital gain percentage? **13,33**
2. The income elasticity of demand for a new brand of luxury cars is 2.5. If the average household income in a country increases by 8%, how much is the expected increase in the quantity demanded for this brand of luxury cars? **20**
3. A U.S. company has a factory in Mexico that produces goods at a cost of 100 Mexican pesos per unit. The company sells these goods in the U.S. for $10 per unit. If the exchange rate is 1 U.S. dollar = 20 Mexican pesos, what is the company's profit per unit in U.S. dollars? **5**
4. Bayangkan Anda berada di pasar mobil bekas. Ada dua jenis mobil di pasar ini: mobil berkualitas baik ("peach") dan mobil berkualitas buruk ("lemon"). Mobil "Peach": Kualitasnya bagus, nilai sebenarnya Rp100 juta. Mobil "Lemon": Kualitasnya buruk, nilai sebenarnya Rp40 juta. Baik penjual maupun pembeli tidak memiliki informasi yang sempurna. Penjual tahu persis apakah mobil mereka adalah "peach" atau "lemon". Pembeli tidak tahu jenis mobil mana yang mereka beli. Mereka hanya tahu bahwa 50% dari semua mobil di pasar adalah "peach" dan 50% adalah "lemon". Berapa juta harga yang bersedia dibayar oleh pembeli untuk mobil bekas? **70**
5. Sebuah pabrik tekstil beroperasi di dekat area pemukiman dan menyebabkan pencemaran air. Dampak dari pencemaran ini adalah kerusakan lingkungan yang menimbulkan biaya sosial. Kurva permintaan untuk tekstil adalah $P=100-Q$, di mana P adalah harga dan Q adalah kuantitas. Kurva penawaran swasta (biaya marginal swasta) pabrik tekstil adalah $MCP=20+Q$. Dampak eksternalitas negatif (biaya marginal eksternal) dari pencemaran air adalah $MCE=0,5Q$. Berapa besarnya pajak Pigouvian per unit yang harus dikenakan pemerintah untuk mencapai efisiensi sosial? **16**

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# FISIKA

Kumpulan Soal OSN

# Soal-Jawab Fisika OSP 2025

## Online dari suatu tempat di Kabupaten/Kota,

## 19 Agustus 2025, 08.00-11.00 WIB

1. [20 poin] Sebuah batu apung dilemparkan ke sebuah danau yang di dalamnya berisi air dengan rapat massa yang bergantung pada kedalaman, $\rho = \rho_0 e^{d/D}$, dengan $d$ adalah kedalaman, $D$ adalah kedalaman karakteristik yang bernilai $100\ m$ pada suhu $10\ °C$, dan $\rho_0 = 1000\ kg/m^3$ adalah rapat massa air di permukaan. Setelah masuk ke dalam air, awalnya batu bergerak ke bawah hingga kedalaman $d_0 = 110\ m$, namun kemudian berhenti dan mulai bergerak ke atas akibat gaya apung.

   a. [5 poin] Asumsikan batu berupa kubus dengan panjang rusuknya $r$ dan rapat massanya $\rho_b$! Tuliskan persamaan gaya yang bekerja pada batu selama batu berada di dalam air dengan suhu $10\ °C$!

   b. [2 poin] Jika $r = 10\ cm$, tentukan percepatan yang dialami batu saat batu berada pada titik terendahnya!

   c. [3 poin] Tentukan pada kedalaman berapa batu tidak lagi dipercepat ke atas jika $\rho_b = 2500\ kg/m^3$! Asumsikan bahwa $r \ll d$!

   d. [8 poin] Setelah melewati posisi ekuilibrium yang ditemukan pada soal **(c)**, batu akan dipercepat ke bawah sehingga terjadi gerak osilasi. Perkirakan periode osilasi dari batu tersebut!

   e. [2 poin] Selanjutnya, dilakukan ekperimen dengan cara mengganti batu dengan batu lain yang massanya dua kali lipat lebih besar tetapi berasal dari jenis bahan yang sama sehingga rapat massanya sama. Tentukan periode osilasi dari batu yang baru tersebut!

**Jawab:**

Untuk mengerjakan soal ini, terlebih dahulu diperlukan ekspresi untuk tekanan air sebagai fungsi dari kedalaman. Ekspresi tersebut dapat dicari menggunakan hubungan tekanan infinitesimal $dp = \rho g\ dy$ sehingga

$$p(d) = p_0 + \int_0^d \rho_0 g e^{y/D}\ dy = p_0 + \rho_0 g D\left(e^{d/D} - 1\right).$$

Selanjutnya, ekspresi tersebut dapat digunakan untuk menghitung gaya apung yang bekerja pada batu.

a. [5 poin] Asumsikan system koordinat dengan arah positif ke dasar danau. Tekanan yang bekerja pada batu menghasilkan gaya di atas dan di bawah batu, yang secara berurutan diberikan sebagai berikut:

$$F_{atas} = \left(p_0 + \rho_0 g D\left(e^{\frac{d-\frac{r}{2}}{D}} - 1\right)\right) r^2 \qquad \text{[1 poin]}$$

$$F_{bawah} = -\left(p_0 + \rho_0 g D\left(e^{\frac{d+\frac{r}{2}}{D}} - 1\right)\right)r^2 \qquad \text{[1 poin]}.$$

Dengan demikian, gaya apung yang bekerja pada batu adalah

$$F_{apung} = -\rho_0 g D e^{\frac{d}{D}} \sinh\left(\frac{r}{D}\right) r^2 \simeq -\rho_0 g r^3 e^{\frac{d}{D}}, \qquad \text{[1 poin]}$$

karena $r \ll d$. Total gaya yang bekerja pada batu didapat dengan menambahkan efek berat pada batu sebagai berikut

$$F_{result} = \rho_b r^3 \ddot{d} = \rho_b r^3 g - \rho_0 g r^3 e^{\frac{d}{D}}, \qquad \text{[1 poin]}$$
$$\Rightarrow \ddot{d} = g\left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_b} e^{\frac{d}{D}}\right). \qquad \text{[1 poin]}$$

b. [2 poin] Dengan menggunakan hasil pada soal **(a)**, percepatan batu di kedalaman $d_0$ adalah

$$a(d_0) = g\left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_b} e^{\frac{d_0}{D}}\right) \text{[1 poin]} \quad = -\mathbf{1.96}\,\frac{\boldsymbol{m}}{\boldsymbol{s^2}} \text{ [1 poin]}.$$

Tanda negatif menunjukkan bahwa **percepatan mengarah ke atas**.

c. [3 poin] Saat percepatan batu bernilai nol, kedalamannya memenuhi persamaan:

$$1 - \frac{\rho_0}{\rho_b} e^{\frac{d_e}{D}} = 0, \qquad \text{[1 poin]}$$

Sehingga

$$d_e = D \ln\left(\frac{\rho_b}{\rho_0}\right) \text{ [1 poin]} = \mathbf{91.6}\,\boldsymbol{m}. \qquad \text{[1 poin]}$$

d. [8 poin] Untuk menemukan perioda osilasi dari batu, tinjau pergeseran kecil dari $d_e$ sedemikian sehingga $d = d_e + \delta$, [1 poin] dengan $\delta \ll d_e$ [1 poin]. Persamaan gerak dari batu dalam $\delta$ memenuhi

$$\ddot{\delta} = g\left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_b} e^{\frac{d_e+\delta}{D}}\right) \text{[2 poin]} = g\left(1 - e^{\frac{\delta}{D}}\right) \approx -\frac{g}{D}\delta. \quad \text{[1 poin]}$$

Persamaan di atas merupakan persamaan umum osilasi:

$$\ddot{\delta} + \frac{g}{D}\delta = 0 \qquad \text{[1 poin]}$$

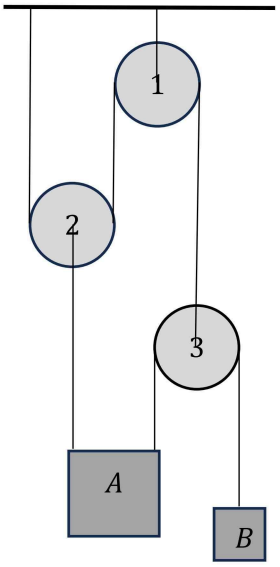
dengan perioda $2\pi\sqrt{D/g}$. Dengan demikian, kita dapat mengaproksimasi perioda osilasi batu sebagai

$$T \approx 2\pi\sqrt{\frac{D}{g}} \text{[1 poin]} = \mathbf{20,1}\,\boldsymbol{s}. \quad \text{[1 poin]}$$

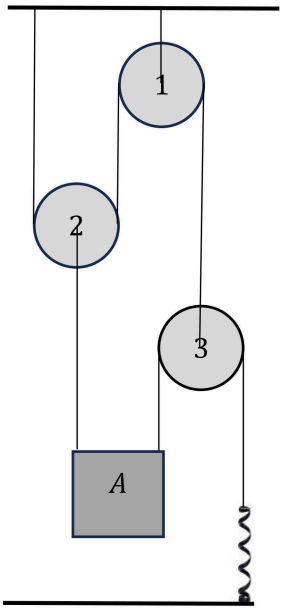
e. [2 poin] Percepatan dari batu tidak bergantung pada volume dan hanya bergantung pada rapat massa batu dan air, serta kedalaman karakteristik [1 poin]. Dengan demikian **perioda osilasi batu tidak berubah**. [1 poin]

***

2. [20 poin] Terdapat sistem katrol seperti pada gambar di bawah (gambar kiri). Diketahui massa dan jari-jari ketiga katrol sama, masing-masing $m$ dan $r$, lalu massa balok $A$ dan $B$ masing-masing adalah $20m$ dan $2m$. Anggap ada suatu mekanisme tertentu sehingga balok $A$ hanya bergerak translasi, tanpa rotasi. Permukaan ketiga katrol sangat kasar sehingga tali dan katrol bergerak tanpa slip. Ambil percepatan gravitasi di tempat tersebut adalah $g$ dan asumsikan bentuk katrol adalah silinder pejal.




Gambar kiri




Gambar kanan

a. [10 poin] Jika balok $A$ bergerak ke bawah dengan percepatan $a_A$, tentukanlah (nyatakan dalam $a_A$ dan $r$):
   i. Percepatan balok $B$!
   ii. Percepatan sudut katrol 1!
   iii. Percepatan pusat massa dan percepatan sudut katrol 2!
   iv. Percepatan pusat massa dan percepatan sudut katrol 3!

b. [4 poin] Tentukanlah $a_A$ (nyatakan dalam $m, M,$ dan $g$)!

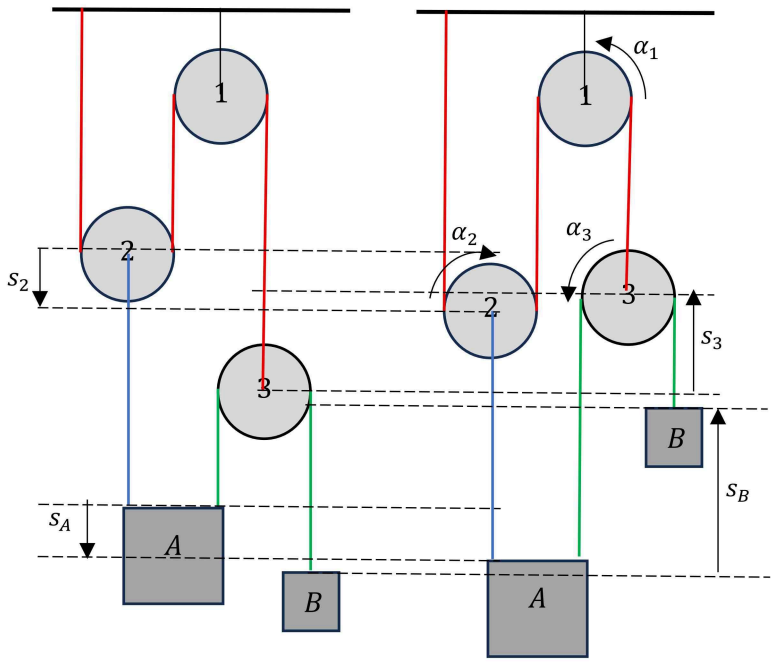
Sekarang balok $B$ diganti sebuah pegas yang dihubungkan ke lantai dengan konstanta $k$ (gambar kanan). Pada keadaan setimbangnya, sistem diberikan simpangan sehingga sistem berosilasi. Anggap tali terbuat dari bahan yang cukup kuat sehingga bisa menerima gaya kontraksi maupun kompresi.

c. [4 poin] Saat sistem berada dalam keadaan setimbang, tentukan perubahan panjang pegas dari keadaan rileksnya!

d. [2 poin] Tentukan periode osilasi sistem!

**Jawab:**

a. [10 poin] Anggap benda $A$ bergerak ke bawah sejauh $s_A$, katrol 2 ke bawah sejauh $s_2$, katrol 3 ke atas sejauh $s_3$, dan benda $B$ ke atas sejauh $s_B$.




Perhatikan segmen tali yang berwarna biru. Karena tali tersebut tidak boleh berubah panjang, maka haruslah $s_2 = s_A$. Turunkan dua kali terhadap waktu diperoleh: $a_2 = a_A$ [1 poin]

Perhatikan segmen tali yang berwarna merah kiri, ia akan bertambah panjang sejauh $s_2$, merah tengah bertambah panjang sejauh $s_2$, dan merah kanan berkurang panjangnya sebesar $-s_3$. Karena tali merah adalah satu tali tunggal yang tidak dapat berubah panjang, maka total perubahan-perubahan panjang tersebut adalah nol : $+s_2 + s_2 - s_3 = 0$, atau $s_3 = 2s_2$. Turunkan dua kali terhadap waktu : $a_3 = 2a_2$, atau $a_3 = 2a_A$ [1 poin]

Dengan cara yang sama, segmen tali hijau kiri bertambah panjang sejauh $s_A + s_3$, hijau kanan bertambah panjang sejauh $s_3 - s_B$. Fakta bahwa tali biru juga tidak berubah panjang : $(s_A + s_3) + (s_3 - s_B) = 0$, maka $s_B = s_A + 2s_3$ atau $a_B = a_A + 2a_3$. Dengan tinjauan tali-tali sebelumnya, didapat $a_B = 5a_A$ [1 poin]

Untuk menentukan percepatan sudut katrol 1, perhatikan gerakan pusat massa katrol 3 relatif terhadap katrol 1. Karena kita asumsikan katrol 3 bergerak ke atas dan gerakan tali dan katrol adalah tidak slip, maka katrol 1 akan berputar berlawanan arah jarum jam dengan percepatan sudut $\alpha_1 = \frac{a_3}{r} = \frac{2a_A}{r}$. [1 poin]

Sekarang perhatikan gerakan katrol 2 terhadap atap (yang diam). Karena katrol 2 bergerak turun, maka ia juga akan berputar searah jarum jam dengan percepatan sudut $\alpha_2 = \frac{a_2}{r} = \frac{a_A}{r}$. [1 poin]

Terakhir lihat pergerakan balok $B$ terhadap katrol 3 (dengan percepatan relatif naik sebesar $a_B - a_3 = 3a_A$, maka katrol 3 akan berputar berlawanan arah jarum jam dengan percepatan sudut sebesar $\alpha_3 = \frac{3a_A}{r}$. [1 poin]

Rangkuman jawaban soal bagian A:

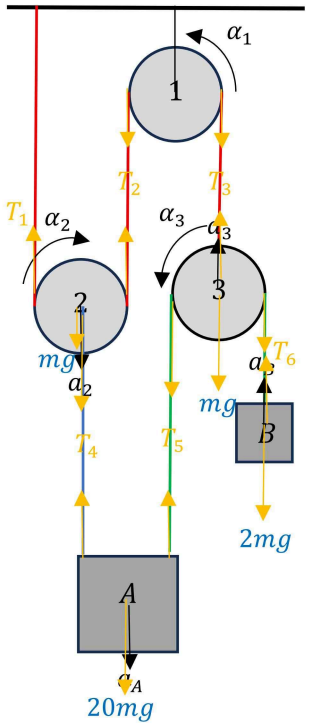
i. $\boldsymbol{a_B = 5a_A}$ $\boldsymbol{(ke\ atas)}$ [1 poin]

ii. $\boldsymbol{\alpha_1 = \frac{2a_A}{r}}$ $\boldsymbol{(berlawanan\ jarum\ jam)}$ [1 poin]

iii. $\boldsymbol{a_2 = a_A}$ $\boldsymbol{(ke\ bawah)}$ **dan** $\boldsymbol{\alpha_2 = \frac{a_A}{r}}$ $\boldsymbol{(searah\ jarum\ jam)}$ [1 poin]

iv. $\boldsymbol{a_3 = 2a_A}$ $\boldsymbol{(ke\ atas)}$ **dan** $\boldsymbol{\alpha_3 = \frac{3a_A}{r}}$ $\boldsymbol{(berlawanan\ jarum\ jam)}$ [1 poin]

b. [4 poin] Diagram gaya bebas:




Persamaan torsi katrol 1 : $T_2 r - T_3 r = \frac{1}{2} m r^2 \alpha_1$ atau $T_2 - T_3 = m a_A$ (1) [0.5 poin]

Persamaan gaya katrol 2 : $mg + T_4 - T_1 - T_2 = m a_2$ atau $mg + T_4 - T_1 - T_2 = m a_A$ (2) [0.5 poin]

Persamaan torsi katrol 2 : $T_1 r - T_2 r = \frac{1}{2} m r^2 \alpha_2$ atau $T_1 - T_2 = \frac{1}{2} m a_A$ (3) [0.5 poin]

Persamaan gaya katrol 3 : $-mg - T_5 - T_6 + T_3 = m a_3$

atau $-mg - T_5 - T_6 + T_3 = 2 m a_A$ (4) [0.5 poin]

Persamaan gaya balok $A$ : $20mg - T_4 - T_5 = 20 m a_A$ (5) [0.5 poin]

Persamaan torsi katrol 3 : $T_5 r - T_6 r = \frac{1}{2} m r^2 \alpha_3$ atau $T_5 - T_6 = \frac{3}{2} m a_A$ (6) [0.5 poin]

Persamaan gaya balok $B$ : $T_6 - 2mg = 2 m a_B$ atau $T_6 - 2mg = 10 m a_A$ (7) [0.5 poin]

Eleminasi variabel $T_1$ - $T_6$ dengan operasi $(2) + (3) + 2 \times (1) + 2 \times (4) + (5) + 3 \times (6) + 5 \times (7)$:

$$9mg = 82ma_A \qquad \text{[0.5 poin]}$$

Sehingga

$$\boldsymbol{a_A = \frac{9g}{82}}$$

c. [4 poin] Jika balok $B$ diganti pegas berkonstanta $k$ yang diikat ke lantai, pegas tersebut akan teregang sebesar $\Delta x$. Dimana $\Delta x$ ini merupakan variabel "pengganti perpindahan balok $B$", yang memiliki hubungan $\Delta x = s_B = 5s_A$ [0.5 poin], maka persamaan (7) menjadi:

$$T_6 - k\Delta x = 0 \qquad \text{[0.5 poin]}$$

Dengan fakta bahwa percepatan balok $A$ adalah turunan dua kali $s_A$ terhadap waktu $(a_A = \ddot{s_A})$ [0.5 poin], maka hasil eleminasi variabel $T_1$ hingga $T_6$ dari bagian soal sebelumnya menjadi:

$$19mg - 5k(5s_A) = 32m\ddot{s_A} \qquad \text{[0.5 poin]}$$

Persamaan ini merupakan persamaan osilasi: $\ddot{s_A} + \frac{25k}{32m}s_A = \frac{19g}{32}$ [0.5 poin]

Ketika keadaan setimbang, $\ddot{s_A} = 0$, [0.5 poin] sehingga $s_{A_{eq}} = \frac{19mg}{25k}$ [0.5 poin]

Maka pegas teregang sejauh

$$\boldsymbol{\Delta x_{eq} = \frac{19mg}{5k}} \qquad \text{[0.5 poin]}$$

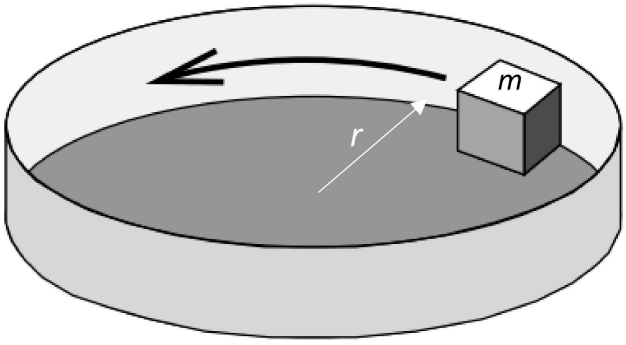
d. [2 poin] Dari persamaan osilasi pada bagian sebelumnya, terlihat bahwa $\omega^2 = \frac{25k}{32m}$, [0.5 poin] sehingga

$$T = \frac{2\pi}{\omega}\text{[0.5 poin]} = 2\pi\sqrt{\frac{32m}{25k}} \qquad \text{[0.5 poin]}$$

$$\boldsymbol{T = \frac{8\pi}{5}\sqrt{\frac{2m}{k}}} \qquad \text{[0.5 poin]}$$

***

3. [20 poin] Sebuah balok bermassa $m$ meluncur pada lintasan melingkar berjari-jari $r$ yang dinding dan lantainya memiliki koefisien gesek kinetik $\mu$ terhadap balok. Lantai terletak pada bidang horizontal dan dindingnya vertikal. Balok tersebut selalu bersentuhan dengan dinding dan lantai. Balok tersebut memiliki kecepatan awal $v_o$. Anggaplah bahwa $v$ adalah kecepatan balok setelah melewati sudut $\theta$. Gunakan notasi $g$ untuk percepatan gravitasi.




a. [4 poin] Tentukan gaya gesekan total yang bekerja pada balok !
b. [4 poin] Jika $dE$ menyatakan hilangnya energi kinetik akibat kerja $W$ yang dilakukan gaya gesek pada balok ketika balok bergerak melalui sudut $d\theta$, tentukan perubahan kehilangan energi akibat kerja gaya gesek saat balok bergerak melalui sudut $d\theta$!
c. [9 poin] Jika $E_o$ adalah energi kinetik awal, tentukan nilai $E_o$ sebagai fungsi dari $m$, $\mu$, $g$ dan $r$ !
d. [3 poin] Tentukan momentum awal jika balok tersebut mengitari lintasan tepat satu kali sebelum berhenti !

**Jawab**: **Rinto**

a. [4 poin] Tentukan gaya gesekan total yang bekerja pada balok !

Gaya dari dinding pada balok : $F_w = \frac{mv^2}{r}$ [1 poin]

Gaya dari lantai pada balok : $F_N = mg$ [1 poin]

Gaya gesek total pada balok : $F_{Fric} = F_w + F_N$

$$F_{Fric} = \mu m(\frac{v^2}{r} + g)$$ [2 poin]

b. [4 poin] Jika $dE$ menyatakan hilangnya energi kinetik akibat kerja $W$ yang dilakukan gaya gesek pada balok ketika balok bergerak melalui sudut $d\vartheta$, tentukan perubahan kehilangan energi akibat kerja gaya gesek saat balok bergerak melalui sudut $d\vartheta$!

$$dE = W = -F_{Fric}ds = -F_{Fric}rd\theta$$ [1 poin]

dengan memasukkan nilai $F_{Fric}$ pada persamaan diatas, diperoleh :

$$dE = -\mu m(v^2 + gr)d\theta$$ [1 poin]

Perubahan kehilangan energi akibat kerja gaya gesek saat balok bergerak melalui sudut $d\vartheta$ :

$$\frac{dE}{d\theta} = -\mu(mv^2 + mgr) = -\mu(2E + mgr)$$ [2 poin]

c. [9 poin] Jika $E_o$ adalah energi kinetik awal, tentukan nilai $E_o$ sebagai fungsi dari $m$, $\mu$, $g$ dan $r$ !

Gunakan prinsip separasi variabel dari persamaan :

$$\frac{dE}{d\theta} = -\mu(mv^2 + mgr) = -\mu(2E + mgr)$$ [2 poin]

$$\int \frac{dE}{2E + mgr} = \int -\mu d\theta$$ [1 poin]

diperoleh :

$$\frac{1}{2}\ln|2E + mgr| = -\mu\theta + C$$ [1 poin]

dengan menjadikan dalam bentuk eksponensial, diperoleh :

$$2E + mgr = Ce^{-2\mu\theta}$$ [1 poin]

Dengan menggunakan syarat awal : E = $E_o$ saat $\vartheta$= 0,

diperoleh : C = $2E_0 + mgr$ [1 poin]

dan dengan menggunakan syarat batas : E = 0 ketika $\theta = 2\pi$ diperoleh :

$$mgr = (2E_0 + mgr)e^{-4\pi\mu}$$ [1 poin]

dan $E_o$ : $$E_0 = \frac{1}{2}mgr(e^{4\mu\pi} - 1)$$ [2 poin]

d. [3 poin] Tentukan momentum awal jika balok tersebut mengitari lintasan tepat satu kali sebelum berhenti !

Dari energi awal :

$$E_0 = \frac{mv_0^2}{2}$$ [1 poin]

Kecepatan awal : $$v_0 = \sqrt{gr(e^{4\mu\pi} - 1)}$$ [1 poin]

Sehingga momentum awalnya : $m\ v_o = m\sqrt{gr(e^{4\mu\pi} - 1)}$ [1 poin]

***

4. [20 poin] Tinjau sebuah benda yang sedang bergerak di sepanjang kurva, vektor posisinya setiap saat dapat dituliskan dalam bentuk:

$$\vec{r} = \left(t^3 - 4t\right)\hat{i} + \left(t^2 + 4t\right)\hat{j} + \left(8t^2 - 3t^3\right)\hat{k}$$

dimana $t$ dalam detik. Diketahui percepatan (dalam SI) benda tersebut dapat dituliskan dalam bentuk:

$$\vec{a} = a_t \hat{T} + a_c \hat{N} = \frac{dv}{dt}\hat{T} + \frac{v^2}{\rho}\hat{N}$$

dimana $a_t$ percepatan tangensial, $a_c$ percepatan sentripetal, $\hat{T}$ vektor satuan tangensial, $\hat{N}$ vektor satuan normal, $v$ kelajuan benda, dan $\rho$ jari-jari kelengkungan kurva. Dan diketahui Formula Frenet-Serret berbentuk:

$$\frac{d\hat{T}}{ds} = \chi \hat{N}\,; \qquad \frac{d\hat{B}}{ds} = -\tau \hat{N}\,; \qquad \frac{d\hat{N}}{ds} = \tau \hat{B} - \chi \hat{T}\,; \qquad \text{dan} \qquad \hat{T} = \frac{d\vec{r}}{ds}$$

dimana $\chi$ kelengkungan kurva (*curvature*), $\tau$ torsi, dan $\hat{B}$ vektor satuan binormal. Jika diketahui $\chi = \frac{1}{\rho}$, tentukan pada saat $t = 2$ detik, besarnya nilai:

a- [7 poin] Percepatan tangensial, $a_t$
b- [10 poin] Jari-jari kelengkungan kurva, $\rho$ dan
c- [3 poin] Percepatan sentripetal, $a_c$.

**Jawab**:

a- [7 poin] Dari konsep fisika diketahui hubungan: $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$

Jadi kecepatan benda, $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \left(3t^2 - 4\right)\hat{i} + \left(2t + 4\right)\hat{j} + \left(16t - 9t^2\right)\hat{k}$ (1 poin)

$$\vec{v}\,]_{t=2} = 8\hat{i} + 8\hat{j} - 4\hat{k}$$

Kelajuan bendanya, $\frac{ds}{dt} = v = |\vec{v}| = \sqrt{\left(3t^2 - 4\right)^2 + \left(2t + 4\right)^2 + \left(16t - 9t^2\right)^2}$ (2 poin)

$$= \sqrt{90t^4 - 288t^3 + 236t^2 + 16t + 32}$$

$$\left.\frac{ds}{dt}\right|_{t=2} = v|_{t=2} = \sqrt{1440 - 2304 + 944 + 64} = \sqrt{144} = 12 \text{ m/s}$$ (1 poin)

Atau bisa juga dari vektor $\vec{v}$ : $v = |\vec{v}| = \sqrt{8^2 + 8^2 + 4^2} = \sqrt{144} = 12 \text{ m/s}$

Dari soal diketahui bahwa:

$$a_t = \frac{dv}{dt}$$

$$= \frac{d}{dt}\left(90t^4 - 288t^3 + 236t^2 + 16t + 32\right)^{1/2}$$ (2 poin)

$$= \frac{360t^3 - 864t^2 + 472t + 16}{2\sqrt{90t^4 - 288t^3 + 236t^2 + 16t + 32}}$$

Percepatan tangensial pada saat t = 2 detik menjadi:

$$a_t\big|_{t=2} = \frac{2880-3456+944+16}{2x12} = \frac{384}{24} = 16 \text{ m/s}^2$$ (1 poin)

b- [10 poin] Dari Formula Frenet-Serret diperoleh:

$$\hat{T} = \frac{d\vec{r}}{ds} = \frac{d\vec{r}/dt}{ds/dt} = \frac{\vec{v}}{v}$$ (1 poin)

$$\hat{T} = \frac{(3t^2-4)\hat{i}+(2t+4)\hat{j}+(16t-9t^2)\hat{k}}{\sqrt{90t^4-288t^3+236t^2+16t+32}} = \frac{U}{V}$$ (1 poin)

$$\frac{d\hat{T}}{dt} = \frac{U'V-UV'}{V^2}$$

$$= \frac{(6t\,\hat{i}+2\hat{j}+(16-18t)\hat{k})\sqrt{90t^4-288t^3+236t^2+16t+32}}{90t^4-288t^3+236t^2+16t+32} - \frac{[(3t^2-4)\hat{i}+(2t+4)\hat{j}+(16t-9t^2)\hat{k}]\frac{1}{2}(360t^3-864t^2+472t+16)\sqrt{V^{-1}}}{90t^4-288t^3+236t^2+16t+32}$$ (2 poin)

$$\left.\frac{d\hat{T}}{dt}\right|_{t=2} = \frac{(12\hat{i}+2\hat{j}-20\hat{k})12-(8\hat{i}+8\hat{j}-4\hat{k})\frac{1}{2}.384.\frac{1}{12}}{144}$$ (1 poin)

$$= \frac{4\hat{i}-26\hat{j}-44\hat{k}}{36}$$

$$\frac{d\hat{T}}{ds} = \left.\frac{d\hat{T}}{ds}\right|_{t=2} = \left.\frac{d\hat{T}/dt}{ds/dt}\right|_{t=2} = \frac{4\hat{i}-26\hat{j}-44\hat{k}}{36.12} = \frac{2\hat{i}-13\hat{j}-22\hat{k}}{36.6}$$ (1 poin)

Dari Frenet-Serret juga: $\frac{d\hat{T}}{ds} = \chi\hat{N}$ ➔ $\chi = \left|\frac{d\hat{T}}{ds}\right|$ (2 poin)

$$\left|\frac{d\hat{T}}{ds}\right| = \chi = \frac{1}{216}\sqrt{4+169+484} = \frac{1}{216}\sqrt{657} = \frac{3}{63}\sqrt{73} = \frac{1}{72}\sqrt{73}$$ (1 poin)

Jadi, Jari-jari Kelengkungan kurvanya: $\rho = \frac{1}{\chi} = \frac{72}{73}\sqrt{73}$ (1 poin)

c- [3 poin] Percepatan sentripetal, $a_c$ diperoleh dari formula di soal:

$$a_c = a_N = \frac{v^2}{\rho}$$

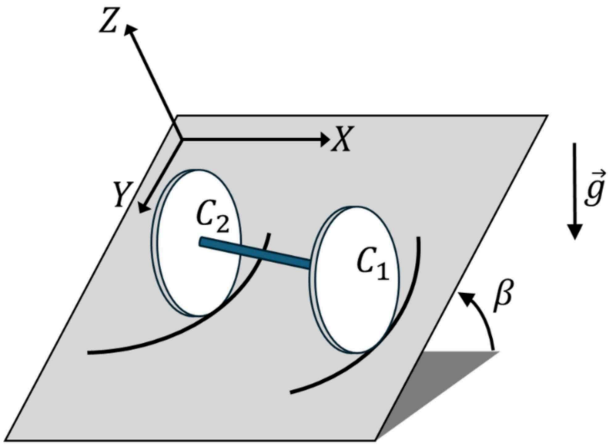
$$= v^2.\chi$$ (3x1 poin)

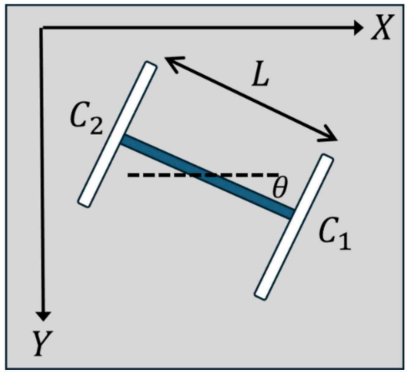
$$= 144.\frac{1}{72}\sqrt{73} = 2\sqrt{73}\ m/s^2$$

***

5. [20 poin] Sistem roda terdiri dari dua buah silinder pejal identik yang bermassa $m$ dan berjari-jari $R$ dan memiliki pusat di $C_1$ dan $C_2$. Kedua pusat silinder dihubungkan oleh sebuah batang ringan dengan panjang $L$ (massa batang diabaikan). Momen inersia silinder terhadap sumbu putar yang tegak lurus melalui pusatnya adalah $I = mR^2/2$ dan terhadap sumbu putar yang sejajar dengan silinder adalah $I_s = mR^2/4$. Kedua silinder dapat berotasi terhadap pusatnya secara saling bebas satu sama lain. Sistem diletakkan pada sebuah bidang miring dengan sudut kemiringan $\beta$ terhadap horizontal, dan kedua silinder berotasi tanpa slip.

   Tinjau sistem koordinat $(X, Y, Z)$ seperti pada gambar. Bidang $X - Y$ adalah bidang yang sejajar dengan permukaan bidang miring, dan sumbu $Z$ adalah sumbu yang tegak lurus terhadap permukaan bidang miring. Diketahui besar kecepatan sudut rotasi silinder 1 dan 2 terhadap titik pusat masing-masing adalah $\omega_1(t)$ dan $\omega_2(t)$, sudut yang dibentuk batang terhadap horizontal adalah $\theta$ dan $\Omega(t) = \mathrm{d}\theta/\mathrm{d}t$. Gunakan $(X_O, Y_O)$ sebagai titik pusat massa sistem sehingga $V_{O,X} = \mathrm{d}X_O/\mathrm{d}t$, $V_{O,Y} = \mathrm{d}Y_O/\mathrm{d}t$ adalah kecepatan translasi titik pusat massa sistem. Besar percepatan gravitasi adalah $g$.




   a. [6 poin] Tentukan energi kinetik sistem dalam sistem koordinat $(X, Y, Z)$. Nyatakan jawaban Anda dalam $V_{O,X}, V_{O,Y}, m, L, \Omega, \omega_1, \omega_2$ dan $R$.

   b. [6 poin] Syarat agar kedua silinder dapat bergerak tanpa slip adalah tiga relasi berikut:

$$V_{O,X} + p_1(\omega_1 + \omega_2) = 0$$
$$V_{O,Y} + p_2(\omega_1 + \omega_2) = 0$$
$$\Omega + p_3(\omega_1 - \omega_2) = 0$$

   Tentukan $p_1, p_2$, dan $p_3$. Nyatakan jawaban Anda dalam $L, R$, dan $\theta$.

   c. [8 poin] Jika pada awalnya, batang berada dalam keadaan horizontal dan silinder 1 berputar dengan kecepatan sudut awal $\omega_1(0) = \omega_{10}$, dan $\Omega(0) = \Omega_0$. Tentukan kecepatan sudut $\omega_1$ dan $\omega_2$ sebagai fungsi dari waktu. Nyatakan jawaban Anda dalam $\omega_{10}, \Omega_0, L, R, g, \beta$ dan $t$.

**Jawab:**

   a. [6 poin] Tinjau silinder 1, posisi pusat $C_1$ dari silinder 1 adalah

$$X_1 = X_O + \frac{L}{2}\cos\theta, \quad Y_1 = Y_O + \frac{L}{2}\sin\theta$$ (1 poin)

   Kecepatan pusat $C_1$ adalah

(1 poin)

$$V_{1,X} = V_{O,X} - \frac{L\Omega}{2}\sin\theta, \qquad V_{1,X} = V_{O,Y} + \frac{L\Omega}{2}\cos\theta$$

Energi kinetik translasi pusat $C_1$ adalah

$$\begin{aligned} K_{1,T} &= \frac{1}{2}m\left[V_{1,X}^2 + V_{1,Y}^2\right] \\ &= \frac{1}{2}m\left[V_{O,X}^2 + V_{O,Y}^2 + \frac{L^2\Omega^2}{4} + \Omega L(V_{O,Y}\cos\theta - V_{O,X}\sin\theta)\right] \end{aligned}$$ (1 poin)

Karena benda berotasi terhadap poros yang tegak lurus $C_1$ dengan kecepatan sudut $\omega_1$ dan terhadap poros yang sejajar $C_1$ dengan kecepatan sudut $\Omega$, maka energi kinetik rotasi silinder 1 adalah

(1 poin)

$$K_{1,R} = \frac{1}{2}[I_s\Omega^2 + I\omega_1^2] = \frac{1}{8}mR^2[\Omega^2 + 2\omega_1^2]$$

sehingga energi kinetik silinder 1 adalah

(1 poin)

$$\begin{aligned} K_1 &= K_{1,T} + K_{1,R} \\ &= \frac{1}{2}m\left[V_{O,X}^2 + V_{O,Y}^2 + \frac{L^2\Omega^2}{4} + \Omega L\left(V_{O,Y}\cos\theta - V_{O,X}\sin\theta\right) + \frac{R^2}{4}(\Omega^2 + 2\omega_1^2)\right] \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama untuk silinder 2, kita dapatkan

$$\begin{aligned} K_2 &= K_{2,T} + K_{2,R} \\ &= \frac{1}{2}m\left[V_{O,X}^2 + V_{O,Y}^2 + \frac{L^2\Omega^2}{4} - \Omega L\left(V_{O,Y}\cos\theta - V_{O,X}\sin\theta\right) + \frac{R^2}{4}(\Omega^2 + 2\omega_1^2)\right] \end{aligned}$$

Jadi, energi kinetik sistem adalah

$$\begin{aligned} K &= K_1 + K_2 \\ &= m\left(V_{O,X}^2 + V_{O,Y}^2\right) + \frac{1}{4}m\Omega^2(L^2 + R^2) + \frac{1}{4}mR^2(\omega_1^2 + \omega_2^2) \end{aligned}$$ (1 poin)

b. [6 poin] Misalkan titik $H_1$ dan $H_2$ masing-masing adalah titik kontak silinder 1 dan 2 dengan permukaan bidang miring. Agar kedua silinder dapat bergerak tanpa slip, maka kecepatan di titik kontak haruslah sama dengan nol,

$$\vec{V}_{H_1} = 0, \qquad \vec{V}_{H_2} = 0$$ (1 poin)

Misalkan $\vec{V}_1$ dan $\vec{V}_2$ masing-masing adalah kecepatan titik pusat silinder,

$$\vec{V}_{H_1} = \vec{V}_1 + \vec{\omega}_1 \times \vec{r}_{C_1H_1} = 0, \qquad \vec{V}_{H_2} = \vec{V}_2 + \vec{\omega}_2 \times \vec{r}_{C_2H_2} = 0$$ (1 poin)

Karena setiap silinder memiliki dua komponen kecepatan sudut, maka kita bisa tuliskan,

$$\begin{aligned} \vec{\omega}_1 &= \omega_1\cos\theta\ \hat{\mathrm{X}} + \omega_1\sin\theta\ \hat{\mathrm{Y}} + \Omega\,\hat{\mathrm{Z}}, \\ \vec{\omega}_2 &= \omega_2\cos\theta\ \hat{\mathrm{X}} + \omega_2\sin\theta\ \hat{\mathrm{Y}} + \Omega\,\hat{\mathrm{Z}}, \\ \vec{r}_{C_1H_1} &= -R\,\hat{\mathrm{Z}} = \vec{r}_{C_2H_2} \end{aligned}$$

sehingga kita dapatkan,

$$\vec{V}_{H_1} = \left(V_{O,X} - \frac{L\Omega}{2}\sin\theta - \omega_1 R\sin\theta\right)\hat{\mathrm{X}} + \left(V_{O,Y} + \frac{L\Omega}{2}\cos\theta + \omega_2 R\sin\theta\right)\hat{\mathrm{Y}} = 0$$

$$\vec{V}_{H_2} = \left(V_{O,X} + \frac{L\Omega}{2}\sin\theta - \omega_2 R\sin\theta\right)\hat{\mathrm{X}} + \left(V_{O,Y} - \frac{L\Omega}{2}\cos\theta + \omega_2 R\sin\theta\right)\hat{\mathrm{Y}} = 0$$ (2 poin)

Dari keempat persamaan di atas, kita bisa dapatkan

$$V_{O,X} - \frac{R}{2}\sin\theta\,(\omega_1 + \omega_2) = 0$$
$$V_{O,Y} + \frac{R}{2}\cos\theta\,(\omega_1 + \omega_2) = 0$$
$$\Omega + \frac{R}{L}(\omega_1 - \omega_2) = 0$$

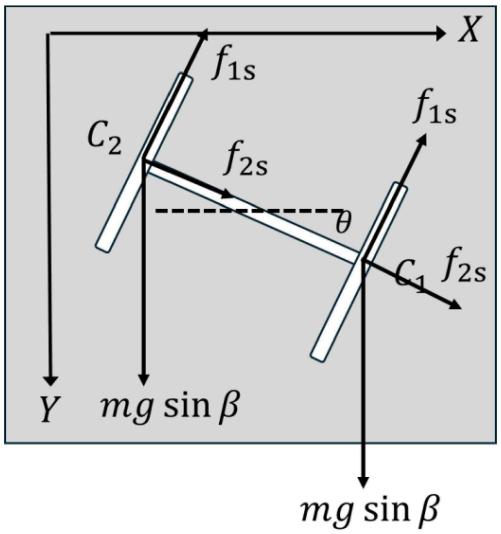
(1 poin)

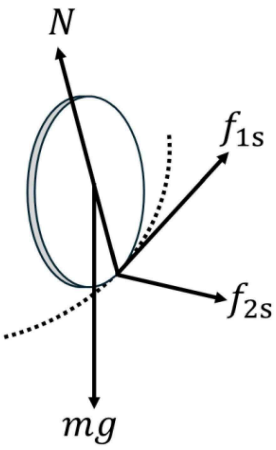
Jadi kita punya

$$p_1 = -\frac{R}{2}\sin\theta, \quad p_2 = \frac{R}{2}\cos\theta, \quad p_3 = \frac{R}{L}$$

(1 poin)

c. [8 poin] Lihat diagram benda bebas berikut,




(1 poin)

Maka kita bisa dapatkan dari Hukum II Newton baik untuk translasi maupun rotasi,

$$mA_X = f_{1s}\sin\theta + f_{2s}\cos\theta \quad (1)$$
$$mA_Y = -f_{1s}\cos\theta + f_{2s}\sin\theta + mg\sin\beta \quad (2)$$

(1 poin)

$$\left(I_s + \tfrac{1}{4}mL^2\right)\frac{d\Omega}{dt} = 0 \quad (3)$$
$$I\alpha_1 = -f_{1s}R \quad (4)$$
$$I\alpha_2 = -f_{1s}R \quad (5)$$

dengan $A_X = \mathrm{d}V_{OX}/\mathrm{d}t, A_Y = \mathrm{d}V_{OY}/\mathrm{d}t$ adalah percepatan pusat massa sistem, $\alpha_1 = \mathrm{d}\omega_1/\mathrm{d}t$, $\alpha_2 = \mathrm{d}\omega_2/\mathrm{d}t$ adalah percepatan sudut silinder 1 dan 2.

Dari persamaan ketiga, kita dapatkan bahwa $\Omega(t) = \text{konstan} = \Omega_0$, dan karena pada awalnya batang berada pada posisi horizontal, maka $\theta(t) = \Omega_0 t$. Dari persamaan satu dan dua, kita dapatkan

$$m(A_X\sin\theta - A_Y\cos\theta) = f_{1s} - mg\sin\beta\cos\theta\,,$$

(1 poin)

dan dari persamaan empat dan lima,

$$I(\alpha_1 + \alpha_2) = 2f_{1s}, \qquad I(\alpha_1 - \alpha_2) = 0$$

(1 poin)

Dari sini kita dapatkan $\alpha_1 = \alpha_2$, sehingga kita punya $\omega_1 = \omega_2 + \text{konstan}$. Dari syarat menggelinding tanpa slip,

$$\Omega + \frac{R}{L}(\omega_1 - \omega_2) = 0$$

kita dapatkan konstanta = $-\Omega_0 L/R$, sehingga kita punya,

$$\omega_1 - \omega_2 = -\frac{\Omega_0 L}{R}$$ (1 poin)

Dengan menggunakan syarat menggelinding, kita juga dapatkan

$$\alpha_1 = -\frac{2g}{3R}\sin\beta\cos\Omega_0 t$$ (1 poin)

Integrasikan persamaan di atas, kita dapatkan,

$$\omega_1(t) = \omega_{10} - \frac{2g}{3\Omega_0 R}\sin\beta\sin\Omega_0 t$$ (1 poin)

dan

$$\omega_2(t) = \omega_{10} + \frac{\Omega_0 L}{R} - \frac{2g}{3\Omega_0 R}\sin\beta\sin\Omega_0 t$$ (1 poin)

***

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# GEOGRAFI

Kumpulan Soal OSN

**PETUNJUK PENGERJAAN SOAL**

a. Terdapat 2 bagian soal, yaitu bagian I berupa soal teori pilihan ganda dan bagian II berupa soal aplikasi teori pilihan ganda.
b. Jumlah soal yang diberikan sebanyak 50 butir soal teori pilihan ganda dan 4 tema soal aplikasi teori pilihan ganda, dengan masing-masing tema terdiri dari 5 soal.
c. Penilaian bagi siswa dalam menjawab soal bagian I: Benar: +4, Tidak diisi: 0, dan Salah: –1.
d. Penilaian bagi siswa dalam menjawab soal bagian II: Benar: +10, Tidak diisi: 0, dan Salah: –3.
e. Waktu pengerjaan soal bagian I adalah 100 menit dan bagian II adalah 80 menit.

## Bagian I: Teori

### Iklim dan Perubahan Iklim

1. Perubahan iklim global menyebabkan pola cuaca ekstrem yang semakin sering dan intens di berbagai belahan dunia. Fenomena ini, seperti gelombang panas yang memecahkan rekor di kawasan subtropis dan badai musim dingin yang lebih parah di lintang tinggi, secara signifikan mengubah kebutuhan energi suatu wilayah. Dari antara pernyataan berikut, yang paling akurat dalam menjelaskan hubungan kompleks antara anomali iklim dan dinamika konsumsi energi adalah ...

   A. Peningkatan suhu rata-rata di wilayah tropis dan subtropis menyebabkan penurunan drastis kebutuhan energi untuk pemanasan, yang secara kumulatif menekan konsumsi energi global.

   B. Gelombang panas yang meluas di kawasan padat penduduk di lintang rendah memicu lonjakan permintaan energi untuk pendinginan, yang secara tidak langsung dapat meningkatkan emisi gas rumah kaca dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil.

   C. Frekuensi badai musim dingin yang lebih sering di lintang tinggi menyebabkan peningkatan substansial permintaan energi untuk pemanasan, yang mengimbangi penurunan kebutuhan energi akibat musim panas yang lebih pendek.

   D. Pergeseran musim dan intensitas cuaca yang tidak menentu di seluruh dunia membuat pola konsumsi energi menjadi tidak stabil, mendorong investasi besar-besaran pada energi terbarukan yang intermiten seperti tenaga surya dan angin.

   E. Peningkatan suhu di lautan akibat perubahan iklim menyebabkan pemanasan di pesisir, yang mengakibatkan penurunan aktivitas industri yang menggunakan air sebagai pendingin dan secara global mengurangi konsumsi energi.

2. Perubahan iklim telah mengganggu stabilitas sistem pangan dunia melalui berbagai mekanisme. Fenomena seperti El Niño dan La Niña yang semakin ekstrem, serta pergeseran pola hujan dan suhu, menciptakan ketidakpastian yang signifikan bagi sektor pertanian. Kerentanan suatu wilayah terhadap dampak ini sangat bergantung pada karakteristik geografisnya, seperti topografi, jenis tanah, dan ketergantungan pada pertanian tadah hujan. Dari antara pernyataan berikut, yang paling akurat dalam menjelaskan implikasi utama dari perubahan iklim terhadap ketahanan pangan global adalah ...

A. Peningkatan suhu global memicu pelelehan es di Arktik, yang melepaskan nutrien ke laut dan secara signifikan meningkatkan potensi perikanan global, sehingga mengurangi tekanan pada produksi pertanian.

B. Peningkatan karbon dioksida atmosfer meningkatkan efisiensi fotosintesis tanaman C3, yang berpotensi meningkatkan hasil panen dan menstabilkan produksi pangan di sebagian besar wilayah tropis.

C. Pergeseran zona iklim akibat perubahan suhu mendorong ekspansi lahan pertanian ke lintang yang lebih tinggi dan elevasi yang lebih tinggi, yang mengimbangi hilangnya produktivitas di wilayah pertanian tradisional.

D. Pola curah hujan yang tidak menentu dan anomali suhu yang ekstrem menyebabkan disrupsi spasial dan temporal terhadap siklus tanam, yang pada akhirnya mengakibatkan penurunan produktivitas pertanian di wilayah-wilayah yang rentan.

E. Peningkatan suhu air laut meningkatkan frekuensi dan intensitas badai di wilayah pesisir, yang menghambat kegiatan logistik pangan dan distribusi dari wilayah surplus ke wilayah defisit.

3. Perubahan iklim telah menciptakan tantangan besar bagi sistem energi global. Vulnerabilitas ini tidak hanya terkait dengan permintaan energi yang meningkat akibat cuaca ekstrem, tetapi juga pada sisi pasokan. Fenomena seperti kekeringan berkepanjangan, badai yang lebih intens, dan perubahan pola angin dapat secara langsung mengganggu produksi energi, terutama dari sumber-sumber terbarukan. Dari kelima skenario berikut, yang merupakan **implikasi langsung dan paling signifikan** dari perubahan iklim terhadap ketersediaan pasokan energi, terutama di kawasan yang sangat bergantung pada energi terbarukan adalah ...

A. Kebijakan pajak karbon yang ketat di negara-negara maju memicu investasi pada energi terbarukan di negara berkembang, yang meningkatkan total pasokan energi global dan menurunkan harga bahan bakar fosil.

B. Peningkatan suhu rata-rata di wilayah pesisir menyebabkan air laut mengalami pemuaian, yang menghambat operasional pembangkit listrik tenaga nuklir dan termal yang menggunakan air laut sebagai pendingin.

C. Pergeseran pola hujan dan anomali musim kemarau ekstrem menyebabkan penurunan drastis volume air pada waduk, yang secara langsung mengurangi kapasitas produksi pembangkit listrik tenaga air (PLTA).

D. Peningkatan kecepatan angin akibat perubahan tekanan atmosfer yang drastis, yang secara signifikan meningkatkan efisiensi dan produksi energi dari pembangkit listrik tenaga bayu (angin).

E. Frekuensi badai yang meningkat merusak jaringan transmisi listrik dan fasilitas penyimpanan energi, sehingga menyebabkan gangguan pasokan listrik yang bersifat lokal dan sementara di kawasan rawan bencana.

4. Andaikan Saudara hendak memprediksi kebutuhan air irigasi di dua wilayah pertanian yang berbeda: satu di Lintang 5° LU dan satu lagi di Lintang 30° LU. Kedua wilayah memiliki jenis vegetasi dan ketinggian yang relatif serupa. Para ahli menggunakan model Blaney-Criddle versi modifikasi untuk mengestimasi evapotranspirasi referensi ($ET_0$) bulanan, berdasarkan data suhu rata-rata harian.

$$ET_0 = p \times (0{,}457 \times T_{rata-rata} + 8{,}128)$$

Dengan ketentuan:

- $ET_0$ : Evapotranspirasi referensi (mm/hari)
- $p$ : Persentase rata-rata jam siang harian terhadap total jam siang dalam setahun
- $T_{rata-rata}$: Suhu udara rata-rata harian (°C)
- Asumsikan 1 (satu) bulan dihitung sebagai 30 hari

Data yang digunakan untuk estimasi pada bulan Juni adalah sebagai berikut:

- Wilayah Tropis: $p = 0{,}277$ ; $T_{rata-rata} = 28{,}5$
- Wilayah Subtropis: $p = 0{,}311$ ; $T_{rata-rata} = 22{,}0$

Jika terjadi skenario pemanasan global ekstrem dengan suhu rata-rata harian di kedua wilayah meningkat sebesar 2°C, analisis berikut yang paling akurat mengenai dampak terhadap kebutuhan air irigasi bulanan adalah ...

A. Peningkatan absolut $ET_0$ bulanan di wilayah tropis akan lebih besar (sekitar 9 mm) dibandingkan di wilayah subtropis (sekitar 7 mm), menunjukkan bahwa wilayah tropis lebih sensitif terhadap perubahan suhu.

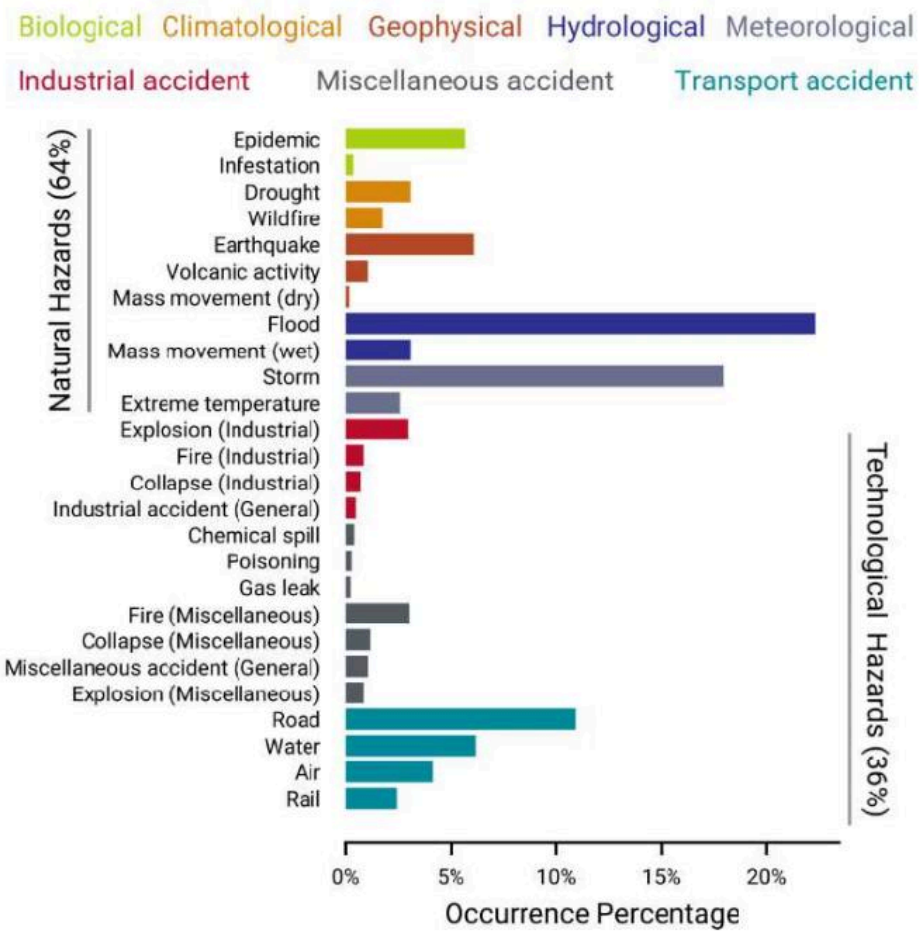
B. Perubahan persentase $ET_0$ di wilayah subtropis akan lebih kecil (sekitar 2,5%) dibandingkan di wilayah tropis (sekitar 4%), mengindikasikan ketahanan yang lebih baik di wilayah subtropis.

C. Peningkatan $ET_0$ bulanan di wilayah subtropis mencapai sekitar 25 mm, yang merupakan perubahan yang tidak signifikan jika dibandingkan dengan perubahan harian yang terjadi.

D. Peningkatan persentase $ET_0$ di kedua wilayah hampir sama, yaitu sekitar 4,5%, sehingga tidak ada perbedaan signifikan dalam kerentanan antara wilayah tropis dan subtropis terhadap kenaikan suhu.

E. Laju $ET_0$ harian setelah kenaikan suhu di wilayah tropis adalah sekitar 6,11 mm/hari dan di wilayah subtropis sekitar 5,94 mm/hari, menunjukkan bahwa laju harian di wilayah tropis tetap lebih tinggi meskipun peningkatan persentase di wilayah subtropis lebih besar.

**Kebencanaan dan Manajemen Bencana**




5. Berdasarkan grafik distribusi tipe ancaman bencana (sumber: EM-DAT, 2025), perhatikan dengan saksama proporsi kejadian bencana dan klasifikasinya. Bencana yang secara signifikan memiliki korelasi langsung dan diproyeksikan mengalami peningkatan frekuensi serta intensitas akibat anomali cuaca ekstrem dan perubahan pola iklim global adalah ...

   A. Gempa bumi dan aktivitas vulkanik, karena dipicu oleh perubahan tekanan tektonik dan dinamika lempeng bumi yang dipercepat oleh perubahan iklim.

   B. Kekeringan dan kebakaran hutan, yang disebabkan oleh defisit curah hujan ekstrem dan kondisi suhu panas berkepanjangan, menciptakan kondisi ideal bagi bencana biofisik yang mengancam ketahanan pangan dan keanekaragaman hayati.

   C. Banjir dan badai (*storm*), di mana peningkatan intensitas curah hujan ekstrem dan pergeseran siklon tropis meningkatkan risiko bencana hidrometeorologis di wilayah pesisir dan dataran rendah.

   D. Longsor basah (*mass movement wet*) dan gelombang panas (*extreme temperature*), yang mencerminkan hubungan antara peningkatan suhu ekstrem yang mempercepat pencairan es dan perubahan pola curah hujan yang destabilisasi lereng, menimbulkan ancaman geologi dan hidrologi.

E. Bencana industri (industrial accident) dan kecelakaan transportasi (*transport accident*), yang secara tidak langsung dipengaruhi oleh gangguan cuaca ekstrem dan kegagalan infrastruktur akibat perubahan iklim.

6. Penerapan teknologi Sistem Peringatan Dini (EWS) dianggap sebagai solusi revolusioner dalam mitigasi risiko bencana hidrometeorologis. Namun, di banyak wilayah kepulauan Indonesia yang secara geofisik memiliki topografi kompleks dan secara sosio-ekonomi memiliki keterbatasan akses, sebuah paradoks sering terjadi: meskipun EWS berhasil dipasang dan berfungsi secara teknis, dampak pengurangan risiko dan kerugian di tingkat komunitas tetap tidak signifikan dalam jangka panjang. Kegagalan utama dari sistem peringatan dini tersebut yang mencerminkan ketidaktepatan pendekatan mitigasi bencana di negara berkembang adalah ...

   A. Ketidakmampuan sistem EWS dalam mengakomodasi keragaman bahasa dan dialek lokal, sehingga pesan peringatan tidak efektif di wilayah multietnis.

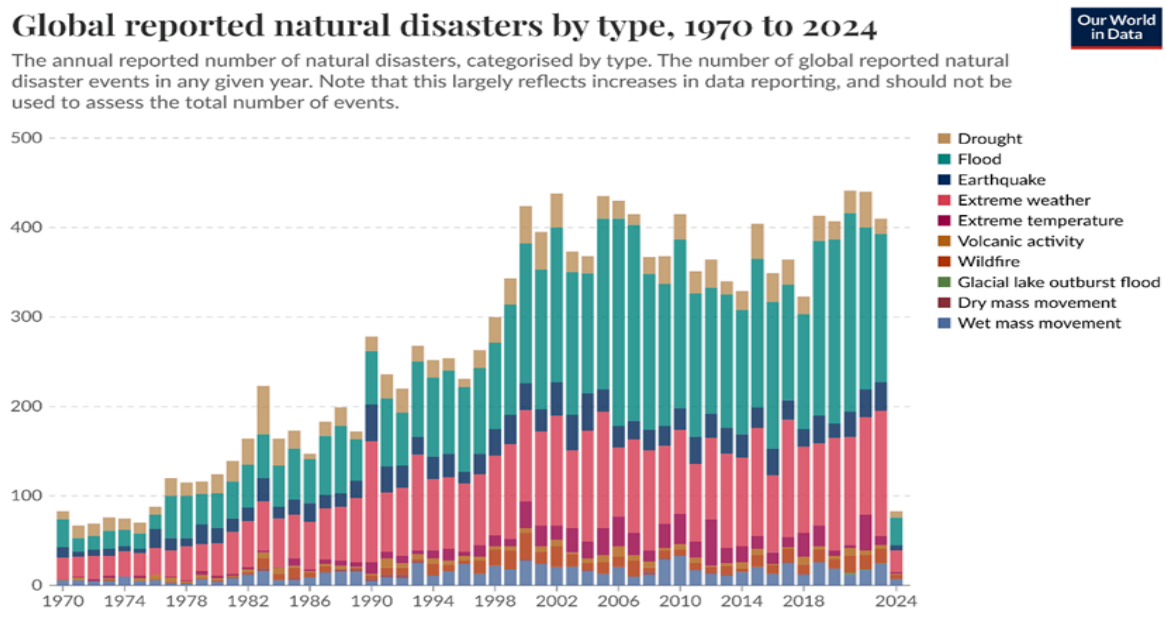
   B. Keterbatasan daya listrik di daerah terpencil yang tidak dapat diatasi oleh sumber energi terbarukan mandiri, menyebabkan perangkat sering mati saat kondisi darurat.

   C. Alokasi anggaran yang tidak memadai untuk pemeliharaan rutin pasca-instalasi, sehingga EWS mengalami degradasi fungsional dalam waktu singkat.

   D. Adanya disparitas antara solusi teknosentris yang tidak berkelanjutan dan minimnya transfer pengetahuan, mengakibatkan EWS menjadi entitas asing yang tidak terintegrasi dengan struktur sosial dan ekonomi lokal, sehingga rentan terhadap disfungsi dan vandalisme.

   E. Kurva pembelajaran yang curam bagi petugas operasional di tingkat daerah dalam mengelola data sensor secara *real-time*, sehingga respons peringatan menjadi lambat.

7. Berdasarkan grafik berikut, lakukan analisis mendalam terhadap tren kejadian bencana.



Perhatikan data tren jumlah bencana alam yang dilaporkan secara global per tahun di grafik. Pernyataan yang PALING TEPAT menjelaskan anomali penurunan jumlah pelaporan bencana sekitar tahun 2024, adalah ...

A. Anomali penurunan pada tahun 2024 menandakan pencapaian target internasional pengurangan risiko bencana melalui implementasi penuh *Sendai Framework* di seluruh negara.

B. Penurunan tajam jumlah bencana tahun 2024 terutama disebabkan oleh proses pengumpulan dan pelaporan data yang belum selesai, sehingga visualisasi data tidak boleh langsung diinterpretasikan sebagai penurunan risiko bencana secara riil.

C. Tren penurunan tahun 2024 menunjukkan perubahan pola siklon global akibat fenomena La Niña yang secara statistik dapat menekan potensi kejadian bencana alam besar.

D. Penurunan bencana pada 2024 terjadi karena stall dalam sistem pelaporan global akibat kendala geopolitik dan pembatasan akses data dari beberapa wilayah.

E. Penurunan ini menandakan transformasi teknologi pelaporan yang semakin presisi sehingga hanya kejadian besar yang tercatat, jumlah bencana kecil tidak lagi diinput.

8. Andaikan terdapat sebuah desa pesisir berpenduduk yang 1.200 orang, dengan data-data parameter kebencanaan sebagai berikut:

- Skor *Hazard* tsunami: skor 0,8
- Skor *Hazard* banjir: skor 0,6
- Skor *Vulnerability*: proporsi penduduk non-produktif (600/1.200 = 0,5), pendidikan dasar mayoritas (skor 0,7); skor akhir kerentanan menjadi 0,7
- Skor *Capacity*: kapasitas EWS telah ditingkatkan, penduduk telah dilatih untuk menghadapi bencana; skor akhir kapasitas menjadi 0,4
- *Exposure* tsunami: seluruh populasi berisiko (skor 1,0)
- *Exposure* banjir: hanya 60% populasi terdampak (skor 0,6)

Dengan formula umum risiko bencana, yaitu: $Risk = \frac{Hazard \times Vulnerability \times Exposure}{Capaciy}$

Hitung dan bandingkanlah skor risiko untuk tsunami dan banjir di desa tersebut. Jika kapasitas desa dapat ditingkatkan lagi menjadi 0,8 melalui pemberdayaan komunitas dan peningkatan teknologi, tentukan nilai risiko tsunami barunya!

A. Risiko tsunami = 1,4; risiko banjir = 0,63; jika kapasitas dinaikkan ke 0,8, risiko tsunami = 0,7

B. Risiko tsunami = 0,56; risiko banjir = 0,21; jika kapasitas dinaikkan ke 0,8, risiko tsunami = 0,32

C. Risiko tsunami = 1,4; risiko banjir = 0,63; jika kapasitas dinaikkan ke 0,8, risiko tsunami = 0,56

D. Risiko tsunami = 0,4; risiko banjir = 0,18; jika kapasitas dinaikkan ke 0,8, risiko tsunami = 0,28

E. Risiko tsunami = 0,41; risiko banjir = 0,19; jika kapasitas dinaikkan ke 0,8, risiko tsunami = 0,29

## Sumber Daya dan Manajemen Sumber Daya

9. Konflik sosial di kalangan nelayan di Indonesia merupakan manifestasi dari ketidakseimbangan akses dan pemanfaatan sumber daya perikanan. Dari perspektif geografi, konflik ini dapat dikategorikan berdasarkan skala keruangan dan aktor yang terlibat. Konflik internal adalah perseteruan yang terjadi di dalam satu wilayah penangkapan ikan atau di antara komunitas nelayan domestik yang berinteraksi dalam ekosistem perairan yang sama. Sebaliknya, konflik eksternal adalah pertentangan yang timbul ketika sumber daya atau ruang tangkap nelayan lokal terancam oleh entitas yang beroperasi dari luar sistem kewilayahan atau memiliki karakteristik yang secara fundamental berbeda, seperti skala, otoritas, atau asal kebangsaan.

   Berdasarkan definisi tersebut, dari antara kasus berikut yang paling tepat merepresentasikan konflik eksternal ditinjau dari perspektif geografis adalah ...

   A. Perseteruan antara nelayan pengguna jaring pukat cincin (*purse seine*) yang beroperasi di Laut Aru dengan nelayan pancing ulur dari komunitas pesisir Maluku, yang disebabkan oleh penurunan hasil tangkapan di zona penangkapan ikan tradisional.

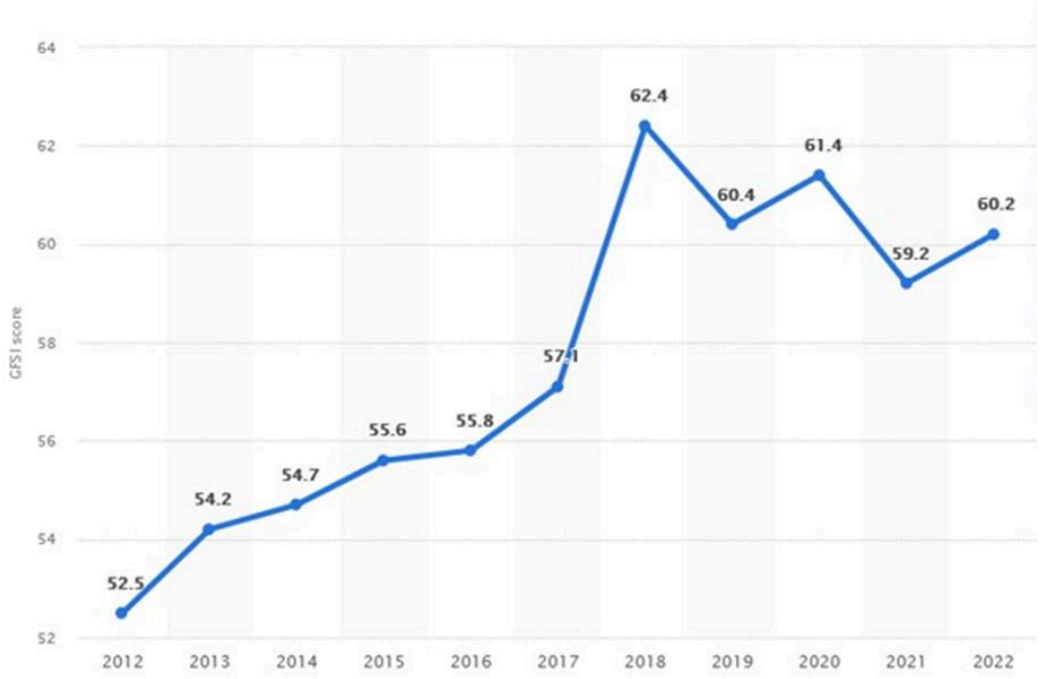
   B. Ketegangan yang terjadi antara kelompok nelayan pengebom ikan yang merusak terumbu karang di perairan Sulawesi dengan nelayan lokal yang mencari ikan hias untuk ekspor, yang bergantung pada kelestarian terumbu karang sebagai habitat utama.

   C. Sengketa antara nelayan tradisional yang menggunakan perahu motor kecil di Selat Madura dengan nelayan dari luar daerah yang menggunakan kapal-kapal penangkap ikan berukuran besar dan mengancam keberlanjutan sumber daya di perairan lokal.

   D. Konflik antara nelayan lokal yang menolak reklamasi pantai untuk pembangunan properti mewah dengan pengembang properti yang didukung oleh investor dari luar negeri, yang akan menghilangkan wilayah tangkap nelayan di perairan dangkal.

   E. Bentrokan yang sering terjadi antara nelayan dari Jawa Barat yang mengejar gerombolan ikan di perairan Laut Jawa dengan nelayan dari Jawa Tengah yang menganggap wilayah tersebut sebagai zona tangkapan ikan eksklusif mereka.

10. Data *Global Food Security Index* (GFSI) Indonesia yang disajikan menunjukkan pola fluktuatif, dengan puncak skor pada tahun 2018 dan tren penurunan setelahnya, hingga tercapai skor 69,8% pada tahun 2024. Meskipun target RPJMN 2020-2024 untuk GFSI tidak tercapai, pemerintah telah berupaya meningkatkan ketahanan pangan. Dari perspektif geografi, kegagalan mencapai target ini mencerminkan adanya disrupsi pada sistem pangan nasional, khususnya dalam hal ketidaksesuaian antara perencanaan spasial dengan realitas di lapangan.




Sumber: Statista, 2025

Mengingat kondisi geografis Indonesia yang sangat heterogen dan tantangan yang spesifik di setiap wilayah (seperti ancaman bencana, degradasi lahan, atau infrastruktur yang tidak merata), upaya yang paling strategis dan transformatif untuk secara signifikan meningkatkan skor GFSI Indonesia, khususnya pada pilar aksesibilitas dan keberlanjutan adalah ...

A. Fokus pada peningkatan produksi dan diversifikasi komoditas pangan di daerah-daerah sentra produksi (Jawa, Sumatera, dan Sulawesi) untuk memenuhi ketersediaan pangan nasional dan menekan biaya distribusi.

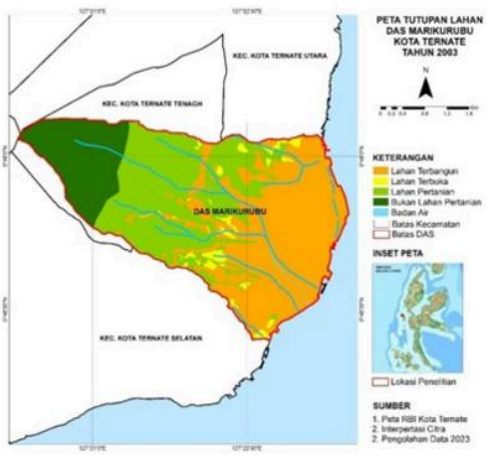
B. Peningkatan investasi pada teknologi pertanian modern di lahan subur untuk memaksimalkan produktivitas dan menekan biaya produksi, yang secara tidak langsung akan meningkatkan daya beli masyarakat.

C. Pembangunan infrastruktur logistik (misalnya, *cold storage*, jalur distribusi maritim, dan jembatan udara) yang menghubungkan wilayah surplus pangan dengan wilayah defisit, serta penerapan kebijakan distribusi yang adil.

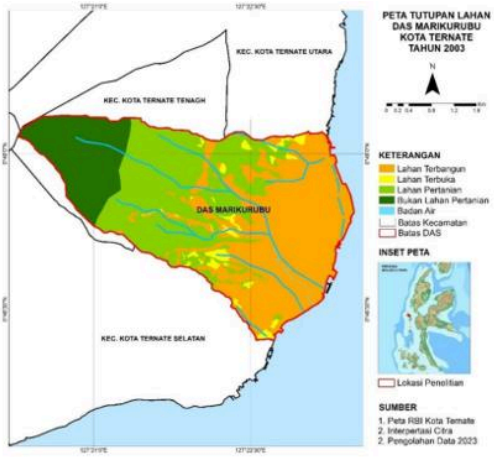
D. Pengembangan sistem irigasi, penggunaan pupuk hayati, dan rehabilitasi lahan kritis di wilayah-wilayah yang rentan (misalnya, daerah pesisir, karst, dan gambut) agar dapat mandiri pangan secara berkelanjutan.

E. Peningkatan kapasitas pengelolaan risiko bencana di kawasan-kawasan rawan pangan dan pengembangan varietas tanaman yang adaptif terhadap perubahan iklim ekstrem di seluruh wilayah Indonesia.

11. Perhatikan Peta Tutupan Lahan Tahun 2003 dan 2013, serta Tabel Luasan Tutupan Lahan Tahun 2003 dan 2013 di Daerah Aliran Sungai (DAS) Marikurubu, Kota Ternate.




Gambar 1. Peta Tutupan Lahan 2003




Gambar 2. Peta Tutupan Lahan 2013

Tabel 1. Luasan Tutupan Lahan Tahun 2003

| No | Kelas Tutupan lahan | Luas | |
|---|---|---|---|
| | | ha | % |
| 1 | Lahan Terbangun | 590, 88 | 44, 58 |
| 2 | Lahan Terbuka | 40, 07 | 3, 02 |
| 3 | Lahan Pertanian | 474, 59 | 35, 80 |
| 4 | Bukan Lahan Pertanian | 218, 54 | 16, 49 |
| 5 | Badan Air | 1, 46 | 0, 11 |
| | Total luasan | 1.325, 54 | 100,00 |

Tabel 2. Luasan Tutupan Lahan Tahun 2013

| No | Kelas Tutupan lahan | Luas | |
|---|---|---|---|
| | | ha | % |
| 1 | Lahan Terbangun | 657,50 | 49,60 |
| 2 | Lahan Terbuka | 24,03 | 1,81 |
| 3 | Lahan Pertanian | 480,78 | 36,27 |
| 4 | Bukan Lahan Pertanian | 161,77 | 12,20 |
| 5 | Badan Air | 1, 46 | 0, 11 |
| | Total luasan | 1.325, 54 | 100,00 |

Analisis geospasial terhadap data tutupan lahan DAS Marikurubu dari tahun 2003 hingga 2013 mengindikasikan adanya dinamika perubahan penggunaan lahan yang signifikan, yang berdampak pada fungsi hidrologis dan keseimbangan ekologis wilayah. Perubahan ini mencerminkan laju urbanisasi yang pesat, pergeseran pola agrikultur, dan konversi ruang. Jika diketahui bahwa setiap 10 ha perubahan tutupan lahan memiliki dampak hidrologis yang setara dengan peningkatan debit puncak aliran sebesar 0,5 $m^3/s$, dan bahwa dampak hidrologis terbesar berasosiasi dengan perubahan tutupan lahan yang paling ekstrem. Berdasarkan data yang tersaji, dari antara pernyataan berikut yang paling akurat menggambarkan perubahan tutupan lahan yang paling ekstrem, serta perubahan tutupan lahan paling minor adalah ...

A. Lahan terbangun mengalami peningkatan seluas 66,62 ha yang berpotensi meningkatkan debit puncak aliran sebesar 3,33 $m^3/s$, sementara lahan bukan pertanian mengalami penurunan signifikan seluas 56,77 ha, mengindikasikan konversi lahan yang masif.

B. Lahan pertanian mengalami penurunan seluas 6,19 ha, yang secara geospasial dapat mengurangi potensi resapan air di wilayah hulu, sementara lahan terbuka mengalami

penurunan tajam seluas 16,04 ha, yang berkorelasi kuat dengan intensifikasi pembangunan.

C. Lahan terbuka mengalami penurunan seluas 16,04 ha, yang terkait erat dengan penambahan area terbangun, sementara lahan pertanian turun 6,19 ha. Total akumulasi perubahan (naik dan turun) dari semua jenis tutupan lahan (kecuali badan air) mencapai 145,62 ha.

D. Lahan terbangun mengalami peningkatan seluas 66,62 ha, yang merupakan perubahan terbesar di antara semua kategori tutupan lahan, sementara lahan pertanian mengalami peningkatan seluas 6,19 ha, yang merupakan perubahan paling kecil di antara semua kategori tutupan lahan.

E. Lahan bukan pertanian mengalami penurunan seluas 56,77 ha, yang merupakan perubahan paling ekstrem kedua setelah lahan terbangun. Hal ini berbanding lurus dengan stabilitas Badan Air yang tetap konstan seluas 1,46 ha, yang menunjukkan keseimbangan hidrologis pada tutupan lahan ini.

12. Perhatikan Gambar 1 dan Gambar 2 yang menyajikan data dan informasi terkait pembangunan dan dampak Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Institut Teknologi Sumatera (ITERA).

Gambar 1. Dampak Ekonomi dengan PLTS di ITERA

Gambar 2. Perbandingan Pengeluaran sebelum dan setelah memakai PLTS di ITERA

Pembangunan PLTS 1 MWp di ITERA menunjukkan manfaat penggunaan energi terbarukan pada skala institusional. Berdasarkan data yang disajikan, dampak finansial terbesar yang paling akurat diterima oleh ITERA dari proyek PLTS ini, dengan fokus pada efisiensi biaya operasional, adalah ...

A. Dampak finansial terbesar adalah penghematan biaya listrik rata-rata sebesar 47,4% dari total tagihan bulanan selama periode Januari-April 2021, yang menunjukkan konsistensi efisiensi proyek.

B. Dampak finansial terbesar adalah nilai penghematan pembayaran listrik pada bulan Februari 2021 yang mencapai Rp106.833.220,00, yang merupakan penghematan absolut tertinggi dalam periode tersebut.

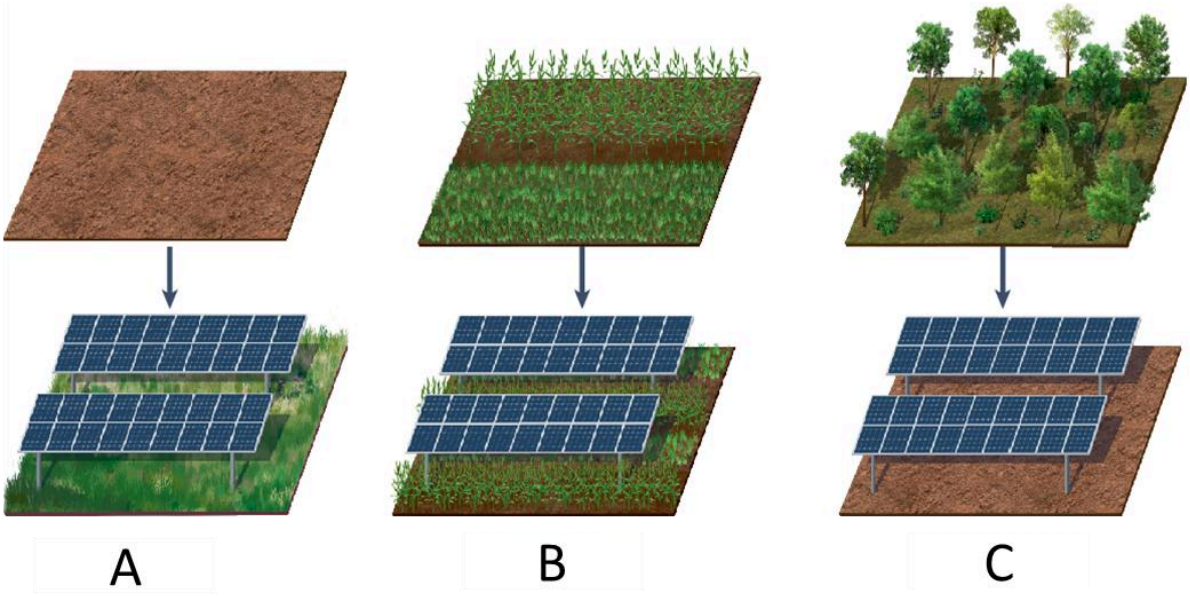
C. Dampak finansial terbesar adalah penghematan biaya listrik secara kumulatif sebesar Rp210.035.959,00, yang mencerminkan keberhasilan proyek dalam mengurangi beban operasional institusi secara signifikan.

D. Dampak finansial terbesar adalah potensi pendapatan sebesar Rp4.399.000.000,00 yang berasal dari efek pengganda pendapatan (*Income Multiplier*) proyek ini.

E. Dampak finansial terbesar adalah proyeksi total *output* ekonomi sebesar Rp44.283.000.000,00, yang dihasilkan dari investasi awal ITERA.

## Geologi, Geomorfologi dan Penggunaan Lahan

13. Ketiga gambar berikut menunjukkan variasi tutupan lahan di bawah panel surya.




Sumber gambar: Lu, Z. The extra climate benefits of solar farms. *Nat. Geosci.* **18**, 572–573 (2025). https://doi.org/10.1038/s41561-025-01716-1

Studi global menunjukkan bahwa perubahan jejak karbon dari pembangkit listrik tenaga surya sangat dipengaruhi oleh pengelolaan vegetasi di lokasi. Tentukan dari antara tiga gambar berikut yang mewakili skenario:

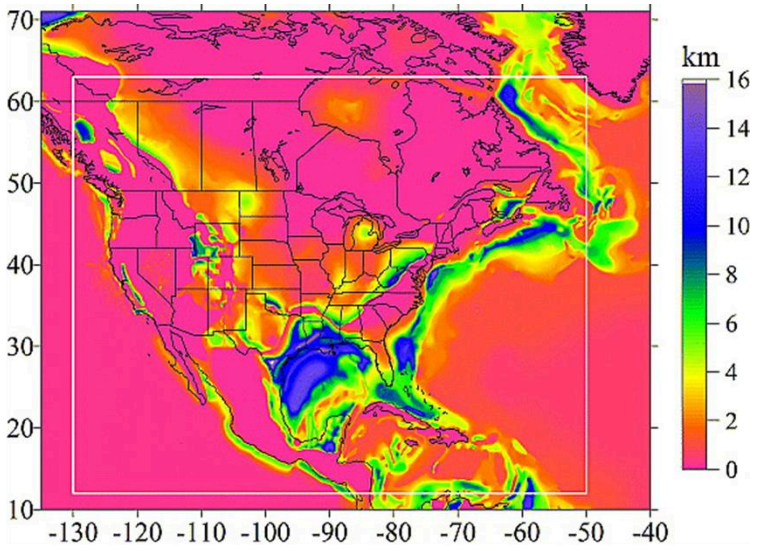
(1) Pengurangan jejak karbon terbesar;

(2) Jejak karbon sedang; dan

(3) Peningkatan jejak karbon terbesar.

A. A= (3), B = (1), C = (2)
B. A= (2), B = (3), C = (1)
C. A= (3), B = (2), C = (1)
D. A= (1), B = (3), C = (2)
E. A= (1), B = (2), C = (3)

14. Perhatikan peta ketebalan lapisan sedimen di Amerika Utara berikut.




Sumber gambar: Mooney, W. D., and M. K. Kaban (2010), The North American upper mantle: Density, composition, and evolution, J. Geophys. Res., 115, B12424, doi:10.1029/2010JB000866.

Peta tersebut menampilkan kontras yang tajam antara wilayah dengan akumulasi sedimen yang sangat masif (berwarna biru), dengan wilayah luas di utara yang hampir tidak memiliki lapisan sedimen (berwarna magenta/ungu), yang dikenal sebagai *Canadian Shield*. Alasan *Canadian Shield* memiliki ketebalan sedimen yang sangat minim, sementara wilayah seperti Teluk Meksiko memiliki akumulasi sedimen yang sangat tebal, adalah ...

A. Tingginya tingkat presipitasi dan aliran sungai di wilayah *Canadian Shield* menyebabkan erosi yang sangat intens, sehingga sedimen tidak sempat terakumulasi.

B. Wilayah tersebut merupakan sisa dari zona subduksi purba yang telah mengalami pengangkatan besar-besaran, sehingga sedimen yang ada telah terkikis habis.

C. *Canadian Shield* adalah bagian dari *craton* tua yang sangat stabil secara tektonik, tidak mengalami penurunan kerak (*subsidence*) yang diperlukan untuk menampung akumulasi sedimen yang tebal.

D. Kondisi iklim glasial pada zaman es secara masif mengikis lapisan sedimen yang ada, dan pasca-glasial, wilayah ini terus mengalami pengangkatan isostasi.

E. Batuan dasar di *Canadian Shield* yang bersifat impermeabel dan padat mencegah terbentuknya cekungan pengendapan untuk mengakomodasi sedimen yang tebal.

15. Perhatikan gambar di samping yang menunjukkan pembangunan *gully plug* (penyumbat erosi parit) di dekat Amman, Yordania.

Sumber gambar: *IPCC Special Report*, 2019

Foto (a) diambil pada September 2017 saat pembangunan, sedangkan foto (b) menunjukkan kondisi setelah hujan deras pada Maret 2018. Berdasarkan analisis geomorfologi dan geohidrologi pada wilayah karst semi-arid dengan formasi batuan kapur, implementasi *gully plug* seperti yang ditunjukkan dalam gambar secara fundamental berfungsi untuk memodifikasi proses geomorfik eksogen dominan. Modifikasi ini bertujuan untuk merevitalisasi ekosistem lahan, dan dalam konteks regional Timur Tengah yang rentan

terhadap defisit air dan tekanan antropogenik, strategi ini secara spesifik bertujuan untuk mitigasi ...

A. Peningkatan laju infiltrasi air hujan yang memicu erosi *gully* secara eksponensial pada lereng dengan kemiringan curam.

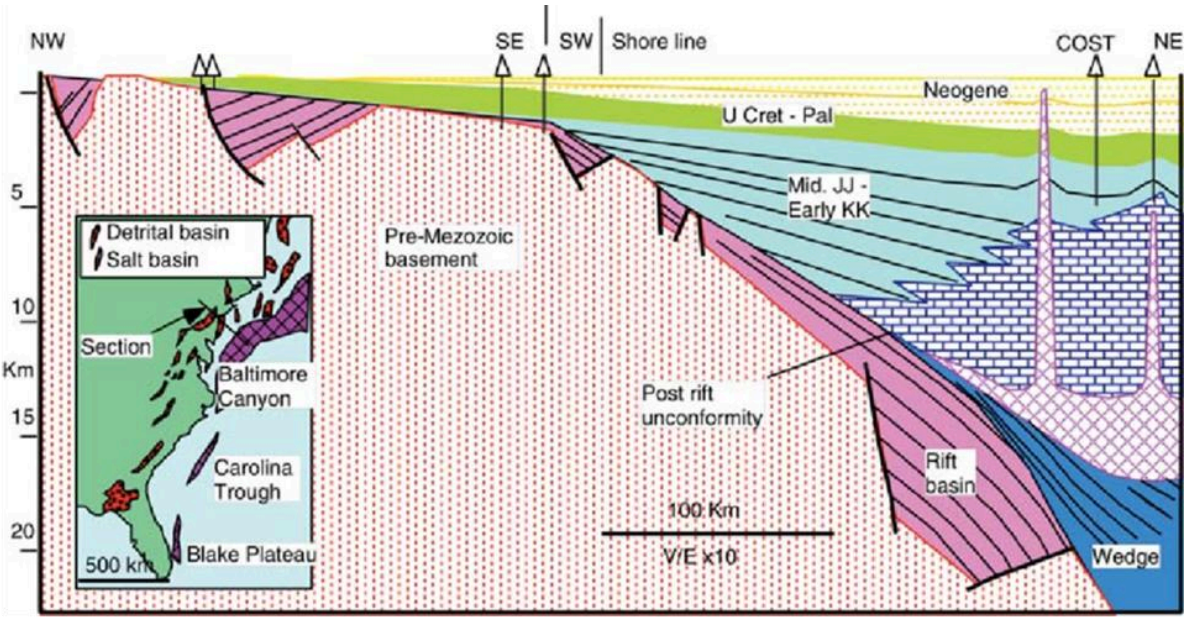
B. Degradasi biofisik dan penurunan muka air tanah akibat limpasan permukaan (*run-off*) yang berlebihan pasca-hujan.

C. Peluasan zona karstifikasi di permukaan akibat aktivitas pelarutan (*solution*) pada batuan karbonat yang masif dan homogen.

D. Intensifikasi erosi vertikal dan horisontal yang menyebabkan pembentukan lembah curam (*V-shaped valley*) yang tidak produktif.

E. Proses denudasi massal yang disebabkan oleh akumulasi air di zona tak jenuh (*unsaturated zone*) di bawah permukaan tanah.

16. Perhatikan penampang geologi yang menampilkan cekungan sedimen di bagian timur laut Amerika Serikat.




Sumber gambar: Benson & Doyle (1988) & Manspeizer (1988)

Penampang geologi tersebut merepresentasikan evolusi tektonik Lempeng Amerika Utara yang dimulai dari *rifting* hingga pembentukan batas lempeng pasif (*passive margin*). Berdasarkan interpretasi dari penampang tersebut, fitur atau formasi batuan geologi yang secara fundamental **tidak mungkin** ditemukan apabila dilakukan pengeboran hingga kedalaman yang signifikan pada batas *shoreline* di wilayah ini, adalah ...

A. Batuan beku mafik berupa *dike* atau *sill* yang menembus batuan dasar (*basement*) pra-Mesozoikum, menandai awal dari fase *rifting*.

B. Urutan lapisan sedimen klastik dan non-klastik yang terendapkan secara tidak selaras (*unconformity*) di atas cekungan *rift*, mencerminkan transisi dari tektonik aktif ke pasif.

C. Endapan sedimen kaya fosil laut dari Zaman Kapur dan Zaman Paleogen yang mengindikasikan lingkungan pengendapan dangkal hingga laut dalam.

D. Struktur garam (*salt diapir*) yang menembus lapisan-lapisan sedimen di atasnya, terbentuk akibat pergerakan massa garam yang kurang padat.

E. Batuan metamorf tekanan tinggi yang berasal dari zona subduksi, seperti *blueschist* atau *eclogite*.

## Geografi Pertanian dan Permasalahan Pangan

17. Tekanan global untuk meningkatkan produksi pangan, serat, dan energi demi memenuhi kebutuhan dunia serta mencapai *zero hunger* memberi beban besar pada sumber daya tanah. Banyak lahan pertanian yang ditinggalkan, terdegradasi, atau marjinal, sering kali masih digunakan untuk produksi, yang merupakan hasil dari konversi lahan ke tanaman pangan dengan pengelolaan intensif yang tidak tepat. Penggunaan berkelanjutan lahan tersebut umumnya memerlukan input eksternal yang semakin besar (pupuk, herbisida), yang justru memperparah degradasi dan menghambat daur ulang serta retensi hara.

    Berdasarkan analisis permasalahan di atas, kebijakan pengelolaan lahan yang paling efektif untuk memulihkan dan meningkatkan produktivitas lahan pertanian yang terdegradasi secara berkelanjutan adalah …

    A. Mengintegrasikan tanaman penutup (*cover crops*) yang efisien dalam menyerap fosfor dan mengurangi laju erosi, terutama pada lahan dengan topografi miring.

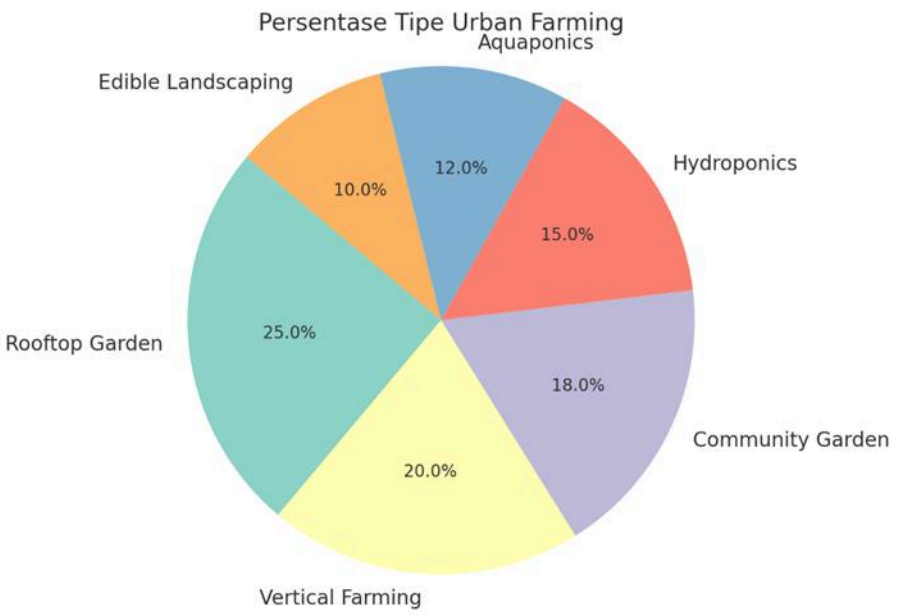
    B. Mengadopsi perenialisasi (*perennialization*) sebagai strategi rehabilitasi lahan yang efektif, sekaligus menjaga produktivitas jangka panjang tanpa input eksternal yang berlebihan.

    C. Mengurangi jumlah vegetasi untuk meminimalkan penguncian unsur hara (terutama fosfor) dan kandungan karbon dalam tanah, sehingga unsur hara lebih mudah tersedia bagi tanaman budidaya.

    D. Meningkatkan retensi Nitrogen sebagai prioritas utama pengelolaan lahan untuk mendukung pertumbuhan tanaman, dengan mengabaikan aspek retensi unsur hara lainnya.

    E. Menghentikan penggunaan tanaman tahunan dan beralih ke tanaman musiman cepat panen untuk meningkatkan rotasi tanam dan kesuburan tanah.

18. Perhatikan grafik berikut!




Sumber: TOGI, 2025

Mempertimbangkan dinamika tata ruang perkotaan dan ketahanan pangan berkelanjutan, program pengembangan *urban farming* yang paling optimal untuk mencapai tujuan penurunan jejak karbon dan peningkatan resiliensi pangan kota, dengan alokasi investasi yang paling efisien, adalah dengan memprioritaskan ...

A. Pemanfaatan ruang vertikal secara masif melalui *vertical farming* dan *hydroponics* di kawasan padat penduduk, serta pengintegrasian *edible landscaping* pada ruang-ruang terbuka hijau baru.

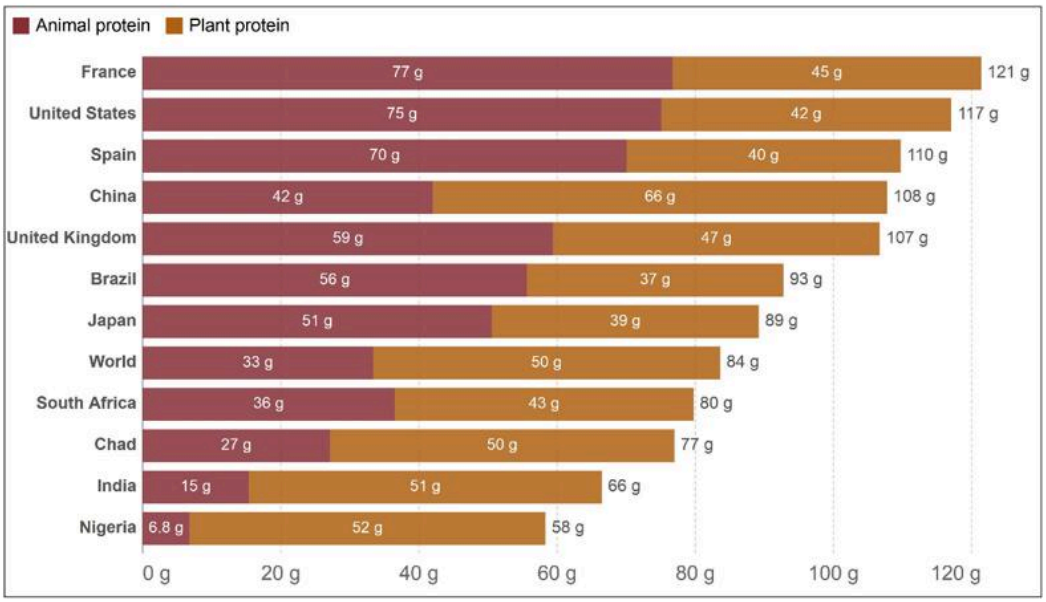
B. Penguatan *community garden* di permukiman padat dan terencana, diversifikasi sistem *rooftop garden* di area komersial dan perkantoran, serta inovasi *aquaponics* untuk efisiensi sumber daya air.

C. Fokus investasi pada tiga tipe *urban farming* dengan persentase tertinggi, yaitu *rooftop garden*, *vertical farming*, dan *community garden*, yang didukung oleh pengembangan *hydroponics* sebagai sistem pendukung efisiensi dan adaptasi.

D. Kombinasi *vertical farming* dan *hydroponics* untuk memaksimalkan produksi di lahan terbatas, didukung oleh *aquaponics* untuk siklus nutrien, serta *rooftop garden* untuk diversifikasi dan edukasi publik.

E. Alokasi investasi terbesar pada *rooftop garden* dan *community garden* karena memiliki potensi sosial-ekonomi yang tinggi, yang kemudian dilengkapi dengan *edible landscaping* untuk estetika dan *hydroponics* untuk efisiensi produksi.

19. Grafik berikut menunjukkan pola konsumsi protein hewani dan nabati di beberapa negara berdasarkan data rata-rata harian per kapita.




Sumber: FAO, 2020

Terlihat bahwa negara-negara dengan tingkat pembangunan ekonomi yang tinggi, seperti Prancis, Amerika Serikat, dan Spanyol, memiliki proporsi protein hewani yang jauh lebih dominan dibandingkan dengan negara-negara berkembang seperti India dan Nigeria. Di sisi lain, negara seperti Tiongkok menunjukkan keseimbangan yang lebih besar antara protein nabati dan hewani. Strategi yang paling rasional dan berkelanjutan bagi negara dengan konsumsi protein hewani yang sangat tinggi untuk menurunkan jejak karbon dari sistem pangan, tanpa mengorbankan nutrisi, adalah …

A. Meningkatkan konsumsi protein nabati sambil secara bertahap mengurangi konsumsi protein hewani, terutama dari sumber yang memiliki jejak karbon tinggi seperti daging merah.

B. Mengalihkan seluruh sumber protein dari hewani menjadi nabati dalam waktu singkat untuk mencapai target penurunan emisi secara drastis.

C. Mendorong peningkatan impor daging dari negara-negara dengan metode produksi yang lebih efisien, untuk memenuhi kebutuhan domestik tanpa mengubah pola konsumsi.

D. Mengurangi konsumsi total protein hingga sebatas rata-rata global, tanpa membedakan sumbernya (hewani atau nabati), untuk menekan jejak karbon.

E. Menurunkan konsumsi protein nabati agar proporsinya menjadi seimbang dengan protein hewani, untuk menciptakan pola konsumsi yang serupa dengan negara-negara maju.

## Geografi Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan

20. Proyek reklamasi seperti PSN Pantai Indah Kapuk (PIK) 2 secara fundamental mengubah bentang lahan pesisir, yang berdampak langsung pada degradasi ekosistem dan hilangnya sumber penghidupan nelayan lokal. Perubahan ini menghilangkan zona tangkap ikan tradisional yang subur akibat penutupan lahan oleh material urug dan perubahan hidrodinamika laut yang merusak habitat bentik.

    Sebuah kajian geografi lingkungan memodelkan dampak hilangnya zona tangkap ikan tradisional bagi komunitas nelayan di Muara Angke akibat proyek tersebut, dengan data sebagai berikut:

    - Jumlah nelayan yang bergantung pada zona tangkap: 150 Kepala Keluarga (KK)
    - Luas total zona tangkap tradisional sebelum proyek: 500 hektar
    - Persentase luas zona tangkap yang hilang akibat reklamasi dan pembatasan akses: 60%
    - Produktivitas hayati (tangkapan ikan) rata-rata per bulan: 80 kg/hektar
    - Harga jual ikan rata-rata di tingkat nelayan: Rp25.000/kg

    Berdasarkan data kajian tersebut, rata-rata kerugian ekonomi bulanan yang dialami oleh setiap kepala keluarga (KK) nelayan adalah ...

    A. Rp2.400.000
    B. Rp4.000.000
    C. Rp6.667.000
    D. Rp400.000.000
    E. Rp600.000.000

21. Pemerintah Provinsi X meluncurkan Program Rehabilitasi Mangrove Daerah (RMD) di Kabupaten Y. Program ini diimplementasikan di dua lokasi percontohan dengan pendekatan yang berbeda, yaitu Blok A (Zona Lindung Delta A) dan Blok B (Zona Pemanfaatan Terpadu B). Tim evaluasi independen telah mengumpulkan data karakteristik kedua lokasi sebagai berikut:

| Karakteristik | Blok A (Zona Lindung Delta A) | Blok B (Zona Pemanfaatan Terpadu B) |
|---|---|---|
| Dimensi Spasial & Tata Ruang | Area bekas tambak udang ilegal yang telah ditinggalkan (>5 tahun), terletak 10 km dari permukiman terdekat. Ditetapkan sebagai zona konservasi murni dalam RTRW. | Area tambak udang aktif yang dimiliki dan dikelola oleh masyarakat lokal secara turun-temurun, berbatasan langsung dengan desa utama. Ditetapkan sebagai zona pertanian/perikanan. |
| Dimensi Biofisik | Substrat lumpur padat dengan tingkat salinitas tinggi akibat evaporasi di tambak terbengkalai. Tingkat kesintasan bibit alami rendah. | Substrat lumpur-pasir dengan salinitas moderat karena sirkulasi air pasang surut yang aktif dari sungai. Tingkat kesintasan bibit alami sedang. |
| Dimensi Sosial-Ekonomi | Tidak ada ketergantungan ekonomi langsung masyarakat karena lahan sudah tidak produktif. Persepsi masyarakat: "tanah negara yang terlantar". | Ketergantungan ekonomi masyarakat sangat tinggi (90% KK adalah petambak). Persepsi masyarakat: "tanah warisan sebagai sumber kehidupan". |
| Dimensi Intervensi & Kelembagaan | Pendekatan teknokratis: restorasi hidrologi dan penanaman massal oleh kontraktor pemenang tender. Pelibatan masyarakat sebatas upah harian. | Pendekatan partisipatif: pengembangan model silvofishery (wanamina), di mana 30% area tambak dikonversi menjadi jalur mangrove dengan imbalan bantuan teknis budidaya berkelanjutan. |

Program RMD berjalan selama 5 tahun, namun evaluasi menunjukkan tingkat keberhasilan jangka panjang di Blok A diprediksi akan jauh lebih rendah. Berdasarkan analisis komparatif terhadap data biofisik, sosial-ekonomi, dan tata kelola di kedua blok tersebut, faktor penentu paling kritis yang berpotensi menyebabkan kegagalan program RMN di Blok A dibandingkan Blok B adalah ...

A. Absennya rekayasa sosial dan model insentif berkelanjutan yang gagal mengatasi akar masalah ekonomi, sehingga menciptakan "lansekap kosong" yang rentan direbut kembali untuk aktivitas ilegal.

B. Kondisi biofisik substrat dan salinitas di Blok A yang secara inheren jauh lebih sulit untuk direstorasi, sehingga membutuhkan biaya teknis pemulihan tanah yang tidak dianggarkan.

C. Status zona konservasi dalam RTRW di Blok A yang justru menghambat fleksibilitas pengelolaan adaptif dibandingkan zona pemanfaatan di Blok B yang lebih dinamis.

D. Keterpencilan lokasi Blok A dari permukiman yang menyulitkan proses pengawasan dan pemeliharaan rutin pasca-penanaman oleh pemerintah daerah.

E. Kegagalan kontraktor dalam menerapkan teknik penanaman yang sesuai dengan kondisi biofisik unik di Blok A, sementara di Blok B masyarakat memiliki pengetahuan lokal yang lebih baik.

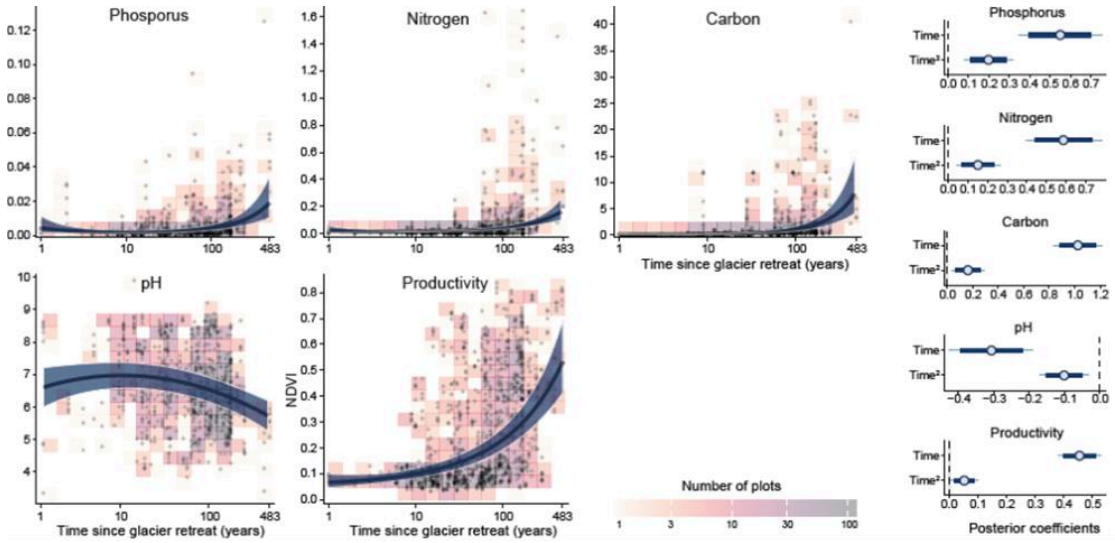
22. Samidi, selaku Bupati Kabupaten X, berencana merevitalisasi area di sepanjang bantaran sungai di wilayahnya dengan membangun taman kota yang dilengkapi *rain garden* untuk mengelola limpasan air hujan dari kawasan komersial di sekitarnya. Analisis data untuk perencanaan *rain garden* tersebut adalah sebagai berikut:

    - Luas area tangkapan hujan (kawasan komersial): 2 hektar (ha)
    - Koefisien limpasan (C) untuk area komersial: 0,8 (artinya 80% dari air hujan menjadi aliran permukaan)
    - Curah hujan desain (hujan lebat): 50 mm/jam
    - Target efisiensi reduksi beban Polutan Padatan Tersuspensi (TSS): 75%
    - Konsentrasi awal TSS pada limpasan air hujan: 200 mg/L

Berdasarkan data perencanaan tersebut, massa Polutan Padatan Tersuspensi (TSS) yang berhasil dihilangkan oleh *rain garden* dari satu kejadian hujan lebat selama satu jam adalah ...

a. 60 kg
b. 80 kg
c. 120 kg
d. 160 kg
e. 200 kg

23. Perhatikan grafik yang menggambarkan perubahan variabel ekologis (Fosfor, Nitrogen, Karbon, pH, dan Produktivitas) seiring dengan waktu setelah mundurnya gletser (*Time since glacier retreat*).




Sumber: Fitecola et al. (2024)

Sumbu-x menunjukkan waktu dalam skala logaritmik (tahun), sedangkan sumbu-y menunjukkan nilai masing-masing variabel. Produktivitas diukur menggunakan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Pemanasan global menyebabkan pencairan

gletser yang masif, membuka lahan-lahan baru. Berdasarkan tren yang ditunjukkan oleh grafik, kesimpulan geografi lingkungan yang paling tepat mengenai suksesi ekologis dan kondisi kesuburan tanah di wilayah yang baru terpapar es adalah ...

A. Ketersediaan nutrien esensial (Fosfor, Nitrogen, Karbon) dan produktivitas ekosistem cenderung menurun seiring berjalannya waktu, mengindikasikan degradasi lahan yang progresif.

B. Nilai pH tanah relatif stabil dalam jangka panjang, yang menunjukkan bahwa kondisi tanah tidak terpengaruh oleh pencairan gletser dan proses pembentukan tanah baru.

C. Terjadi peningkatan signifikan pada ketersediaan Fosfor, Nitrogen, dan Karbon yang sejalan dengan peningkatan produktivitas ekosistem, mencapai puncaknya setelah beberapa ratus tahun pasca-pencairan gletser.

D. Lahan yang baru terpapar es memiliki produktivitas ekosistem yang tinggi sejak awal, karena kandungan nutrien yang melimpah dari lapisan es yang mencair.

E. Perubahan pH tanah yang fluktuatif tanpa pola yang jelas menunjukkan bahwa ekosistem di wilayah tersebut tidak memiliki kemampuan resiliensi terhadap perubahan suhu ekstrem.

## Geografi Ekonomi dan Globalisasi

24. BRICS merupakan organisasi negara dengan latar belakang wilayah dan struktur ekonomi yang sangat beragam, terbentuk oleh kepentingan strategis dalam tata ekonomi global. Integrasi kebijakan antar anggota BRICS masih berlangsung, namun sejumlah misi bersama telah disepakati dan diwujudkan dalam sasaran utama yang berdampak langsung pada perubahan arus transaksi keuangan internasional dan geopolitik ekonomi.

    Misi bersama BRICS yang paling menonjol sebagai sasaran utama organisasi ini dalam lanskap ekonomi global adalah ...

    A. Mewujudkan satu sistem mata uang digital yang dipakai kolektif oleh seluruh anggota serta mitra BRICS sebagai solusi transaksi lintas negara.

    B. Menggalang kekuatan ekonomi guna mendesain sistem multivaluta lintas anggota untuk independensi arus pembayaran internasional, sekaligus menurunkan secara bertahap ketergantungan pada Dolar AS sampai tercapai de-dolarisasi minimal 60% transaksi.

    C. Menciptakan pasar bebas regional, zona ekonomi khusus, dan arsitektur perdagangan baru guna menyaingi dominasi WTO serta negara adidaya ekonomi.

    D. Memprioritaskan pembangunan ekonomi alternatif berbasis teknologi hijau dan digital di seluruh negara anggota sebagai landasan inovasi ekonomi lintas kawasan.

    E. Mengintegrasikan penggunaan *e-money*, kripto, dan protokol pembayaran virtual lintas-negara BRICS untuk mempercepat transaksi global tanpa peran institusi keuangan Barat.

25. Indonesia pernah berjaya di sektor tekstil dan garmen, termasuk produksi militer berteknologi tinggi oleh PT Sritex di Kabupaten Sukoharjo yang mengekspor ke berbagai negara. Namun, dalam lima tahun terakhir, kinerja ekspor dan daya saing industri ini menurun signifikan di pasar internasional karena persaingan dari negara pesaing seperti Vietnam, Bangladesh, dan Tiongkok. Dari perspektif spasial dan integrasi ekonomi global, analisis menunjukkan faktor-faktor multidimensi yang memengaruhi kelangsungan industri tekstil di Indonesia.
Penyebab utama penurunan kinerja ekspor tekstil dan garmen nasional pada skala internasional adalah ...

A. Hambatan investasi asing dan praktik mis-manajemen di lingkup korporasi nasional, menyebabkan keterlambatan teknologi dan pemutakhiran.

B. Pasar tekstil dunia sudah jenuh, kapasitas produksi global melebihi permintaan konsumen, sehingga margin kompetisi menurun bagi negara pengekspor baru.

C. Trend mode dan preferensi berbusana komunitas global berubah pesat, sehingga produk Indonesia sulit beradaptasi dengan pasar fashion dunia.

D. Kelemahan basis pengetahuan (*knowledge-based industry*) serta struktur upah tenaga kerja yang kurang bersaing di wilayah penghasil tekstil, menyebabkan hilangnya keunggulan kompetitif terhadap negara pesaing.

E. Persaingan regional dan global semakin kompleks, ditambah rantai pasok dan logistik lintas kawasan yang belum efisien, sehingga produksi nasional tidak mampu bersaing secara spasial-modern.

26. Andaikan Kementerian PPN/Bappenas c.q. Deputi Bidang Pembangunan Kewilayahan sedang menganalisis pola ketimpangan pendapatan regional seiring dengan pertumbuhan ekonomi di berbagai provinsinya. Berdasarkan data historis, Kementerian PPN/Bappenas memodelkan hubungan antara Pertumbuhan Ekonomi (diukur dari PDRB per kapita) dan Tingkat Ketimpangan (diukur dari Koefisien Gini) mengikuti hipotesis Kurva Kuznets. Model matematis yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$G(x) = -0{,}008x^2 + 0{,}12x + 0{,}25$$

Dengan:

- $G(x)$ adalah prediksi Koefisien Gini berdasarkan model.
- $x$ adalah PDRB per kapita dalam satuan **puluhan juta Rupiah**.

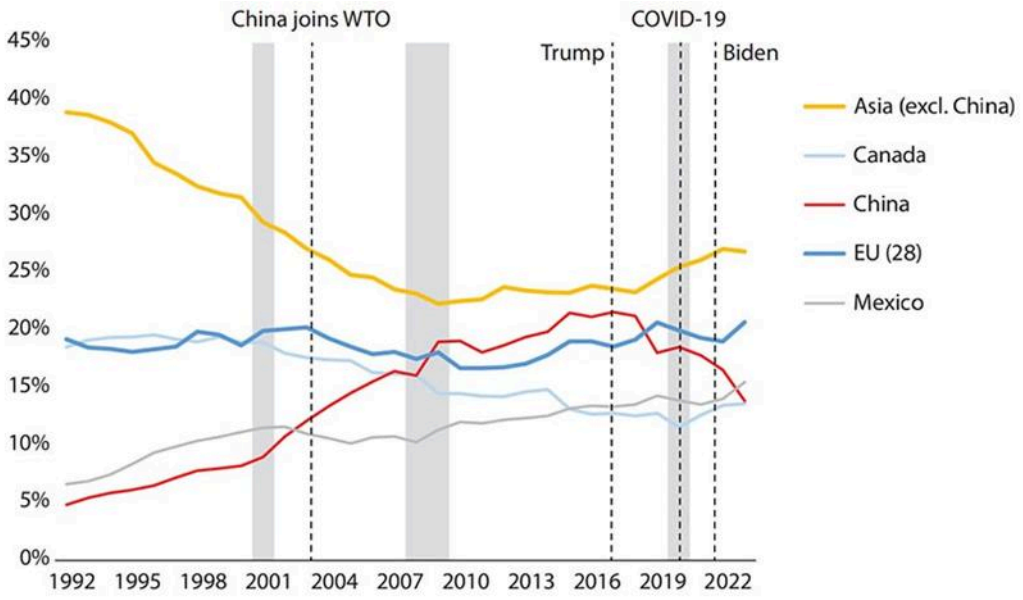
Pemerintah ingin memberikan perhatian khusus pada provinsi yang mengalami "anomali ketimpangan", yaitu kondisi di mana tingkat ketimpangan aktual jauh melampaui (lebih buruk dari) apa yang seharusnya diprediksikan oleh model nasional pada level PDRB per kapitanya. Provinsi ini dianggap mengalami kegagalan *spread effect* paling parah dan memerlukan audit kebijakan. Berikut adalah data aktual dari lima provinsi strategis pada akhir tahun 2024:

| Nama Provinsi | PDRB per Kapita (x) (dalam Puluhan Juta Rupiah) | Koefisien Gini (y) (Aktual) | Karakteristik Kewilayahan Dominan |
|---|---|---|---|
| Provinsi A | 11,5 | 0,55 | Pusat logistik maritim dan perdagangan lama |
| Provinsi B | 3,5 | 0,56 | Lumbung pangan nasional dan agribisnis |
| Provinsi C | 13 | 0,445 | Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) berbasis jasa & digital |
| Provinsi D | 7,8 | 0,69 | Pusat industrialisasi baru berbasis sumber daya alam |
| Provinsi E | 5 | 0,725 | Wilayah perbatasan dan pengembangan infrastruktur baru |

Berdasarkan analisis perbandingan antara data aktual dan prediksi model, provinsi yang menunjukkan anomali ketimpangan paling signifikan (selisih Gini aktual terhadap Gini prediksi terbesar) adalah ...

A. Provinsi A
B. Provinsi B
C. Provinsi C
D. Provinsi D
E. Provinsi E

27. Grafik tersebut menunjukkan persentase impor oleh Amerika Serikat berdasarkan negara asal dari tahun 1992 hingga 2022.




Sumber: *US Census Bureau (2024)*

Grafik ini juga menandai beberapa peristiwa geopolitik dan ekonomi penting, seperti masuknya Tiongkok ke WTO (2001), kepresidenan Trump (2017-2020), dan pandemi COVID-19 (2020-2022). Mengacu pada tren yang diperlihatkan dalam grafik, pergeseran signifikan dalam persentase impor AS dari Tiongkok pasca-2018, yang diiringi dengan peningkatan impor dari Meksiko dan Asia (kecuali Tiongkok), paling tepat dianalisis sebagai manifestasi dari ...

A. Peningkatan daya saing Tiongkok yang memicu penurunan impor AS dari negara-negara Asia lainnya, sebagai bagian dari strategi "*Made in China 2025*".
B. Fenomena *slowbalization* yang didorong oleh kebijakan proteksionisme dan ketegangan geopolitik, menyebabkan diversifikasi rantai pasok global.
C. Keberhasilan Tiongkok dalam menguasai pasar global yang ditunjukkan dengan tren impor AS yang stabil, meskipun dihadapkan pada hambatan perdagangan.

D. Perubahan preferensi konsumen Amerika Serikat yang secara signifikan beralih dari produk Tiongkok ke produk-produk Eropa dan Kanada.

E. Kebijakan perdagangan bebas yang terus-menerus diterapkan oleh Amerika Serikat tanpa adanya intervensi politik, yang mendorong efisiensi global.

## Kependudukan dan Dinamika Penduduk

28. Dalam dua dekade terakhir, koridor migrasi intra-Asia menunjukkan pergeseran signifikan. Negara-negara Asia Tenggara, yang diwakili oleh Negara A dalam data, menjadi sumber utama pekerja migran bagi negara-negara industri maju di Asia Timur, yang diwakili oleh Negara B. Fenomena ini berbeda dari gelombang migrasi sebelumnya yang lebih dominan menuju Timur Tengah atau Amerika Utara. Arus migrasi ini mengisi sektor-sektor pekerjaan krusial yang mengalami kekurangan tenaga kerja akut di negara tujuan, mulai dari manufaktur, konstruksi, perikanan, hingga sektor perawatan lansia (*elderly care*).

    Data Indikator Kependudukan dan Ekonomi

    Indikator Negara A:
    - Tingkat Pengangguran Usia Muda (15-24 th): 17,5%
    - Produk Nasional Bruto (PNB) per kapita (USD): $4.950
    - Tingkat Pertumbuhan Penduduk Alami (%): 1,1%

    Indikator Negara B:
    - Tingkat Pengangguran Usia Muda (15-24 th): 7,2%
    - Produk Nasional Bruto (PNB) per kapita (USD): $38.200
    - Tingkat Pertumbuhan Penduduk Alami (%): -0,2%

    Sintesis geografis paling akurat yang menjelaskan fundamental dari dinamika interaksi keruangan antara Negara A dan Negara B adalah ...

    A. Disparitas PNB per kapita yang ekstrem menjadi satu-satunya pendorong arus migrasi, di mana Negara A hanya berfungsi sebagai hinterland penyedia tenaga kerja murah bagi pusat pertumbuhan di Negara

    B. Tingginya angka pengangguran usia muda di Negara A mendorong mobilitas tenaga kerja yang bersifat temporer, dengan tujuan utama pengiriman remitansi untuk meningkatkan PNB per kapita negara asal.

    C. Terbentuknya ketergantungan sepihak, di mana stabilitas ekonomi Negara B kini sepenuhnya bergantung pada pasokan tenaga kerja dari Negara A untuk mencegah keruntuhan sektor industrinya.

    D. Perbedaan kebijakan kependudukan yang kontras, di mana kebijakan pro-natalis di Negara A berhasil menciptakan surplus penduduk sementara kebijakan anti-natalis di Negara B gagal sehingga membutuhkan tenaga kerja asing.

    E. Timbulnya komplementaritas wilayah yang digerakkan oleh tekanan sosio-ekonomi akibat surplus demografis di Negara A dan krisis tenaga kerja akibat defisit demografis di Negara B, yang diperkuat oleh gradien ekonomi yang curam.

29. Fenomena *aging society* (masyarakat menua) tidak lagi eksklusif milik negara maju. Banyak negara berpendapatan menengah kini menghadapi tantangan "menua sebelum kaya" (*growing old before getting rich*). Kondisi ini menciptakan lanskap tantangan sosio-ekonomi dan keruangan yang berbeda dibandingkan dengan negara yang telah mencapai kemakmuran terlebih dahulu sebelum populasinya menua secara signifikan. Perbandingan antara **Negara X** (representasi negara maju yang menua) dan **Negara Y** (representasi negara berpendapatan menengah yang menua) dalam tabel berikut menyoroti divergensi tantangan tersebut.

| Indikator | Negara X (Maju-Menua) | Negara Y (Menengah-Menua) |
|---|---|---|
| PNB per kapita (USD) | $45.000 | $7.500 |
| Proyeksi Rasio Ketergantungan Lansia 2050* | 75,2 | 48,5 |
| Belanja Pensiun & Kesehatan Lansia (% PDB) | 22% | 8% |
| Tingkat Urbanisasi | 92% | 58% |
| Indeks Gini (Koefisien Ketimpangan) | 0,34 | 0,45 |

**) Jumlah penduduk usia 65+ per 100 penduduk usia produktif (15-64).*

Implikasi paling fundamental yang membedakan tantangan *aging society* antara Negara X dan Negara Y adalah ...

A. Indeks Gini yang lebih tinggi di Negara Y (0,45) mengindikasikan bahwa distribusi kekayaan yang lebih merata memungkinkan pemerintah untuk lebih mudah membiayai program kesehatan bagi lansia.
B. Perbedaan PNB per kapita yang signifikan dapat diabaikan, karena kunci keberhasilan penanganan populasi lansia hanya terletak pada adopsi kebijakan pensiun dan jaminan sosial yang identik.
C. Tingkat urbanisasi yang masih 58% di Negara Y menjamin ketersediaan tenaga kerja muda dari desa untuk merawat lansia di kota, sehingga meniadakan kebutuhan akan belanja kesehatan publik skala besar.
D. Proyeksi Rasio Ketergantungan Lansia di Negara X yang mencapai 75,2 menunjukkan bahwa beban ekonomi yang ditanggung oleh setiap penduduk usia produktifnya akan lebih ringan dibandingkan Negara Y.
E. Adanya disparitas kapasitas ekonomi dan ketimpangan pembangunan spasial, yang menyebabkan Negara Y berisiko mengalami "jebakan demografis", di mana alokasi sumber daya untuk lansia di perkotaan bersaing dengan investasi pembangunan di wilayah tertinggal.

30. Negara X saat ini menghadapi fenomena "*demographic obelisk*", di mana piramida penduduknya menunjukkan kecenderungan populasi menua. Pada tahun 2025, Negara X memiliki total populasi 50.000.000 jiwa dengan rasio ketergantungan 35%. Proyeksi demografi menunjukkan bahwa pada tahun 2050, jumlah penduduk non-produktif (kelompok usia 0-14 dan > 65 tahun) akan meningkat menjadi 20.250.000 jiwa. Jika pemerintah Negara X berupaya untuk menjaga rasio ketergantungan agar tidak melampaui 50% pada tahun 2050, maka jumlah penduduk produktif (15-64 tahun) minimal yang harus ada di Negara X pada tahun tersebut adalah ...

A. 30.000.000 jiwa
B. 35.000.000 jiwa
C. 40.500.000 jiwa
D. 45.000.000 jiwa
E. 50.000.000 jiwa

31. Angka fertilitas global terus menurun di berbagai negara, namun pemicu rendahnya angka kelahiran sangat berbeda antar kawasan, dipengaruhi oleh faktor spasial, ekonomi, sosial, dan budaya yang khas di tiap negara. Salah satu negara dengan angka fertilitas terendah pada tahun 2024 adalah Korea Selatan. Studi kasus di Korea Selatan menunjukkan bahwa angka kelahiran yang sangat rendah tidak hanya dipicu oleh satu faktor, melainkan oleh konvergensi berbagai tantangan. Dalam perspektif geografi, gabungan faktor spasial, ekonomi, dan sosial yang paling holistik dan relevan sebagai pemicu utama rendahnya angka kelahiran di Korea Selatan adalah ...
    A. Fragmentasi spasial yang memisahkan generasi muda dari keluarga besar di wilayah rural, sehingga dukungan sosial untuk membesarkan anak menjadi minim.
    B. Kesenjangan ekonomi yang melebar antara populasi usia produktif dan non-produktif, yang membebani generasi muda dengan biaya pensiun bagi lansia.
    C. Konvergensi fenomena *hyper-urbanization* di pusat-pusat pertumbuhan utama, tekanan ekonomi (biaya hidup dan pendidikan tinggi), serta norma sosial yang menuntut peran ganda bagi perempuan, yang secara kolektif menunda usia pernikahan dan mengurangi motivasi untuk memiliki anak.
    D. Pergeseran demografis dari struktur keluarga batih ke struktur keluarga inti, yang menyebabkan meningkatnya persaingan untuk mendapatkan pekerjaan dan perumahan di kota-kota besar.
    E. Kebijakan pemerintah yang tidak efektif dalam menyediakan fasilitas penitipan anak yang memadai dan subsidi finansial, yang membuat biaya membesarkan anak menjadi tidak terjangkau.

## Pariwisata dan Manajemen Pariwisata

32. Sebuah *Destination Management Organization* (DMO) di Provinsi Bali hendak mengembangkan strategi pemasaran pariwisata yang berkelanjutan dan berbasis nilai, bergeser dari model pariwisata massal menuju segmentasi pasar *high-value*. Untuk mencapai tujuan ini, DMO tersebut berencana mengoptimalkan penggunaan *big data analytics*. Dalam konteks ini, langkah strategis yang paling efektif untuk mengidentifikasi dan menargetkan calon wisatawan yang memiliki daya beli tinggi serta preferensi terhadap pengalaman otentik dan ramah lingkungan adalah ...

    A. Menggunakan data historis dari kunjungan wisatawan massal tahun sebelumnya untuk memprediksi tren permintaan di pasar baru, kemudian menyesuaikan infrastruktur akomodasi dengan kapasitas yang lebih besar.

    B. Menganalisis sentimen media sosial terhadap destinasi kompetitor di Asia Tenggara, lalu meniru kampanye pemasaran yang paling sukses untuk diterapkan secara masif di *platform* digital global.

    C. Mengintegrasikan dan menganalisis data geospasial dari perangkat seluler, riwayat pembelian tiket pesawat (kelas bisnis/utama), transaksi kartu kredit di butik mewah, serta interaksi di *platform* pariwisata spesialis (misalnya, situs web *eco-resort* atau tur

privat), untuk memetakan rute pergerakan dan preferensi spasial wisatawan potensial, sehingga memungkinkan personalisasi penawaran berbasis lokasi.

D. Melakukan survei ekstensif kepada agen perjalanan dan *tour operator* internasional mengenai preferensi destinasi premium, kemudian menyusun paket-paket wisata standar yang disesuaikan dengan permintaan mayoritas agen tersebut.

E. Mengumpulkan data demografis dari aplikasi reservasi hotel bintang 5 di kawasan-kawasan terpencil, lalu menyebarkan iklan digital secara merata di *platform-platform* dengan jangkauan audiens terluas.

33. Dalam konteks pengembangan pariwisata berbasis masyarakat (*community-based tourism*/CBT) di kawasan pedesaan, hak atas tanah yang jelas dan aman (*land tenure security*) oleh komunitas lokal merupakan prasyarat fundamental untuk menjamin keberlanjutan dan pemerataan manfaat ekonomi. Dari perspektif geografi ekonomi, alasan utama mengapa hak kepemilikan lahan yang kuat dan aman bagi komunitas lokal menjadi variabel krusial yang mempengaruhi daya tahan dan resiliensi proyek-proyek CBT adalah…

A. Hak kepemilikan yang jelas menjamin akses komunitas terhadap skema pembiayaan perbankan yang mensyaratkan agunan berupa sertifikat properti.

B. Hak kepemilikan yang kuat memotivasi komunitas untuk mengalokasikan lahan-lahan terbaik mereka sebagai zona pariwisata yang bisa dijual kepada investor besar untuk mendapatkan keuntungan maksimal.

C. Tanpa kepemilikan yang aman, komunitas tidak memiliki jaminan legal atas lahan yang mereka olah, sehingga mengurangi insentif untuk berinvestasi jangka panjang dalam konservasi ekologis dan pengembangan atraksi wisata, serta meningkatkan kerentanan mereka terhadap spekulasi dan pengambilalihan lahan oleh aktor-aktor eksternal.

D. Jaminan kepemilikan lahan memungkinkan komunitas untuk membentuk konsorsium dengan entitas bisnis swasta yang hanya bersedia bekerja sama dengan pemilik lahan bersertifikat.

E. Kepemilikan lahan yang terlegalisasi oleh komunitas merupakan satu-satunya syarat yang diberlakukan oleh pemerintah daerah untuk mengizinkan operasional kegiatan pariwisata di wilayah pedesaan.

34. Pengembangan pariwisata di kawasan permukiman padat seringkali menghadapi isu kebocoran ekonomi (*economic leakage*), di mana sebagian besar pendapatan yang dihasilkan dari wisatawan tidak dinikmati oleh komunitas lokal, melainkan mengalir keluar ke pihak eksternal seperti operator tur. Selain itu, kedatangan wisatawan dapat menimbulkan biaya-biaya baru yang harus ditanggung secara kolektif oleh warga, seperti peningkatan biaya pengelolaan lingkungan dan keamanan.

Sebuah program wisata edukasi diluncurkan di "Kampung Ceria." Program ini dikelola oleh operator tur swasta yang bekerja sama dengan beberapa warga. Untuk menganalisis dampak finansial langsungnya, dilakukan perhitungan neraca ekonomi komunitas dalam satu bulan dengan data sebagai berikut:

- Jumlah Kepala Keluarga (KK) di Kampung Ceria: 200 KK
- Jumlah total wisatawan per bulan: 1.000 orang
- Harga paket tur per wisatawan: Rp100.000
- Persentase pendapatan untuk operator tur (kebocoran ekonomi): 60%
- Iuran wajib per KK untuk kebersihan & keamanan tambahan: Rp50.000

Berdasarkan data tersebut, total manfaat ekonomi bersih yang diterima oleh seluruh komunitas Kampung Ceria dalam satu bulan adalah ...

a. Rp10.000.000
b. Rp30.000.000
c. Rp40.000.000
d. Rp60.000.000
e. Rp90.000.000

35. Sebuah destinasi pariwisata di Indonesia mengalami krisis pariwisata yang parah, yang memaksa pemerintah daerah dan pemangku kepentingan untuk merumuskan ulang strategi pengelolaan sektor ini. Pendekatan tata kelola pascakrisis yang berorientasi pada ketahanan (*resilience*) dan keberlanjutan jangka panjang (bukan sekadar pemulihan jangka pendek) adalah dengan menerapkan strategi yang mencakup elemen...

A. Berfokus pada upaya pemulihan dengan mengandalkan segmen pasar yang sudah ada dan terbukti menguntungkan sebelum krisis, serta mempercepat pembangunan fasilitas baru dengan model yang sama.

B. Menggeser seluruh tanggung jawab finansial dan operasional pemulihan kepada pihak swasta, dengan harapan mereka dapat menarik investasi asing skala besar secara cepat.

C. Mengalokasikan dana publik secara eksklusif untuk promosi digital di pasar internasional, dengan target utama mengembalikan volume wisatawan ke level pra-krisis secepat mungkin.

D. Memperkuat kolaborasi antaraktor (pemerintah, komunitas, sektor swasta) untuk diversifikasi produk dan pasar, memprioritaskan pasar domestik, mengintegrasikan manajemen risiko dan prinsip keberlanjutan dalam rantai nilai pariwisata, serta membangun kapasitas adaptasi bagi komunitas lokal.

E. Memperlakukan krisis sebagai anomali sementara, sehingga strategi yang paling efektif adalah kembali ke model bisnis "seperti biasa" dengan asumsi bahwa permintaan pasar akan pulih dengan sendirinya tanpa intervensi signifikan.

## Perpetaan

36. Sebuah perusahaan pelayaran komersial merencanakan rute wisata bahari yang melintasi gugusan kepulauan di sepanjang Selat Karimata dan Laut Jawa. Dalam operasionalnya, kapten kapal memerlukan peta navigasi yang mampu menunjukkan arah pelayaran (jalur lurus/*rhumb line*) secara akurat dari satu titik ke titik lain, tanpa distorsi arah yang signifikan. Jenis proyeksi peta yang paling sesuai dan efisien untuk kebutuhan navigasi maritim jarak jauh tersebut, terutama dalam menggambarkan garis lintang dan bujur secara tegak lurus, adalah ...

    a. Proyeksi Konik (*Conic Projection*), karena memiliki distorsi minimum di sepanjang lintang standar dan ideal untuk navigasi di zona lintang menengah.

    b. Proyeksi Transversal Mercator (*Transverse Mercator Projection*), karena memberikan akurasi tinggi pada arah dan jarak di wilayah yang memanjang secara utara-selatan, cocok untuk pemetaan koridor sempit.

    c. Proyeksi Mercator (*Mercator Projection*), karena memiliki properti unik di mana garis lintang dan bujur digambarkan sebagai garis lurus yang saling tegak lurus, dan garis haluan konstan (*rhumb line*) di permukaan Bumi digambarkan sebagai garis lurus, menjadikannya standar untuk peta navigasi maritim.

    d. Proyeksi Azimuthal (*Azimuthal Projection*), karena akurat dalam mempertahankan arah dari titik pusat ke semua arah, cocok untuk navigasi penerbangan dari satu titik ke banyak tujuan.

    e. Proyeksi Sinusoidal (*Sinusoidal Projection*), karena digunakan untuk menggambarkan seluruh permukaan Bumi dengan distorsi minimal di sekitar ekuator dan tidak cocok untuk navigasi yang membutuhkan garis arah yang konstan.

37. Seorang ahli geologi bernama Thomas sedang melakukan pemetaan lapangan di area perbukitan yang kaya akan batuan beku mengandung magnetit, sesuai dengan fenomena yang dijelaskan pada gambar referensi. Untuk memvalidasi posisinya, ia membidik sebuah puncak menara telekomunikasi yang posisinya sudah diketahui secara pasti dari titik berdirinya (Posisi A). Data pemetaan untuk area tersebut adalah sebagai berikut:

    - Azimuth Peta (*Grid Azimuth*) dari Posisi A ke Menara: 45° 00'
    - Konvergensi Meridian Grid: 1° 00' Barat
    - Deklinasi Magnetik Regional (Agustus 2025): 2° 30' Timur
    - Anomali Magnetik Lokal (Deviasi) di Posisi A: 4° 30' Barat

    **Pertanyaan:**

    Berdasarkan data tersebut, nilai azimuth yang akan terbaca pada kompas geologi saat membidik menara dari Posisi A adalah ...

    (***Hint:*** *Untuk menemukan jawaban yang benar, ikuti tiga langkah koreksi berurutan: pertama, cari Azimuth Sebenarnya dengan koreksi Azimuth Peta terhadap Konvergensi Meridian; kedua, konversi Azimuth Sebenarnya ke Azimuth Magnetik Regional dengan menggunakan Deklinasi Magnetik Regional; dan terakhir, nilai Azimuth Terbaca didapatkan dengan koreksi Azimuth Magnetik Regional dengan parameter Anomali Magnetik Lokal.)*

a. 37° 00’

b. 41° 30’

c. 46° 00’

d. 47° 00’

e. 48° 30'

38. Dalam praktik kartografi dan analisis spasial, seringkali diperlukan pembesaran peta yang sudah jadi, baik secara analog (fotokopi) maupun digital (*zoom* pada perangkat lunak GIS). Proses ini, meskipun tampak sederhana, secara fundamental mengubah skala peta dan dapat menimbulkan kesalahan interpretasi data. Masalah yang paling krusial dan berpotensi menimbulkan distorsi informasi spasial yang tidak disadari ketika melakukan perbesaran peta yang sudah jadi adalah ...

    a. Perubahan proporsi simbol dan teks yang awalnya dirancang untuk skala tertentu menjadi tidak proporsional, yang dapat mengaburkan interpretasi informasi tematik.

    b. Ketidaksesuaian antara skala grafis (*bar scale*) yang ikut membesar dengan skala angka yang tetap, menyebabkan pembaca peta melakukan kesalahan serius dalam menghitung jarak dan luas di lapangan.

    c. Perubahan pada orientasi utara peta (*North Arrow*) yang dapat menyesatkan pengguna dalam menentukan arah relatif di lapangan.

    d. Perubahan pada warna dan tekstur peta yang dapat mengurangi estetika visual dan daya tarik.

    e. Hilangnya metadata (informasi sumber data, tanggal pembuatan, sistem proyeksi) yang dapat membingungkan pengguna terkait akurasi dan validitas peta.

39. Pemerintah Kabupaten X sedang melakukan kajian risiko banjir bandang untuk perencanaan tata ruang di DAS A. Salah satu pendekatan dalam SIG adalah analisis morfometri DAS untuk memberikan indikasi awal kerentanan bencana. Parameter kunci yang dianalisis adalah ***Form Factor*** **($Ff$)**, yang mengukur bentuk DAS. DAS yang berbentuk mendekati bulat lebih rentan terhadap debit puncak yang sangat tinggi dan tiba-tiba (banjir bandang).

    **Data Analisis:**
    Untuk menghitung *Form Factor* ($F_f$) DAS A, data berikut telah disiapkan:

    - **Luas DAS ($A$):** 0,676 km²
    - **Panjang DAS ($L_b$):** Panjang DAS didefinisikan sebagai jarak garis lurus dari outlet hingga titik terjauh pada batas DAS. Komponen jarak untuk menghitung panjang ini adalah:
        - Jarak komponen horizontal: 1.200 meter
        - Jarak komponen vertikal: 500 meter

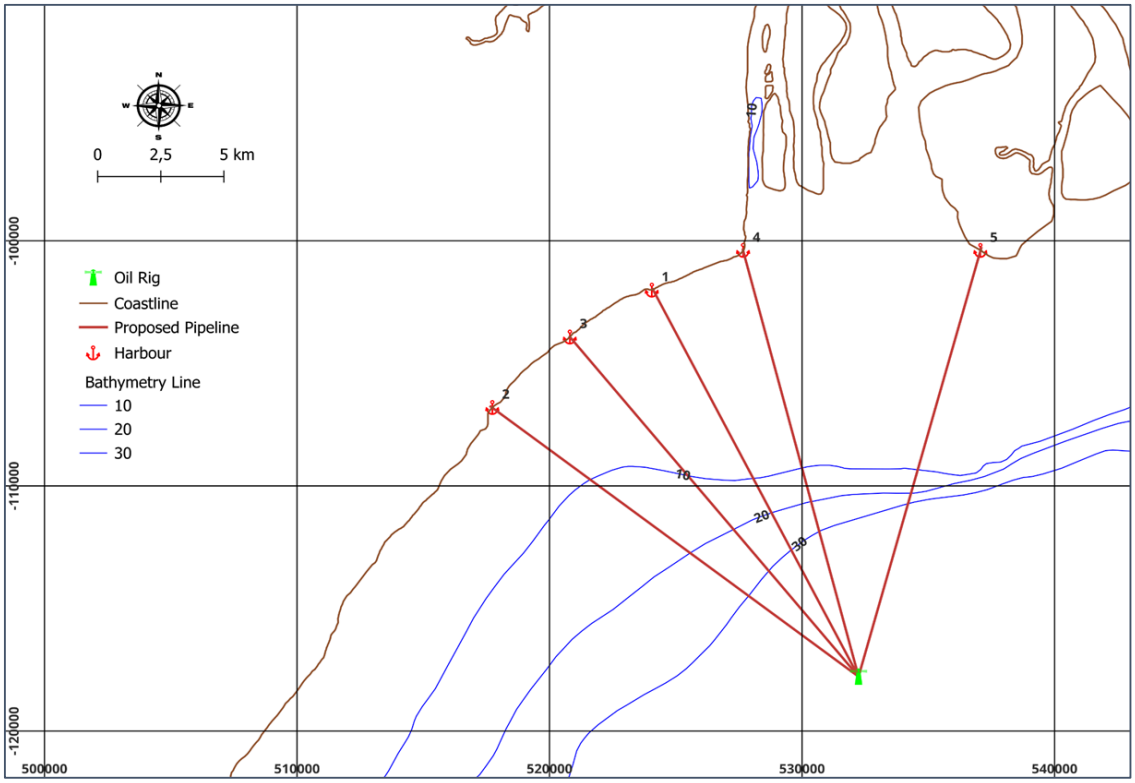
**Rumus Form Factor (Ff):** $F_f = \frac{A}{{L_b}^2}$

**Pertanyaan:**

Berdasarkan data analisis morfometri tersebut, nilai $F_f$ DAS A yang digunakan untuk mengindikasikan kerentanan terhadap banjir bandang adalah ...

A. 0,23
B. 0,40
C. 0,52
D. 0,57
E. 2,50

40. Perhatikan gambar berikut!




Perhatikan gambar tersebut. Pada rencana pembangunan jalur pipa dari dermaga ke anjungan pengeboran minyak, diperlukan spesifikasi kedalaman *trenching* jalur pipa sedalam 30 meter dengan lebar 2 meter. Jalur yang memiliki volume pengerukan total paling minimal sehingga menjadi opsi yang paling efisien dari segi biaya, adalah jalur yang menghubungkan anjungan pengeboran dengan dermaga nomor…

A. 1
B. 2
C. 3
D. 4
E. 5

## Geografi Pembangunan dan Teori Keruangan

41. Pemerintah Provinsi X berupaya mengurangi kesenjangan pembangunan antara Wilayah A yang maju dengan empat wilayah lainnya. Untuk itu, diluncurkan program pembangunan infrastruktur yang dampaknya diproyeksikan dapat meningkatkan PDRB di Wilayah B, C, D, dan E.

    Berikut adalah data kondisi awal dan proyeksi dampaknya:

| Wilayah Administratif | Jumlah Penduduk (jiwa) | PDRB per Kapita Awal (juta Rp) | Proyeksi Peningkatan PDRB |
|---|---|---|---|
| Wilayah A | 1.000.000 | 100 | 0% |
| Wilayah B | 1.000.000 | 40 | 25% |
| Wilayah C | 1.000.000 | 30 | 20% |
| Wilayah D | 1.000.000 | 20 | 50% |
| Wilayah E | 1.000.000 | 10 | 50% |

    Untuk mengevaluasi efektivitas kebijakan, digunakan Indeks Ketimpangan Williamson ($V_W$), yang dihitung menggunakan formula:

$$V_W = \frac{\sqrt{(\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2) \times \frac{p_i}{P}}}{\bar{y}}$$

    Dengan:
    - $y_i$ = PDRB per kapita wilayah ke-i
    - $\bar{y} =$ Rata-rata PDRB per kapita seluruh provinsi
    - $p_i =$ Jumlah penduduk wilayah ke-i
    - $P =$ Jumlah penduduk total seluruh provinsi

Berdasarkan data dan skenario dampak investasi tersebut, besarnya penurunan absolut pada Indeks Ketimpangan Williamson di Provinsi X adalah ...

A. 0,063

B. 0,160

C. 0,631

D. 0,791

E. 0,952

42. Sebuah negara berkembang yang ambisius meluncurkan program industrialisasi 4.0 dengan proyek utamanya adalah membangun industri semikonduktor nasional. Proyek ini krusial untuk kemandirian teknologi masa depan, namun studi kelayakan menegaskan bahwa tahap awal proyek sangat bergantung pada pembelian mesin litografi, perangkat lunak desain chip, dan lisensi teknologi senilai puluhan miliar Dolar AS dari perusahaan-perusahaan di Belanda, Amerika Serikat, dan Jepang.

    Berdasarkan skenario tersebut, kondisi data ekonomi makro di bawah ini yang paling berisiko menggagalkan tahap implementasi proyek tersebut adalah ...

A. Negara tersebut memiliki PDB per kapita (PPP) sebesar US$15.850 namun PDB per kapita (Nominal) hanya US$5.270.

B. Negara tersebut mencatatkan surplus neraca berjalan (*Current Account Surplus*) sebesar 7% dari PDB, namun Bank Sentral memutuskan untuk mensterilkan seluruh keuntungan devisa tersebut ke dalam dana abadi (*sovereign wealth fund*) untuk generasi mendatang.

C. Hasil tes PISA dan skor literasi digital generasi muda negara tersebut menempati peringkat teratas di dunia, namun angkatan kerja saat ini (usia 40-60 tahun) masih memiliki tingkat keterampilan teknis yang rendah.

D. Sebuah konsorsium teknologi asing telah berkomitmen untuk membiayai 70% dari biaya impor mesin proyek ini melalui Investasi Asing Langsung (FDI), namun para ekonom khawatir ini akan membuat mata uang lokal menguat tajam.

E. Negara tersebut memiliki "Visi Emas 2045" yang didukung oleh semua partai politik dan stabilitas politik yang tinggi, namun para sosiolog khawatir proyek sebesar ini dapat mengubah struktur sosial-ekonomi masyarakat secara drastis.

43. Sebuah negara maju di kawasan subtropis memiliki keunggulan absolut dalam dua sektor: industri perangkat lunak (*software*) dan agrikultur berteknologi tinggi (misalnya gandum dan jagung). Negara ini adalah pemimpin global dalam inovasi perangkat lunak, namun sektor agrikulturnya yang sangat produktif mulai merasakan tekanan dari impor produk serupa dari negara berkembang yang, meskipun teknologinya lebih rendah, memiliki biaya tenaga kerja dan lahan yang jauh lebih murah. Kondisi ini memicu perdebatan nasional mengenai strategi ekonomi dan perdagangan yang harus diambil.

    Berdasarkan prinsip keunggulan komparatif dalam geografi ekonomi, respons kebijakan yang paling strategis bagi negara maju tersebut dalam jangka panjang adalah...

    A. Meningkatkan spesialisasi pada sektor perangkat lunak yang memiliki produktivitas per pekerja US$150.000/tahun, dan secara bertahap mengurangi proteksi pada sektor agrikultur (produktivitas US$70.000/tahun) untuk mengimpor dari negara berkembang.

    B. Memberlakukan tarif impor sebesar 40% untuk produk agrikultur dari negara berkembang demi melindungi 500.000 petani domestik dan menjaga kedaulatan pangan nasional, meskipun harga pangan bagi konsumen naik 15%.

    C. Melarang impor agrikultur sepenuhnya karena data menunjukkan produktivitas pertanian per hektar di negara maju tersebut 2,5 kali lipat lebih tinggi daripada di negara berkembang, sehingga secara teknis tidak ada keuntungan dari perdagangan.

    D. Memindahkan seluruh fasilitas produksi agrikultur ke negara berkembang melalui *Foreign Direct Investment* (FDI) senilai US$ 20 Miliar untuk memanfaatkan upah buruh yang 70% lebih rendah, dan mengimpor hasilnya kembali.

    E. Memberikan subsidi silang dari keuntungan ekspor perangkat lunak sebesar US$ 5 Miliar/tahun kepada sektor agrikultur untuk mendorong diversifikasi ekonomi dan mencapai swasembada total di kedua sektor.

## Geografi Budaya dan Identitas Regional

44. Seorang ahli geografi politik ditugaskan untuk menganalisis potensi instabilitas sosial di negara fiktif bernama Federasi Ragnarok, yang terdiri dari tiga provinsi dengan demografi linguistik yang beragam. Analisis ini menggunakan Indeks Keragaman Linguistik (IKL) atau *Linguistic Diversity Index* dari Greenberg, yang mengukur probabilitas bahwa dua orang yang dipilih secara acak dari suatu populasi akan memiliki bahasa ibu yang berbeda. Indeks yang tinggi (mendekati 1) menunjukkan keragaman yang tinggi dan potensi fragmentasi sosial yang lebih besar. Indeks dihitung menggunakan rumus:

$$IKL = 1 - \sum_{i=1}^{N} {p_i}^2$$

Dengan:

- $p_i$= proporsi penutur bahasa ke-i dalam total populasi
- $N =$ jumlah total kelompok bahasa yang ada

Berikut adalah data kependudukan Federasi Ragnarok per provinsi:

| Provinsi | Populasi Total | Penutur Bahasa A | Penutur Bahasa B | Penutur Bahasa C | Lain-lain |
|---|---|---|---|---|---|
| Prontera | 6.000.000 | 5.200.000 | 400.000 | 250.000 | 150.000 |
| Morroc | 9.000.000 | 2.500.000 | 5.500.000 | 850.000 | 150.000 |
| Izlude | 5.000.000 | 800.000 | 1.100.000 | 3.000.000 | 100.000 |

Berdasarkan data kependudukan dan demografi linguistik di atas, nilai Indeks Keragaman Linguistik (IKL) untuk Federasi Ragnarok secara keseluruhan, yang merepresentasikan potensi fragmentasi sosial-politik di tingkat nasional, adalah ...

A. 0,346
B. 0,449
C. 0,540
D. 0,641
E. 0,654

45. Sebuah tradisi maritim kuno, "Ritual Bahari Gema Samudra", berasal dari komunitas pesisir di Semenanjung X yang menyembah entitas laut. Seiring diaspora komunitas ini, tradisi tersebut menyebar ke dua lokasi yang sangat berbeda.

- Di Kota Pelabuhan Megapolitan Y, sebuah *melting pot* global, ritual ini diadopsi secara luas. Namun, makna spiritualnya terkikis dan bertransformasi menjadi festival pariwisata tahunan yang spektakuler. Simbol-simbol ritual diproduksi massal dan esensinya bergeser menjadi komoditas hiburan untuk menarik wisatawan internasional.
- Di Lembah Pegunungan Terisolasi Z, yang dihuni oleh masyarakat agraris dengan kepercayaan animisme yang kuat terhadap roh gunung dan kesuburan tanah, ritual ini diperkenalkan melalui beberapa keluarga perantau. Seiring waktu, "Ritual Bahari Gema Samudra" berfusi dengan upacara syukur panen lokal. Praktik ritual tidak lagi

menghadap ke laut, melainkan ke puncak gunung suci. Mantra untuk dewa laut diadaptasi menjadi himne untuk dewi kesuburan, dan persembahan hasil laut digantikan oleh hasil bumi terbaik dari panen pertama. Tradisi baru ini, yang kini dikenal sebagai "Upacara Gema Bumi", memiliki sistem kepercayaan, praktik, dan makna filosofis yang koheren dan sepenuhnya baru, merupakan perpaduan tak terpisahkan dari dua tradisi asalnya.

Berdasarkan skenario evolusi tradisi tersebut, proses geografi budaya yang paling presisi dalam menjelaskan fenomena yang terjadi secara spesifik di Lembah Pegunungan Z adalah ...

A) Asimilasi Adaptif, dimana tradisi pendatang yang lebih lemah sepenuhnya terserap dan lenyap ke dalam sistem ritual agraria lokal yang dominan sebagai mekanisme bertahan hidup budaya.

B) Difusi Relokasi Hierarkis, dimana sebuah ide budaya bergerak dari satu tempat ke tempat lain, namun hanya diadopsi oleh elit atau tokoh adat di komunitas Z sebelum menyebar ke seluruh populasi.

C) Akulturasi, dimana terjadi pertukaran unsur-unsur budaya antara komunitas pendatang dan lokal, namun kedua identitas budaya asli pada dasarnya masih dapat diidentifikasi secara terpisah dalam praktik ritual baru tersebut.

D) Sinkretisme, dimana terjadi perpaduan atau peleburan dua sistem kepercayaan dan praktik ritual yang berbeda secara fundamental menjadi sebuah sistem ketiga yang sama sekali baru, unik, dan holistik.

E) Komodifikasi Budaya, dimana makna asli sebuah praktik budaya diubah dan dikemas ulang menjadi sebuah produk atau atraksi yang memiliki nilai ekonomi untuk konsumsi publik eksternal.

46. Lanskap linguistik Benua Eropa saat ini didominasi secara luar biasa oleh Rumpun Bahasa Indo-Eropa, yang mencakup cabang-cabang besar seperti Romanik, Germanik, dan Slavik. Ekspansi rumpun bahasa ini, yang dimulai ribuan tahun lalu, baik melalui hipotesis Kurgan (penyebaran oleh kaum pastoralis dari Stepa Pontus-Kaspia) maupun hipotesis Anatolia (penyebaran bersamaan dengan pertanian), telah membentuk identitas budaya mayoritas Eropa.

Di tengah dominasi ini, terdapat sebuah anomali yang luar biasa: Bahasa Basque (*Euskara*), yang dituturkan di wilayah yang membentang di perbatasan Spanyol dan Prancis. Secara ilmiah, Bahasa Basque telah terbukti sebagai sebuah *language isolate* (bahasa terisolasi) yang tidak memiliki hubungan genetis dengan Rumpun Bahasa Indo-Eropa maupun rumpun bahasa lain yang dikenal. Konsensus akademis meyakini Basque sebagai satu-satunya bahasa sisa (*relict*) dari keluarga-keluarga bahasa yang pernah dituturkan di Eropa Barat sebelum kedatangan penutur Indo-Eropa.

Berdasarkan konsensus ilmiah dalam linguistik historis dan geografi budaya, faktor geo-historis yang dianggap paling fundamental dalam menjelaskan persistensi Bahasa Basque (*Euskara*) sebagai anomali di lanskap linguistik Eropa modern adalah ...

A) Pembentukan identitas nasionalis Basque yang kuat sejak Abad Pertengahan, yang secara politik menerapkan kebijakan purisme linguistik untuk menolak pengaruh Bahasa Latin Vulgar, Gothik, dan Kastilia.

B) Terjadinya proses kreolisasi yang unik antara bahasa para migran Indo-Eropa Keltiberia dengan salah satu bahasa Iberia kuno, yang menghasilkan sebuah gramatika hibrida yang menutupi jejak kekerabatan aslinya.

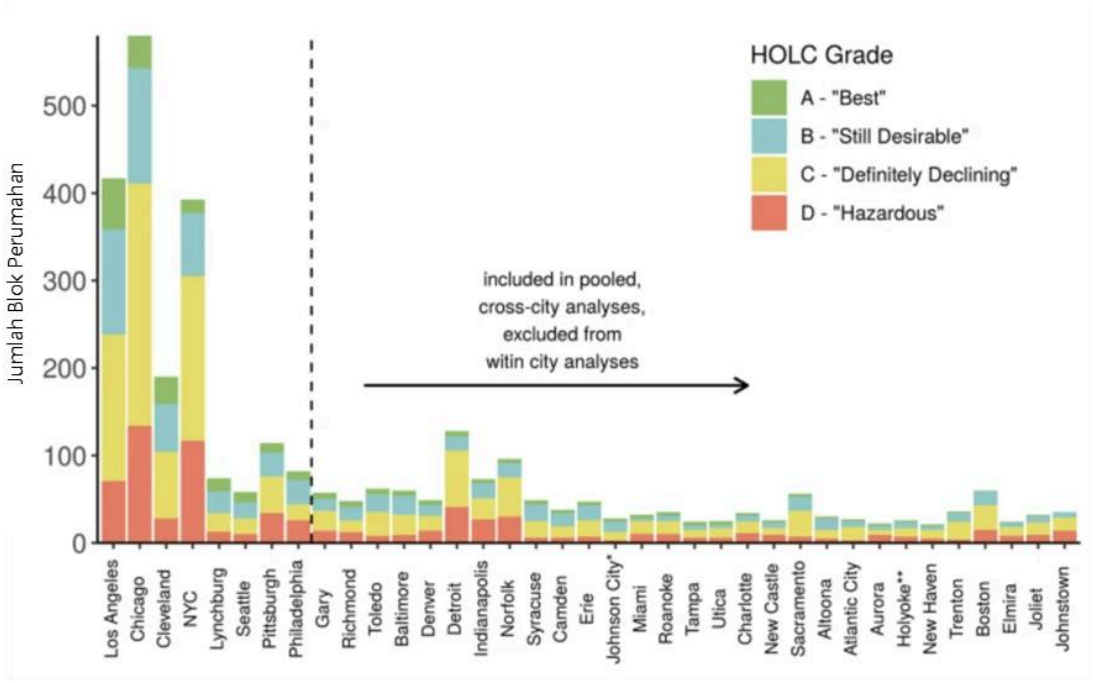
C) Sifat Bahasa Basque yang secara inheren sangat kompleks dan sulit dipelajari oleh penutur asing, yang menciptakan penghalang kognitif alami terhadap terjadinya pergeseran bahasa (*language shift*) massal.

D) Status wilayah Basque sebagai zona ekonomi marjinal yang tidak memiliki sumber daya alam strategis, sehingga tidak menarik bagi Kekaisaran Romawi maupun kerajaan-kerajaan sesudahnya untuk melakukan penaklukan dan asimilasi total.

E) Lokasi historis komunitas penutur Basque yang terpusat di kawasan barat Pegunungan Pirenia, yang berfungsi sebagai "daerah perlindungan" (*refuge area*) dan mengisolasi mereka dari gelombang migrasi dan asimilasi skala besar.

## Geografi Kota, Peremajaan Kota, dan Perencanaan Kota

47. Perhatikan grafik berikut!




**Sumber**: Diolah dari Locke, et al (2021) pada NPJ Urban Sustainability Journal

Grafik berikut menunjukkan klasifikasi lingkungan perumahan (blok) di beberapa kota Amerika Serikat oleh Home Owners' Loan Corporation (HOLC) pada pertengahan abad ke-20. Klasifikasi ini membagi area menjadi:

**Kualitas Tinggi:** Grade A ("*Best*") dan B ("*Still Desirable*")
**Kualitas Rendah:** Grade C ("*Definitely Declining*") dan D ("*Hazardous*")

Praktik ini, terutama "*redlining*" (Grade D), menciptakan pola segregasi kota yang tajam. Sebuah kota dapat dikatakan mengalami ketimpangan spasial yang ekstrem jika jumlah blok perumahan berkualitas rendah jauh melebihi jumlah blok berkualitas tinggi.

Untuk mengukur tingkat ketimpangan ini, kita dapat membandingkan kedua kelompok tersebut. Cara paling efektif adalah dengan menghitung **rasio** antara jumlah blok berkualitas rendah dan jumlah blok berkualitas tinggi. Rasio yang besar menunjukkan dominasi area berkualitas rendah yang sangat kuat.

$$Rasio\ Ketimpangan = \frac{Jumlah\ Total\ Blok\ Kualitas\ Rendah\ (C + D)}{Jumlah\ Total\ Blok\ Kualitas\ Tinggi\ (A + B_}$$

Berdasarkan analisis data pada grafik, kota yang memiliki Rasio Ketimpangan paling besar, yang mengindikasikan struktur ruang kota paling tersegregasi secara ekstrem antara kawasan berkualitas tinggi yang minoritas dan kawasan berkualitas rendah yang dominan, adalah ...

A. Chicago
B. Los Angeles
C. Cleveland
D. Detroit
E. Philadelphia

48. Gambar berikut menyajikan sebuah intervensi perancangan kota transformatif di Bilbao. Koridor infrastruktur kereta api, sebuah *greyfield* yang membelah kota, telah direkonfigurasi menjadi sebuah sistem ruang publik yang koheren. Proyek ini lebih dari sekadar penciptaan taman; proyek ini adalah sebuah rekayasa lanskap yang aktif mengelola air, menciptakan habitat baru, dan yang terpenting, berfungsi sebagai sebuah infrastruktur lunak (*soft infrastructure*) yang menjadi matriks baru bagi perkembangan kota di sekitarnya.

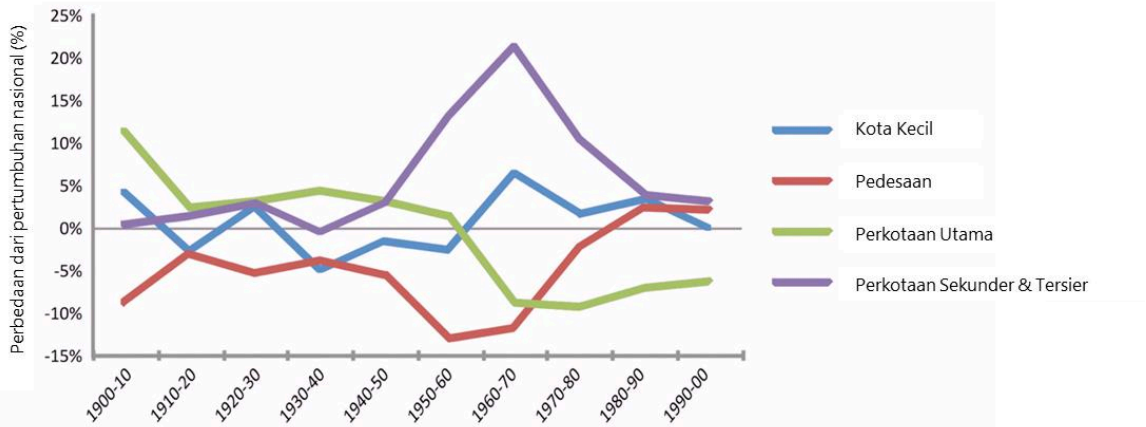
**Sumber**: Diolah dari Bilbao Urban Design

Pendekatan teoretis dalam perancangan kota yang paling presisi mendeskripsikan strategi pada gambar tersebut, yang memandang lanskap bukan sekadar sebagai elemen dekoratif atau 'ruang sisa' dari arsitektur, melainkan sebagai sebuah infrastruktur ekologis produktif yang menjadi fondasi utama untuk menstrukturkan tatanan kota, merekayasa

sistem hidrologi, dan membentuk ruang publik dinamis di atas lahan bekas infrastruktur konvensional, adalah...

a) Urbanisme Ekologis (*Ecological Urbanism*)
b) Urbanisme Infrastruktural (*Infrastructural Urbanism*)
c) Urbanisme Strategis (*Strategic Urbanism*)
d) Urbanisme Lanskap (*Landscape Urbanism*)
e) Urbanisme Kritis (*Critical Urbanism*)

49. Perhatikan grafik berikut!




**Sumber**: Diolah dari Schaeffer, Kahsai (2010) dalam Jurnal Open Urban Studies

Grafik tersebut tidak hanya menunjukkan fluktuasi acak, melainkan sebuah narasi spasial yang koheren mengenai evolusi sistem perkotaan di Swiss selama satu abad. Kurva-kurva tersebut secara kolektif menggambarkan pergeseran sentra pertumbuhan populasi, yang merefleksikan perubahan fundamental dalam ekonomi, teknologi transportasi, dan preferensi gaya hidup. Dinamika ini memperlihatkan bagaimana suatu sistem kota dapat bertransisi dari satu fase dominan ke fase berikutnya dalam sebuah siklus yang dapat diidentifikasi.

Lintasan historis yang ditampilkan oleh keempat kurva pada grafik, dimulai dari dominasi pertumbuhan kota utama (urbanisasi), diikuti oleh ledakan pertumbuhan kawasan sekunder/tersier yang mengorbankan kota utama (suburbanisasi), dan diakhiri dengan pemulihan signifikan pada kawasan pedesaan serta kota kecil (dispersi lanjutan), secara keseluruhan paling presisi dijelaskan oleh sebuah model siklus evolusi perkotaan.

Urutan tahapan siklus yang paling akurat secara teoretis dalam menggambarkan keseluruhan dinamika spasial tersebut adalah ...

a) Urbanisasi → Suburbanisasi → Kontra-urbanisasi → Re-urbanisasi
b) Industrialisasi → Deindustrialisasi → Gentrifikasi → Urban Sprawl
c) Urbanisasi → Ex-urbanisasi → Ruralisasi → Revitalisasi
d) Fordisme → Post-Fordisme → Ekonomi Pengetahuan → Globalisasi
e) Sentralisasi → Dekonsentrasi → Dispersi → Sentralisasi Ulang

**● AKHIR DARI BAGIAN I SOAL SELEKSI OLIMPIADE SAINS TINGKAT PROVINSI 2025 BIDANG GEOGRAFI ●**

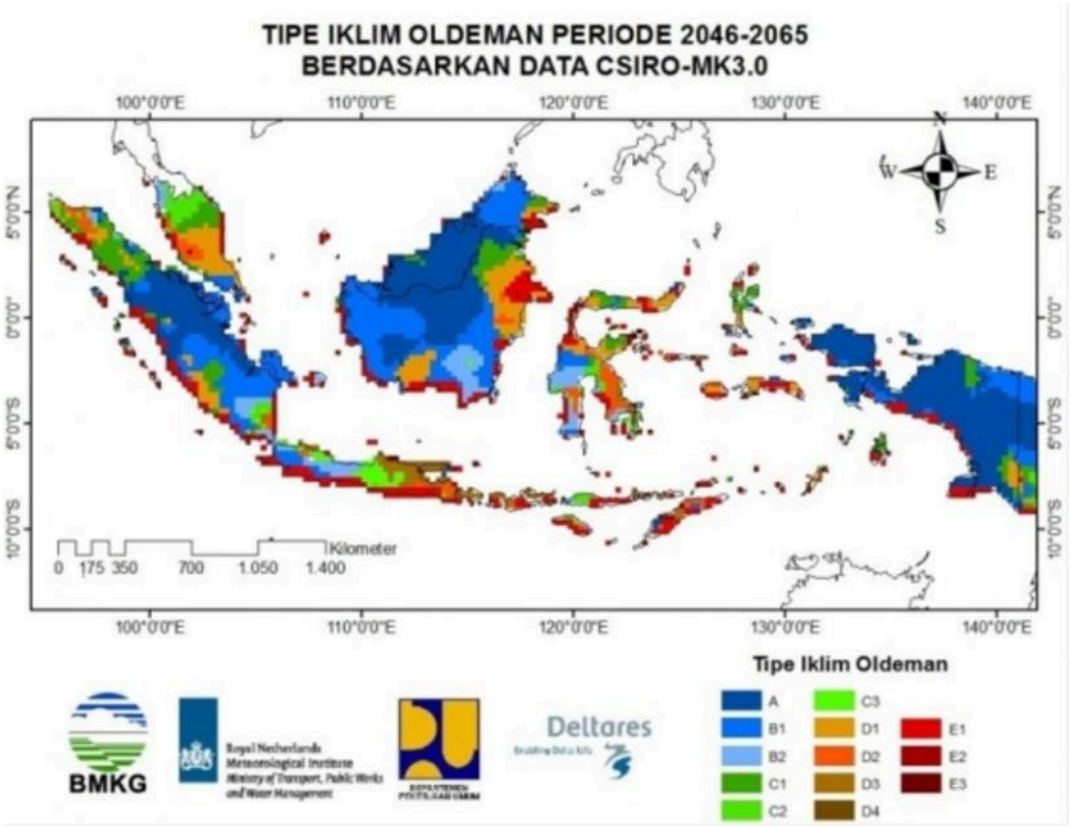
## Bagian II: Aplikasi Teori

### Tema 1: Krisis dan Ketahanan Pangan-Energi-Air Global

Selama satu dekade terakhir, Indonesia menghadapi penurunan signifikan dalam ketahanan pangan, air, dan energi akibat tekanan perubahan iklim dan kebijakan penggunaan sumber daya alam yang belum sepenuhnya adaptif. Tabel 2.1.1 berikut menunjukkan tren produksi pangan, ketersediaan air, dan konsumsi energi nasional antara 2014–2024

Tabel 2.1.1. Produksi Pangan, Ketersediaan Air, dan Konsumsi Energi Nasional 2014-2024.

| Tahun | Produksi Pangan (% dari kebutuhan nasional) | Ketersediaan Air ($m^3$/kapita/tahun) | Konsumsi Energi (TWh/tahun) |
|---|---|---|---|
| 2014 | 95% | 1.500 | 120 |
| 2016 | 90% | 1.350 | 130 |
| 2018 | 88% | 1.200 | 140 |
| 2020 | 85% | 1.050 | 155 |
| 2022 | 82% | 950 | 165 |
| 2024 | 78% | 850 | 178 |




Gambar 2.1.1. Tipe Iklim Oldeman Periode 2046-2065 Berdasarkan Data CSIRO-MK3.0

Tekanan krisis ini juga tertangkap oleh model tipe iklim Oldeman pada periode 2046-2065. Model proyeksi iklim tersebut dibangun dengan menggunakan skenario SSP 2-4,5. Peta sebaran tipe iklim Oldeman (2046-2065) di bawah ini menunjukkan makin meluasnya area bertipe iklim kering (E dan D), khususnya di NTT, NTB, Sulawesi Selatan, Papua dan sebagian utara Jawa

Data-data tersebut menunjukkan bahwa perubahan iklim, degradasi sumber air, dan pertumbuhan konsumsi energi saling berinteraksi, menciptakan tekanan multidimensi pada ketahanan pangan dan air nasional. Akibatnya, Indonesia berpotensi dihadapkan pada tantangan migrasi penduduk, lonjakan harga pangan, serta kebutuhan inovasi teknologi dan kebijakan adaptasi lintas wilayah.

1. Berdasarkan Gambar 2.1.1, manakah dari pernyataan berikut yang paling akurat menggambarkan perbandingan kompleks antara proyeksi perubahan iklim di wilayah Papua dengan wilayah Sumatera, termasuk implikasi terhadap ketahanan pangan regional?

A. Meskipun kedua wilayah diprediksi akan mengalami peningkatan kejadian iklim ekstrem, perluasan iklim kering (tipe E dan D) di pesisir selatan Papua berpotensi mengancam lumbung sagu tradisional, sementara Sumatera bagian tengah diproyeksikan mempertahankan tipe iklim basah (A dan B) yang mendukung produktivitas perkebunan sawit.

B. Pergeseran dominan ke tipe iklim lebih kering (E dan D) diproyeksikan lebih masif dan homogen di seluruh wilayah Papua, yang kontras dengan Sumatera yang menunjukkan pola perubahan iklim yang lebih bervariasi, dengan sebagian wilayah pesisir barat justru menjadi lebih basah.

C. Wilayah Papua diproyeksikan akan mempertahankan mayoritas tipe iklim basah (A dan B) di bagian utara dan timur, menjadikannya 'benteng iklim' yang strategis untuk produksi pangan di masa depan, sedangkan Sumatera akan menghadapi tantangan defisit air yang lebih parah akibat perluasan iklim kering di seluruh bagian utara dan selatan.

D. Perubahan iklim diproyeksikan merata di kedua wilayah, dengan Sumatera Utara dan Papua bagian tengah sama-sama menunjukkan pergeseran ke tipe iklim lebih kering (C dan D), mencerminkan pola respons iklim yang serupa terhadap pemanasan global.

E. Tipe iklim basah (A dan B) diproyeksikan menyusut secara signifikan di kedua wilayah, namun tingkat penyusutan di Sumatera, khususnya di bagian utara dan timur, diproyeksikan lebih parah daripada di Papua, yang masih mempertahankan kantong-kantong iklim basah yang vital bagi keanekaragaman hayati.

2. Mengacu pada data proyeksi iklim dan narasi ketahanan pangan, kedua lumbung pangan nasional, Sulawesi Selatan bagian selatan dan Jawa Timur, sama-sama menghadapi ancaman peningkatan ariditas. Namun, analisis mendalam menunjukkan adanya perbedaan fundamental dalam kapasitas adaptif keduanya terhadap guncangan kekeringan.

   Manakah di antara pernyataan berikut yang paling tepat menjelaskan perbedaan konseptual dalam resiliensi hidrologis antara sistem agrikultur di kedua wilayah tersebut?

A. Resiliensi hidrologis Jawa Timur berakar pada infrastruktur rekayasa (*engineered infrastructure*) seperti bendungan dan irigasi teknis yang berfungsi sebagai penyangga (*buffer*) untuk meredam fluktuasi pasokan air musiman. Sebaliknya, sistem di Sulawesi Selatan menunjukkan sensitivitas iklim (*climate sensitivity*) yang lebih tinggi karena

ketergantungannya pada sistem tadah hujan yang merespons langsung variabilitas curah hujan.

B. Sistem sungai besar di Jawa Timur, seperti Brantas dan Bengawan Solo, secara inheren memiliki kapasitas tampung alami dan daerah resapan (*natural storage and recharge areas*) yang lebih superior, sehingga menciptakan resiliensi pasif. Sebaliknya, sungai-sungai di Sulawesi Selatan memiliki gradien yang lebih curam dan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang lebih sempit, membuatnya lebih rentan terhadap penurunan debit saat kekeringan.

C. Kerentanan Sulawesi Selatan diperparah oleh posisinya yang lebih terekspos pada anomali sirkulasi atmosfer skala besar seperti *Dipole Mode* dan *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO). Sementara itu, topografi kompleks Jawa Timur menciptakan mekanisme umpan balik konvektif lokal yang mampu mempertahankan kelembapan atmosferik secara lebih efektif.

D. Perbedaan resiliensi terutama bersifat sosio-institusional. Petani di Jawa Timur, dengan sejarah panjang intensifikasi pertanian, telah mengembangkan kearifan lokal dan sistem tanam (*local wisdom and cropping systems*) yang lebih adaptif terhadap kelangkaan air. Sebaliknya, praktik pertanian di Sulawesi Selatan secara historis lebih bersifat ekstensif dan belum teruji menghadapi tekanan kekeringan jangka panjang.

E. Kerentanan yang lebih tinggi di Sulawesi Selatan merupakan cerminan langsung dari skala spasial proyeksi iklim, di mana zona kering (tipe E dan D) diproyeksikan terbentuk secara homogen dan masif. Hal ini kontras dengan Jawa Timur yang proyeksinya menunjukkan pola mosaik, yang memungkinkan adanya 'refugia' atau kantong-kantong iklim basah yang menjaga stabilitas regional.

3. Tabel 2.1.1 dan narasi pendahuluan secara eksplisit menunjukkan krisis yang multidimensi dan saling terkait antara pangan, air, dan energi. Produksi pangan turun 17%, ketersediaan air per kapita turun 43.3%, dan konsumsi energi naik 48.3%. Apabila pemerintah menargetkan solusi terpadu untuk memulihkan ketiga sektor ini secara simultan, *triple nexus approach*, strategi manakah yang paling efektif dan berimbang untuk mencapai tujuan tersebut?

A. Mengadopsi teknologi pertanian presisi berbasis sensor dan IoT untuk mengoptimalkan penggunaan air irigasi, disertai dengan pengembangan pembangkit listrik terbarukan (misalnya, tenaga surya terapung di waduk), serta program penanaman varietas tanaman tahan kekeringan.

B. Mengalihkan seluruh sumber daya untuk pembangunan bendungan besar tanpa memperhatikan efisiensi energi atau keberlanjutan lahan pertanian, sehingga hanya mengatasi krisis air tetapi mengabaikan dua sektor lainnya.

C. Meningkatkan kapasitas pembangkit listrik tenaga batu bara untuk memenuhi lonjakan konsumsi energi irigasi, yang dapat meningkatkan produksi pangan tetapi secara signifikan memperburuk krisis emisi karbon dan lingkungan.

D. Mengurangi produksi pangan lokal dan beralih ke impor untuk menghemat penggunaan air dan energi, yang dapat mengatasi sebagian krisis air-energi tetapi mengorbankan ketahanan pangan dan ekonomi nasional.

E. Mengandalkan sumber air tanah dalam tanpa regulasi untuk memenuhi kebutuhan pertanian, yang secara cepat menyelesaikan masalah irigasi tetapi menciptakan krisis akuifer jangka panjang dan tidak mengatasi isu energi dan emisi karbon.

4. Pemerintah menargetkan peningkatan produksi pangan nasional sebesar 30 juta ton. Untuk mencapai target tersebut, pemerintah memiliki dua opsi yang akan dijalankan secara kombinasi:

- Ekstensifikasi Lahan: Membuka lahan baru seluas 5 juta hektar. Setiap hektar membutuhkan investasi Rp10 triliun dan mampu menghasilkan 5 ton pangan. Aktivitas ini menciptakan defisit (kebutuhan) air sebesar 12.500 $m^3$ per hektar.
- Intensifikasi Teknologi: Modernisasi lahan pertanian eksisting. Setiap hektar yang dimodernisasi membutuhkan investasi Rp12 triliun, mampu meningkatkan produksi sebesar 2 ton, dan menciptakan surplus (penghematan) air sebesar 2.500 $m^3$.

Strategi: Pemerintah akan menerapkan strategi bertahap: pertama, mengimplementasikan Opsi 1 secara penuh, lalu kekurangan target produksi dipenuhi dengan Opsi 2.

Berapakah total biaya investasi gabungan dan neraca air bersih akhir dari strategi tersebut?

A. Total biaya investasi Rp50 Triliun dan terjadi defisit air 62,5 miliar $m^3$.

B. Total biaya investasi Rp110 Triliun dan terjadi surplus air 6,25 miliar $m^3$.

C. Total biaya investasi Rp80 Triliun dan terjadi defisit air 56,25 miliar $m^3$.

D. Total biaya investasi Rp80 Triliun dan terjadi defisit air 68,75 miliar $m^3$.

E. Total biaya investasi Rp80 Triliun dan terjadi surplus air 56,25 miliar $m^3$.

5. Berdasarkan data pada Tabel 2.1.1, konsumsi energi total meningkat dari 120 TWh (2014) menjadi 178 TWh (2024), sementara ketersediaan air per kapita turun dari 1500 $m^3$ menjadi 850 $m^3$. Untuk menganalisis hubungan antara krisis energi dan krisis air, didefinisikan sebuah metrik baru yang disebut Indeks Ketergantungan Energi-Air, yaitu rasio antara total konsumsi energi (TWh) dengan total ketersediaan air ($m^3$) dalam suatu tahun. Jika diasumsikan populasi Indonesia pada tahun 2014 adalah 250 juta jiwa dan pada tahun 2024 adalah 275 juta jiwa, berapakah persentase kenaikan Indeks Ketergantungan Energi-Air dari tahun 2014 hingga 2024?

A. 51,5%

B. 76,2%

C. 104,2%

D. 128,5%

E. 138,0%

## Tema 2: Perang Dagang dan Tarif Dagang Amerika Serikat

Dalam kurun waktu 2018–2024, perang dagang antara Amerika Serikat dan sejumlah negara mitranya telah mengubah lanskap perdagangan global. Indonesia, sebagai salah satu eksportir utama dari kawasan Asia Tenggara, terkena imbas secara langsung, khususnya pada sektor tekstil, elektronik, kopi, dan minyak sawit.

Faktor utama penyebab dampak negatif terhadap ekspor:

- Kebijakan tarif tinggi yang diterapkan AS terhadap berbagai produk manufaktur Asia, menyebabkan penurunan volume ekspor tekstil dan elektronik Indonesia masing-masing 23% dan 20% sepanjang 2018–2024.
- Kenaikan biaya logistik internasional akibat perang tarif dan ketidakpastian *supply chain*, membuat biaya pengiriman dari Indonesia ke Amerika melonjak hingga 20% untuk produk sawit, dan meningkat rata-rata 13–18% pada komoditas lain.
- Penurunan *Foreign Direct Investment* (FDI) di sektor manufaktur nasional sebesar 8–11%, akibat investor global cenderung menahan modal atau memindahkan basis produksi ke negara yang tidak terdampak perang dagang.
- Pergeseran tren pasar global. Konsumen dan importir di AS semakin selektif serta lebih mementingkan isu keberlanjutan, efisiensi *supply chain*, dan biaya produksi rendah, serta mulai mencari alternatif produk dari negara pesaing.

Di tengah tekanan tersebut, Indonesia melakukan langkah-langkah adaptif:

- Diversifikasi pasar ekspor: mencari tujuan ekspor baru ke India, Timur Tengah, dan Afrika.
- Restrukturisasi sistem produksi di industri tekstil dan elektronik, untuk menekan biaya dan mempertahankan kualitas daya saing ekspor.
- Negosiasi perjanjian dagang bilateral/regional guna mendapatkan relaksasi tarif dan memperkuat posisi tawar Indonesia di pasar global.

Tabel 2.2.1. Dampak Perang Dagang (2018–2024)

| Komoditas | Volume Ekspor ke AS (2018, juta ton) | Volume Ekspor ke AS (2024, juta ton) | Kenaikan Biaya Logistik (%) | Penurunan FDI (%) |
|---|---|---|---|---|
| Tekstil | 1,24 | 0,95 | 14 | 11 |
| Elektronik | 1,07 | 0,86 | 13 | 9 |
| Kopi | 0,56 | 0,51 | 18 | 2 |
| Sawit | 2,9 | 2,28 | 20 | 8 |

6. Jika penurunan volume ekspor tekstil ke AS dari tahun 2018 ke 2024 hanya disebabkan oleh kenaikan biaya logistik dan penurunan FDI (dengan asumsi penurunan yang terjadi proporsional), berapakah volume ekspor tekstil ke AS yang seharusnya dicapai pada tahun 2024 jika tidak ada penurunan FDI sama sekali, namun kenaikan biaya logistik tetap terjadi seperti data yang ada?

a. 1,02 juta ton

b. 1,08 juta ton

c. 1,15 juta ton

d. 1,21 juta ton

e. 1,24 juta ton

7. Kebijakan restrukturisasi sistem produksi industri tekstil dan elektronik bertujuan untuk menekan biaya dan mempertahankan kualitas daya saing ekspor. Namun, berdasarkan data, kedua komoditas tersebut mengalami penurunan volume ekspor ke AS yang paling signifikan. Manakah dari pernyataan di bawah ini yang paling tepat menggambarkan kegagalan kebijakan tersebut dalam konteks dampak Perang Dagang AS?

a. Kenaikan biaya logistik sebesar 13% untuk elektronik dan 14% untuk tekstil terlalu besar untuk diimbangi oleh restrukturisasi.

b. Restrukturisasi hanya efektif untuk menekan biaya, namun gagal meningkatkan kualitas produk secara signifikan.

c. Penurunan FDI sebesar 9% untuk elektronik dan 11% untuk tekstil menunjukkan ketidakpercayaan investor, yang menghambat keberhasilan restrukturisasi.

d. Kebijakan restrukturisasi bersifat jangka panjang dan dampaknya belum terlihat pada periode 2018-2024.

e. Pergeseran tren pasar global dan ketergantungan pada produk mentah dari negara lain menyebabkan restrukturisasi tidak dapat menyelesaikan masalah secara fundamental.

8. Pada tahun 2018, total volume ekspor keempat komoditas (Tekstil, Elektronik, Kopi, Sawit) ke AS adalah X juta ton. Pada tahun 2024, total volume ekspor keempat komoditas tersebut ke AS adalah Y juta ton. Jika penurunan persentase volume ekspor total ke AS dari tahun 2018 ke 2024 sebanding dengan penurunan FDI rata-rata dari keempat komoditas tersebut, berapakah rata-rata penurunan FDI yang seharusnya terjadi agar total volume ekspor pada tahun 2024 hanya 5% lebih rendah dari tahun 2018?

a. 1,55%

b. 1,85%

c. 2,15%

d. 7,50%

e. 20,28%

9. Pergeseran tren pasar global dan impor dari AS semakin selektif serta lebih mementingkan isu keberlanjutan, efisiensi *supply chain*, dan biaya produksi rendah, serta mulai mencari alternatif produk dari negara pesaing. Berdasarkan analisis komprehensif, manakah pernyataan di bawah ini yang paling tidak relevan sebagai implikasi kebijakan strategis Indonesia dalam menghadapi Perang Dagang AS?

a. Diversifikasi pasar ekspor ke Eropa dan Australia untuk mengurangi ketergantungan pada pasar AS.

b. Peningkatan investasi dalam riset dan pengembangan untuk menciptakan produk yang lebih ramah lingkungan dan inovatif.

c. Penguatan diplomasi ekonomi bilateral dengan Tiongkok untuk memperluas akses pasar di Asia.

d. Mendorong inovasi dalam efisiensi logistik domestik untuk menekan biaya pengiriman.

e. Pemberian insentif fiskal kepada industri untuk mengadopsi teknologi produksi yang lebih efisien.

10. Perang Dagang AS berdampak langsung pada sektor tekstil, elektronik, kopi, dan minyak sawit. Berdasarkan data tabel, komoditas manakah yang paling berhasil menunjukkan ketahanan atau memiliki strategi mitigasi yang paling efektif terhadap dampak negatif tersebut, dan apa alasan fundamentalnya?

a. Sawit, karena memiliki volume ekspor yang paling besar dan penurunan persentase FDI yang paling kecil, menunjukkan pasar yang lebih stabil.

b. Kopi, karena meskipun volume ekspornya menurun, penurunan FDI-nya paling kecil, menunjukkan bahwa investor masih memiliki keyakinan pada sektor tersebut.

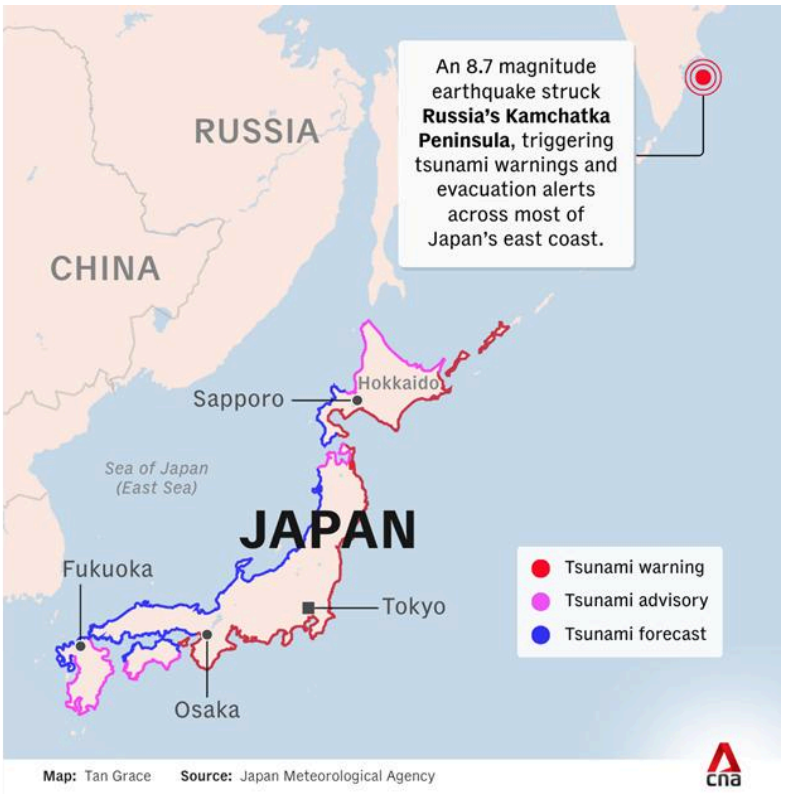
c. Elektronik, karena meskipun biaya logistiknya naik, masih ada potensi untuk melakukan restrukturisasi *supply chain* agar lebih efisien.

d. Tekstil, karena meskipun penurunannya drastis, sektor ini memiliki potensi untuk diversifikasi pasar ke Timur Tengah dan Afrika.

e. Kopi, karena penurunannya tidak sebesar komoditas lain, menunjukkan bahwa permintaan untuk produk ini relatif elastis dan kurang sensitif terhadap fluktuasi tarif.

Tema 3: Tsunami Pesisir Timur Jepang 2025

Pada Juli 2025, sebuah gempa bumi berkekuatan 8,7 SR mengguncang Semenanjung Kamchatka, Rusia. Gempa *megathrust* di zona subduksi lepas pantai ini memicu peringatan tsunami di sebagian besar pesisir timur Jepang. Gambar 2.3.1. berikut ini menunjukkan wilayah Jepang yang terdampak oleh peringatan tsunami (garis merah), *advisory* (garis magenta), dan *forecast* (garis biru), serta lokasi penting seperti Hokkaido, Sapporo, Tokyo, Osaka, dan Fukuoka.




Gambar 2.3.1. Peringatan Tsunami Hokkaido 2025 di Seluruh Pesisir Jepang
(Sumber: *Channel News Asia*, dari *JMA*

Tabel 2.3.1. Informasi Potensi Ancaman dan Risiko Tsunami Hokkaido pada Beberapa Wilayah di Jepang

| Wilayah | Status Peringatan | Potensi Tinggi Gelombang (meter) | Jumlah Penduduk di Zona Risiko | Fasilitas Publik di Zona Evakuasi | Estimasi Kerugian Ekonomi (miliar Yen) |
|---|---|---|---|---|---|
| Hokkaido | *Warning* (merah) | 4,5 | 2.050.000 | 187 sekolah, 33 rumah sakit | 650 |
| Pref. Aomori | *Warning* (merah) | 3,6 | 1.320.000 | 102 sekolah, 24 rumah sakit | 345 |
| Pref. Miyagi | *Advisory* (magenta) | 2,1 | 920.000 | 68 sekolah, 14 rumah sakit | 220 |
| Tokyo | *Advisory* (magenta) | 1,2 | 1.650.000 | 210 sekolah, 45 rumah sakit | 470 |
| Osaka | *Forecast* (biru) | <1,0 | 490.000 | 62 sekolah, 13 rumah sakit | 95 |

Gelombang seismik dari gempa *megathrust* Kamchatka menjalar hingga ke seluruh pesisir utara dan timur Jepang, memicu sistem peringatan dini dan evakuasi massal pada jutaan

penduduk di zona pesisir, terutama Hokkaido dan Aomori. Potensi tinggi gelombang tsunami di zona peringatan merah diperkirakan antara 3–4,5 meter, menimbulkan ancaman serius terhadap infrastruktur, fasilitas publik, dan pusat-pusat ekonomi.

Fasilitas vital seperti sekolah dan rumah sakit di zona evakuasi harus mengevakuasi seluruh penghuni dan pasien dalam waktu cepat. Estimasi dampak ekonomi mencakup kerusakan properti, penutupan sementara fasilitas publik, dan gangguan pada rantai pasok regional.

Peta dan tabel ini menunjukkan bahwa mitigasi bencana tsunami di Jepang membutuhkan koordinasi lintas wilayah, sistem peringatan dini yang efektif, dan perencanaan tata ruang pesisir yang adaptif untuk menghadapi risiko *megathrust* lintas negara.

11. Pemerintah Jepang mengalokasikan dana darurat sebesar 300 miliar Yen. Dana ini akan didistribusikan ke setiap wilayah berdasarkan dua kriteria: 60% berdasarkan proporsi jumlah penduduk di zona risiko, dan 40% sisanya berdasarkan proporsi estimasi kerugian ekonomi.

    Berapa jumlah dana (dalam miliar Yen, dibulatkan hingga dua angka di belakang koma) yang akan diterima oleh Prefektur Aomori?

    ***Hint*:** Alokasi dana dihitung secara terpisah untuk setiap kriteria (penduduk dan kerugian ekonomi) lalu dijumlahkan.

    A. 58,15 miliar Yen

    B. 60,21 miliar Yen

    C. 62,38 miliar Yen

    D. 65,42 miliar Yen

    E. 68,90 miliar Yen

12. Setelah peringatan tsunami dikeluarkan, Pemerintah berencana mengirimkan paket bantuan darurat internasional. Karena sumber daya terbatas, mereka harus menentukan satu wilayah prioritas utama untuk menerima bantuan gelombang pertama. Penentuan prioritas ini didasarkan pada Indeks Risiko Komprehensif (IRK). Andaikan Anda adalah seorang analis risiko yang ditugaskan untuk menghitung IRK bagi tiga wilayah paling krusial: Hokkaido, Aomori, dan Tokyo. Wilayah dengan IRK tertinggi akan menjadi prioritas utama.

    IRK dihitung menggunakan formula berbobot berikut: **IRK = (Skor Ancaman x 50%) + (Skor Kerentanan Sosial x 30%) + (Skor Kerentanan Ekonomi x 20%)**.

    Cara Penilaian (Skoring): Untuk setiap variabel, bandingkan data ketiga wilayah tersebut. Beri skor 3 untuk nilai tertinggi, 2 untuk nilai tengah, dan 1 untuk nilai terendah.

- Variabel Ancaman: Potensi Tinggi Gelombang (meter)
- Variabel Kerentanan Sosial: Jumlah Penduduk di Zona Risiko

- Variabel Kerentanan Ekonomi: Estimasi Kerugian Ekonomi (miliar Yen)

Berdasarkan perhitungan IRK, manakah kesimpulan yang paling tepat?

A. Tokyo menjadi prioritas utama karena kombinasi jumlah penduduk dan fasilitas publiknya yang paling rentan.

B. Aomori menjadi prioritas utama karena memiliki status peringatan '*Warning*' dengan tingkat ancaman yang tinggi.

C. Hokkaido menjadi prioritas utama karena memiliki Indeks Risiko Komprehensif (IRK) tertinggi secara keseluruhan.

D. Tokyo dan Aomori memiliki tingkat prioritas yang sama persis berdasarkan perhitungan IRK.

E. Tidak ada prioritas yang bisa ditentukan karena skor IRK untuk Tokyo dan Aomori lebih rendah dari Hokkaido

13. Analisis skenario menunjukkan bahwa gelombang tsunami di Teluk Tokyo dan Osaka tingginya kurang dari 1 meter dan kemungkinan hanya akan menyebabkan genangan minor serta kerusakan fisik langsung yang minimal. Namun, panel ahli manajemen bencana nasional tetap mengklasifikasikan potensi dampak pada kedua kota ini sebagai "krisis sistemik" dengan tingkat keparahan tertinggi bagi negara.

    Paradoks di mana kerusakan fisik lokal yang relatif kecil dapat memicu krisis fungsional berskala nasional paling tepat dijelaskan oleh konsep manajemen risiko bencana yang mana?

A. Prinsip Konsentrasi Nilai Aset (*Asset Value Concentration*), di mana nilai properti per meter persegi di Tokyo dan Osaka sangat tinggi, sehingga kerusakan fisik sekecil apa pun akan tetap menghasilkan kerugian finansial langsung yang nilainya melampaui wilayah lain.

B. Teori Amplifikasi Bahaya Lokal (*Local Hazard Amplification*), di mana topografi teluk yang sempit dan kanal-kanal perkotaan yang kompleks dapat memfokuskan energi gelombang kecil menjadi arus bawah yang sangat merusak infrastruktur pondasi vital secara tak terduga.

C. Konsep Risiko Sistemik (*Systemic Risk*) dan Efek Berantai (*Cascading Effects*), di mana gangguan kecil pada simpul-simpul yang sangat vital (pusat pemerintahan, finansial, dan logistik) dapat melumpuhkan keseluruhan fungsi jaringan ekonomi dan administrasi nasional yang bergantung padanya.

D. Konsep Kerentanan Sosial (*Social Vulnerability*), di mana kepadatan populasi yang ekstrem dan ketergantungan pada layanan publik yang kompleks di kedua kota dapat memicu disrupsi sosial dan kepanikan massal yang dampaknya jauh melampaui dampak fisik genangan itu sendiri.

E. Prinsip Kesiapsiagaan Berlebih (*Over-Preparedness Principle*), di mana pemerintah sengaja menetapkan tingkat risiko yang tinggi untuk membenarkan alokasi anggaran dan pelatihan berskala masif, meskipun data ancaman fisik sebenarnya rendah.

14. Gambar 2.3.1 dan Tabel 2.3.1 menunjukkan bahwa mitigasi bencana tsunami di Jepang membutuhkan koordinasi lintas wilayah, sistem peringatan dini yang efektif, dan perencanaan tata ruang pesisir yang adaptif untuk menghadapi *megathrust* lintas negara.

    Mengapa pendekatan "koordinasi lintas wilayah" menjadi sangat krusial dalam menghadapi skenario bencana ini, terutama ketika sumber gempa berasal dari luar wilayah Jepang?

A. Karena koordinasi lintas wilayah memungkinkan transfer teknologi dan sumber daya antara Hokkaido dan wilayah lainnya, mengurangi ketergantungan pada bantuan internasional.

B. Karena peringatan tsunami menyebar melalui laut dan darat, sehingga respons yang tidak terkoordinasi dapat menyebabkan kesalahpahaman informasi dan evakuasi yang terlambat.

C. Karena sumber gempa *megathrust* dapat memicu gelombang yang berbeda-beda intensitasnya di setiap wilayah, sehingga setiap wilayah memerlukan strategi yang berbeda namun terintegrasi.

D. Karena koordinasi lintas wilayah memungkinkan Jepang membangun pertahanan seragam di seluruh garis pantai, yang efektif untuk menghentikan gelombang tsunami.

E. Karena perencanaan tata ruang pesisir yang adaptif hanya bisa diterapkan jika ada konsensus nasional yang didukung oleh semua prefektur yang terdampak.

15. Pada Tabel 2.3.1, Hokkaido dan Aomori sama-sama mendapat status peringatan "*Warning*" (merah), sedangkan Pref. Miyagi dan Tokyo mendapat status "*Advisory*" (magenta). Namun, estimasi kerugian ekonomi di Hokkaido (650 miliar Yen) jauh lebih besar daripada Aomori (345 miliar Yen), padahal tinggi gelombangnya tidak berbeda signifikan (4,5 m vs 3,6 m).

    Faktor apakah yang paling mungkin menyebabkan estimasi kerugian ekonomi di Hokkaido jauh lebih tinggi dibandingkan Aomori, padahal keduanya mendapatkan status peringatan yang sama?

A. Jumlah penduduk di zona risiko Hokkaido yang lebih rendah menyebabkan setiap individu menanggung porsi kerugian ekonomi yang lebih besar.

B. Kerusakan pada fasilitas publik seperti sekolah dan rumah sakit di Hokkaido menjadi satu-satunya penyebab perbedaan kerugian ini.

C. Hokkaido memiliki infrastruktur kritis yang lebih vital dan bernilai tinggi bagi perekonomian nasional, seperti pelabuhan utama dan fasilitas energi.

D. Tim penilai risiko menggunakan metode perhitungan yang berbeda untuk aset lingkungan di Hokkaido, sehingga nilainya menjadi lebih tinggi daripada di Aomori.

E. Perbedaan tinggi gelombang sebesar 0,9 meter adalah satu-satunya faktor yang relevan, dan ini secara langsung menyebabkan selisih kerugian 305 miliar Yen terlepas dari nilai aset yang ada.

Tema 4: Peradaban, Migrasi, dan Konflik Sepanjang Sejarah Gaza

Penggalian arkeologi yang berlangsung di kawasan pesisir Gaza antara tahun 1995 dan 2005 telah mengungkap lapisan sejarah sepanjang lebih dari 2.500 tahun pada kota yang strategis dan sarat konflik, mulai dari Zaman Besi, era Achaemenid, Hellenistik, Romawi, hingga Bizantium.

Citra satelit dan hasil interpretasi, memperlihatkan lokasi berbagai penggalian, seperti *Rampart* (benteng pertahanan), *City Wall* (tembok kota), *Emporium* (pusat perdagangan), *Fountain* (air mancur), *Houses* (rumah tinggal), dan *Church* (gereja), yang tersebar di pinggir laut dan inti kawasan urban lama Gaza.

Foto hasil ekskavasi, termasuk stratifikasi situs pinggir pantai dan interior bangunan kuno, menampilkan detail proses konservasi dan tantangan ekskavasi di tengah gempuran dan tekanan konflik di Gaza.

Situs-situs arkeologi ini merekam transformasi budaya, ekonomi, dan teknologi dari berbagai peradaban yang pernah menguasai Gaza, serta memberikan gambaran tentang bagaimana tata ruang, sistem pertahanan, infrastruktur air, pusat perdagangan, hingga pemukiman dan ritual keagamaan berkembang secara spasial dan temporal.

Tabel 2.4.1. Temuan Arkeologi di Gaza

| Era | Usia Situs (tahun) | Jenis Situs Dominan | Luas Area Terungkap ($m^2$) |
|---|---|---|---|
| Zaman Besi | 2.800 | *Rampart, City Wall* | 2.500 |
| Yunani | 2.300 | *Fountain, Houses* | 1.230 |
| Romawi | 1.900 | *Emporium, Church* | 2.800 |
| Bizantium/Romawi Timur | 1.500 | *Church, City Wall* | 3.100 |
| Modern | 0–250 | *Rumah, Pasar* | 1.700 |

Gambar 2.4.1. Potret & Lokasi Penggalian dan Kondisi Ekskavasi Situs Bersejarah di Gaza (Sumber: *Forensic Architecture, 2022*)

16. Memperhatikan Tabel 2.4.1, terlihat adanya pergeseran fungsi dominan situs dari struktur pertahanan (*Rampart, City Wall*) pada Zaman Besi ke pusat perdagangan dan keagamaan (*Emporium, Church*) pada era Romawi dan Bizantium. Disebutkan pula bahwa bahwa situs-situs ini merekam transformasi ekonomi, sistem pertahanan, hingga ritual keagamaan, serta menghadapi tantangan dari "gempuran dan tekanan konflik" di era modern.

    Bagaimana perbedaan fungsi historis ini paling tepat diinterpretasikan dalam kaitannya dengan kerentanan dan kelestarian situs-situs tersebut dalam konteks Gaza modern?

A. Struktur pertahanan Zaman Besi secara fundamental lebih masif dan kokoh, sehingga secara inheren lebih tahan terhadap tekanan pembangunan urban dan dampak konflik modern dibandingkan dengan bangunan komersial atau keagamaan yang lebih rentan.

B. Situs era Romawi/Bizantium (*Emporium, Church*) memiliki nilai simbolis dan fungsional yang berkelanjutan bagi identitas komunitas, sehingga seringkali menjadi pusat ketegangan antara kebutuhan preservasi, pembangunan kota, dan bahkan menjadi target simbolis dalam konflik, tidak seperti fondasi pertahanan kuno Zaman Besi yang cenderung menyatu dengan lanskap.

C. Luas area terungkap yang lebih besar pada era Romawi/Bizantium (2.800-3.100 m²) secara langsung menyebabkan biaya konservasi yang lebih tinggi dan kesulitan logistik, menjadikannya lebih rentan daripada situs Zaman Besi yang areanya lebih kecil (2.500 m²).

D. Dominasi situs pertahanan pada Zaman Besi menunjukkan fokus masyarakat saat itu pada keamanan fisik semata, sehingga warisannya kurang memiliki relevansi sosial-budaya di era modern dan lebih mudah untuk dialihfungsikan atau diabaikan dalam perencanaan kota.

E. Teknologi konstruksi pada era Romawi dan Bizantium yang lebih maju justru membuat material bangunannya lebih sering dijarah (spoliasi) untuk pembangunan modern, sehingga tingkat kerusakannya lebih tinggi dibandingkan struktur Zaman Besi yang materialnya dianggap kurang bernilai.

17. Biaya ekskavasi arkeologi sangat bergantung pada kompleksitas situs. Struktur pertahanan dasar lebih mudah diteliti dibandingkan pusat kota yang padat atau area yang tumpang tindih dengan pemukiman modern.

    Berdasarkan data pada Tabel 2.4.1, sebuah tim arkeolog akan melakukan penelitian di tiga area utama. Biaya dasar ekskavasi untuk struktur defensif sederhana seperti pada era Zaman Besi ditetapkan sebesar US$1.000 per m². Karena kompleksitasnya lebih tinggi, biaya untuk era Romawi dengan temuan Emporium dan Gereja menjadi dua kali lipat dari biaya dasar. Sementara itu, tantangan ekskavasi pada era Modern yang tumpang tindih dengan pasar dan pemukiman membuat biayanya menjadi lima kali lipat dari biaya dasar.

    Jika sebuah lembaga donor global menyediakan anggaran total sebesar US$20.000.000 untuk penelitian di ketiga area tersebut, berapakah sisa dana setelah seluruh proyek ekskavasi selesai?

    A. US$1.500.000

    B. US$2.800.000

    C. US$3.400.000

    D. US$4.200.000

    E. US$5.600.000

18. Berdasarkan data Tabel 2.4.1 dan prinsip stratifikasi arkeologis, tim arkeolog mengidentifikasi bahwa situs Era Romawi memiliki luas terungkap 2.800 m² dengan tingkat ancaman 50%, sementara situs Era Zaman Besi memiliki luas terungkap 2.500 m² dengan tingkat ancaman 60%. Kedua peradaban ini, secara stratigrafis, memiliki area yang saling tumpang tindih.

    Jika luas area yang terancam dari kedua era tersebut memiliki irisan (tumpang tindih) yang setara dengan 40% dari luas area terancam Era Zaman Besi, berapakah luas total area yang terancam namun tidak tumpang tindih?

    A. 1.800 m²

B. 2.000 m²

C. 2.300 m²

D. 2.600 m²

E. 2.900 m²

19. Berdasarkan data Tabel 2.4.1 dan narasi, diasumsikan bahwa tingkat kesulitan ekskavasi (diukur dari biaya per m²) situs Rumah dan Pasar di Era Modern adalah 2 kali lipat dari situs *Fountain* dan *Houses* di Era Yunani.

    Jika total biaya ekskavasi untuk situs Era Yunani adalah US$2.000.000, dan biaya per m² `Rumah` dan `Pasar` adalah US$3.000, berapakah luas area terungkap situs Era Yunani?

    A. 667 m²

    B. 750 m²

    C. 1.000 m²

    D. 1.200 m²

    E. 1.333 m²

20. Berdasarkan narasi awal yang menyebutkan bahwa citra satelit dan foto hasil ekskavasi menunjukkan "detail proses konservasi dan tantangan ekskavasi di tengah gempuran dan tekanan konflik," serta fakta bahwa pariwisata historis sering kali menjadi pendorong ekonomi, analisislah dampak jangka panjang yang paling mendasar dari konflik bersenjata terhadap potensi pariwisata Gaza.

A. Konflik menyebabkan kehancuran situs arkeologi yang tak terhindarkan, namun hal ini dapat diatasi dengan implementasi teknologi rekonstruksi 3D dan realitas virtual (VR), yang pada akhirnya akan menciptakan pengalaman pariwisata digital yang lebih aman dan inovatif, menggantikan pariwisata fisik.

B. Kehancuran situs purbakala seperti *Rampart* dan *Emporium* secara permanen menghilangkan daya tarik pariwisata kunci yang tidak dapat digantikan, namun hal ini membuka peluang baru bagi arkeolog dan pemerintah untuk mengembangkan pariwisata ekskavasi, di mana wisatawan dapat secara langsung menyaksikan proses penggalian.

C. Dampak fundamental dari konflik bukanlah pada kehancuran fisik situs, melainkan pada putusnya narasi historis dan identitas budaya yang terhubung dengan situs-situs tersebut, sehingga menghilangkan makna dan daya tarik yang menjadi dasar utama pariwisata historis.

D. Kehilangan warisan budaya dunia akibat konflik secara langsung memicu penurunan minat wisatawan secara drastis, yang hanya dapat dipulihkan dengan pembangunan kembali situs-situs yang rusak, yang pada akhirnya akan menggeser fokus pariwisata dari kekayaan historis ke arsitektur modern.

E. Konflik bersenjata akan mendorong pemerintah untuk memprioritaskan keamanan, yang secara ironis akan menghambat pariwisata fisik. Namun, hal ini secara tidak langsung mendorong pengembangan pariwisata internal yang berfokus pada edukasi sejarah lokal, sehingga narasi historis Gaza tetap relevan bagi masyarakatnya sendiri.

**● AKHIR DARI BAGIAN II SOAL SELEKSI OLIMPIADE SAINS TINGKAT PROVINSI 2025 BIDANG GEOGRAFI ●**

---

**● AKHIR DARI SOAL SELEKSI OLIMPIADE SAINS TINGKAT PROVINSI 2025 BIDANG GEOGRAFI ●**

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# INFORMATIKA

Kumpulan Soal OSN

# Studi Kasus A. String Cantik OSN-P

## Deskripsi Cerita

Selamat kepada Anda yang telah lolos ke OSN-P Informatika 2025! Pak Dengklek ingin menyelamati dan juga menyemangati Anda dengan membuatkan Anda sebuah **string cantik OSN-P**.

Sebuah string dikatakan string cantik OSN-P jika dan hanya jika memenuhi 2 persyaratan berikut:

1. Hanya terdiri dari huruf 'O', 'S', 'N', dan 'P'; serta masing-masing harus muncul **minimal** satu kali.
2. **Tidak boleh** terdapat huruf **selain** 'P' setelah huruf 'P'.

Pada awalnya, Pak Dengklek memiliki sebuah string awal S. Pak Dengklek boleh menghapus beberapa huruf (**mungkin saja nol**) dari S dan tetap mempertahankan urutan huruf-huruf yang tidak dihapus. Pak Dengklek ingin string akhir setelah penghapusan tersebut adalah sebuah string cantik OSN-P.

Carilah panjang string cantik OSN-P **terpanjang** yang mungkin dibuat! Perlu diperhatikan bahwa bisa jadi Pak Dengklek tidak dapat membuat sebuah string cantik OSN-P dari string awal S.

## Soal Pemahaman

### Soal A1

Manakah dari 5 pilihan string berikut yang merupakan string cantik OSN-P?

A. "OSN"
B. "SSNOSOPP"
C. "OSNPOP"
D. "NOWOSP"
E. "OSOPP"

### Soal A2

**BENAR** atau **SALAH**: Diberikan string awal S = "SOPRANOSATPOLPP", Pak Dengklek dapat membuat sebuah string cantik OSN-P (**tidak harus** yang terpanjang) yang terdiri atas **tepat** 3 huruf 'P'.

### Soal A3

Diberikan string awal S = "SOPRANOSATPOLPP", apa string cantik OSN-P terpanjang yang mungkin dibuat? Jika terdapat lebih dari satu kemungkinan jawaban, pilih yang **paling kecil** secara leksikografis (muncul **paling awal** dalam urutan kamus).

**Tuliskan jawaban dalam bentuk STRING tanpa tanda petik.**

## Soal Pemrograman

Tulislah sebuah program dengan bahasa C++ sesuai deskripsi cerita dengan format dan batasan sebagai berikut. Perhatikan bahwa untuk setiap kasus uji berlaku ***time limit*** selama 2 detik dan ***memory limit*** sebanyak 256 MB.

### Format Masukan

Masukan diberikan dalam format berikut:

```
S
```

### Format Keluaran

Keluarkan sebuah baris berisi sebuah bilangan bulat yang menyatakan panjang string cantik OSN-P terpanjang yang mungkin dibuat. Jika Pak Dengklek tidak dapat membuat sebuah string cantik OSN-P dari string awal S, keluarkan -1.

### Contoh Masukan dan Keluaran

| Contoh Masukan | Contoh Keluaran |
|---|---|
| OSNP | 4 |
| INISOPRANOSATPOLPP | 9 |
| OSNTINGKATPROVINSI | 5 |
| OLIMPIADESAINSNASIONAL | -1 |

### Penjelasan Contoh

Pada contoh pertama, string awal sudah merupakan string cantik OSN-P sehingga merupakan string cantik OSN-P terpanjang yang mungkin dibuat.

Pada contoh kedua, Pak Dengklek dapat menghapus nol atau lebih huruf dari string "INISOPRANOSATPOLPP" untuk membuat sebuah string cantik OSN-P sepanjang 9 huruf. Beberapa kemungkinan hasilnya adalah "NSONOSPPP" dan "NSONOSOPP".

Pada contoh ketiga, string cantik OSN-P terpanjang yang dapat dibuat adalah "OSNNP".

Pada contoh keempat, Pak Dengklek tidak dapat membuatkan Anda string cantik OSN-P apa pun.

### Batasan

Untuk seluruh kasus uji berlaku:

- $1 \leq |S| \leq 200\,000$, dengan $|S|$ menyatakan panjang dari string S
- S hanya terdiri dari huruf-huruf kapital 'A' hingga 'Z'

### Batasan Tambahan untuk Subsoal 1 (Mudah)

Pada subsoal ini, untuk seluruh kasus uji berlaku:

- $|S| \leq 2000$

### Batasan Tambahan untuk Subsoal 2 (Sulit)

Tidak ada batasan tambahan pada subsoal ini.

# Studi Kasus B. Gudang Penyimpanan Kardus

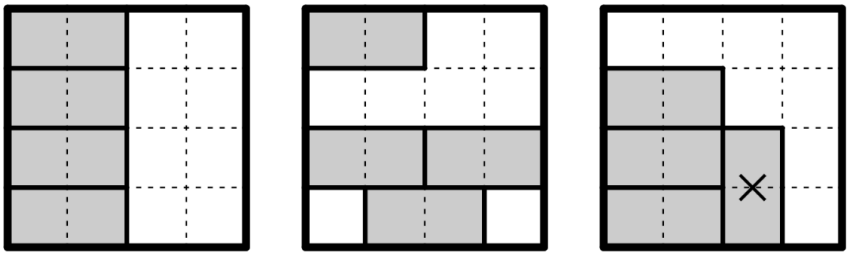
## Deskripsi Cerita

Pak Dengklek ingin membangun sebuah gudang untuk menyimpan kotak-kotak kardus miliknya.

Pak Dengklek memiliki N buah kardus. Setiap kardus memiliki ukuran yang sama yakni panjang P satuan dan lebar L satuan. Kardus-kardus tersebut gampang rapuh, sehingga Pak Dengklek **tidak boleh** menumpuk sebuah kardus di atas kardus yang lain saat disimpan di dalam gudang.

Pak Dengklek ingin agar gudang yang ia bangun memiliki alas berbentuk **persegi**. Pak Dengklek ingin seluruh kardus disimpan dengan estetik, yakni memiliki **orientasi yang sama** dan sejajar dengan sisi-sisi gudang. Dengan kata lain, seluruh panjang kardus **harus** sejajar dengan sumbu memanjang (kiri-kanan) dan seluruh lebar kardus **harus** sejajar dengan sumbu melintang (depan-belakang).

Sebagai contoh, berikut merupakan beberapa ilustrasi penyimpanan 4 buah kardus dengan ukuran panjang 2 satuan dan lebar 1 satuan di sebuah gudang dengan panjang sisi 4 satuan, dilihat dari atas. Ilustrasi di sebelah kiri dan tengah merupakan contoh penyimpanan yang estetik, sedangkan ilustrasi di sebelah kanan merupakan contoh penyimpanan yang tidak estetik karena terdapat kardus dengan orientasi yang berbeda.




Pak Dengklek ingin mengetahui berapa panjang sisi gudang **terkecil** yang mungkin sehingga seluruh kardus yang dimiliki oleh Pak Dengklek dapat disimpan di dalam gudang tersebut dengan estetik.

## Soal Pemahaman

### Soal B1

Apabila kardus-kardus Pak Dengklek memiliki panjang 17 satuan dan lebar 8 satuan, berapakah **paling banyak** kardus yang bisa Pak Dengklek simpan di dalam gudang dengan panjang sisi 45 satuan dengan estetik?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

### Soal B2

**BENAR** atau **SALAH**: Apabila Pak Dengklek dapat menyimpan seluruh kardus di dalam gudang dengan panjang sisi S satuan dengan estetik, maka Pak Dengklek **pasti** dapat menyimpan seluruh kardus di dalam gudang dengan panjang sisi S + 1 satuan dengan estetik pula.

### Soal B3

Apabila Pak Dengklek memiliki 31 kardus dengan panjang 3 satuan dan lebar 1 satuan, maka berapa panjang sisi gudang terkecil sehingga Pak Dengklek dapat menyimpan seluruh kardus dengan estetik?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

## Soal Pemrograman

Tulislah sebuah program dengan bahasa C++ sesuai deskripsi cerita dengan format dan batasan sebagai berikut. Perhatikan bahwa untuk setiap kasus uji berlaku ***time limit*** selama 2 detik dan ***memory limit*** sebanyak 256 MB.

### Format Masukan

Masukan diberikan dalam format berikut:

```
N P L
```

### Format Keluaran

Keluarkan sebuah baris berisi sebuah bilangan bulat yang menyatakan panjang sisi gudang terkecil sehingga Pak Dengklek dapat menyimpan seluruh kardus dengan estetik.

### Contoh Masukan dan Keluaran

| Contoh Masukan | Contoh Keluaran |
|---|---|
| 17 1 1 | 5 |
| 1000000000000 2000 2000 | 2000000000 |
| 4 2 1 | 4 |
| 1000000000000 4 3 | 3464104 |

### Penjelasan Contoh

Pada contoh pertama, meskipun ukuran kardus sangatlah kecil, Pak Dengklek hanya dapat menyimpan paling banyak 16 kardus di dalam sebuah gudang dengan panjang sisi 4 satuan. Sehingga, untuk menyimpan 17 kardus, panjang sisi gudang terkecil yang perlu dibangun adalah 5 satuan.

Pada contoh kedua, perhatikan bahwa gudang bisa saja dipenuhi oleh kardus-kardus Pak Dengklek tanpa menyisakan ruang apa pun.

Pada contoh ketiga, sebenarnya keempat kardus dapat disimpan di dalam sebuah gudang dengan panjang sisi 3 satuan **apabila tidak harus estetik**. Jika harus disusun dengan estetik, Pak Dengklek perlu membangun gudang dengan panjang sisi 4 satuan.

Pada contoh keempat, perhatikan bahwa Anda perlu berhati-hati dengan ***overflow***!

### Batasan

Untuk seluruh kasus uji berlaku:

- $1 \leq N \leq 10^{12}$
- $1 \leq L \leq P \leq 2000$

### Batasan Tambahan untuk Subsoal 1 (Mudah)

Pada subsoal ini, untuk seluruh kasus uji berlaku:

- $P = L$

### Batasan Tambahan untuk Subsoal 2 (Sulit)

Tidak ada batasan tambahan pada subsoal ini.

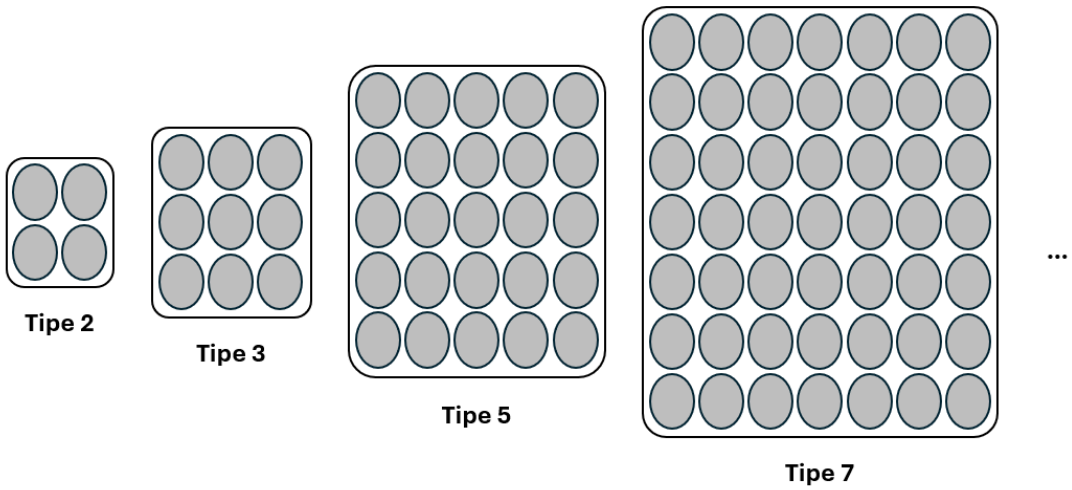
### Peringatan

Untuk dapat menjawab pertanyaan ini dengan benar, Anda mungkin perlu menggunakan tipe data **long long** untuk dapat menyimpan data dengan nilai yang besar. Tipe data **int** saja mungkin tidak cukup!

# Studi Kasus C. Balada Kemasan Telur

## Deskripsi Cerita

Pak Dengklek ingin berjualan telur dengan modal uang sebesar N rupiah. Di pusat grosir, dijual berbagai tipe telur dalam kemasan **persegi**. Untuk **setiap bilangan prima** p, terdapat tipe telur p yang dijual di dalam kemasan berukuran p × p yang berisikan p × p buah telur, dengan harga p rupiah **per kemasan**. Perhatikan bahwa tidak ada tipe telur k dengan k adalah bilangan non-prima. Diketahui juga bahwa banyaknya stok tiap tipe telur tidak terbatas.




Karena Pak Dengklek tidak mau ribet, Pak Dengklek akan memilih **tepat satu** tipe telur saja dan membelanjakan seluruh modal uangnya untuk membeli tipe telur tersebut **tanpa sisa**. Dengan kata lain, Pak Dengklek harus memilih suatu tipe telur p sehingga p **habis membagi** N.

Setelah pulang dari pusat grosir, Pak Dengklek akan menjual kembali seluruh telur yang ia telah dapatkan. Pak Dengklek akan menyusun **seluruh** telur di dalam **tepat satu** kemasan baru berukuran s × t berisikan s × t buah telur.

Sebagai contoh, jika Pak Dengklek sekarang memiliki 36 butir telur, maka terdapat 9 ukuran kemasan yang mungkin: 1 × 36, 2 × 18, 3 × 12, 4 × 9, 6 × 6, 9 × 4, 12 × 3, 18 × 2, dan 36 × 1.

Sayangnya, Pak Dengklek belum tahu ukuran s × t mana yang akan menarik pelanggannya. Untuk itu, dengan modal uangnya, Pak Dengklek akan memilih suatu tipe telur sedemikian sehingga ketika Pak Dengklek menjual kembali seluruh telurnya, banyak kemungkinan kemasan s × t yang mungkin adalah **sebanyak-banyaknya**. Perhatikan bahwa jika s ≠ t, maka kemasan s × t dianggap berbeda dengan kemasan t × s.

## Soal Pemahaman

### Soal C1

Apabila Pak Dengklek pada awalnya memiliki modal uang sebesar 111 111 rupiah, lalu ia memilih tipe telur 7 untuk dibelanjakan, maka berapakah banyak telur yang akan dijual kembali pada akhirnya?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

### Soal C2

Dari 5 skenario berikut, manakah **banyak telur** yang menghasilkan banyak kemungkinan kemasan yang paling banyak?

A. Jika Pak Dengklek menjual kembali $2^1 \times 5^1 = 10$ butir telur
B. Jika Pak Dengklek menjual kembali $2^2 \times 5^2 = 100$ butir telur
C. Jika Pak Dengklek menjual kembali $2^2 \times 5^1 = 20$ butir telur
D. Jika Pak Dengklek menjual kembali $2^3 \times 5^1 = 40$ butir telur
E. Jika Pak Dengklek menjual kembali $2^6 \times 5^0 = 64$ butir telur

### Soal C3

Apabila Pak Dengklek pada awalnya memiliki modal uang sebesar 45 rupiah, maka tipe telur apakah yang perlu Pak Dengklek pilih agar ketika ia menjual kembali seluruh telurnya, banyak kemungkinan kemasan yang mungkin adalah sebanyak-banyaknya? Jika terdapat lebih dari satu kemungkinan jawaban, pilih yang **paling kecil**.

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

## Soal Pemrograman

Tulislah sebuah program dengan bahasa C++ sesuai deskripsi cerita dengan format dan batasan sebagai berikut. Perhatikan bahwa untuk setiap kasus uji berlaku ***time limit*** selama 2 detik dan ***memory limit*** sebanyak 256 MB.

### Format Masukan

Masukan diberikan dalam format berikut:

```
N
```

### Format Keluaran

Keluarkan sebuah baris berisi sebuah bilangan bulat yang menyatakan tipe telur yang perlu Pak Dengklek pilih agar ketika ia menjual kembali seluruh telurnya, banyak kemungkinan kemasan yang mungkin adalah sebanyak-banyaknya. Jika terdapat lebih dari satu kemungkinan jawaban, pilih yang **paling kecil**.

## Contoh Masukan dan Keluaran

| Contoh Masukan | Contoh Keluaran |
|---|---|
| 18 | 2 |
| 60 | 3 |
| 1000000007 | 1000000007 |

## Penjelasan Contoh

Pada contoh pertama, untuk dapat membelanjakan seluruh modal uangnya, Pak Dengklek boleh memilih tipe telur 2 atau 3.

- Apabila Pak Dengklek memilih **tipe telur 2**, maka Pak Dengklek akan membeli 18 ÷ 2 = 9 kemasan yang masing-masing berisi 2 × 2 = 4 telur, sehingga ia akan memiliki 9 × 4 = 36 telur. Saat Pak Dengklek ingin menjual kembali seluruh telurnya, terdapat **9 kemungkinan kemasan** yang mungkin: ukuran 1 × 36, 2 × 18, 3 × 12, 4 × 9, 6 × 6, 9 × 4, 12 × 3, 18 × 2, dan 36 × 1.
- Apabila Pak Dengklek memilih **tipe telur 3**, maka Pak Dengklek akan membeli 18 ÷ 3 = 6 kemasan yang masing-masing berisi 3 × 3 = 9 telur, sehingga ia akan memiliki 6 × 9 = 54 telur. Saat Pak Dengklek ingin menjual kembali seluruh telurnya, terdapat **8 kemungkinan kemasan** yang mungkin: ukuran 1 × 54, 2 × 27, 3 × 18, 6 × 9, 9 × 6, 18 × 3, 27 × 2, dan 54 × 1.

Dengan demikian, untuk mendapatkan kemungkinan kemasan yang paling banyak, Pak Dengklek perlu memilih tipe telur 2.

Pada contoh kedua, untuk dapat membelanjakan seluruh modal uangnya, Pak Dengklek boleh memilih tipe telur 2, 3, atau 5. Dapat dihitung bahwa dengan membeli **tipe telur 2**, akan ada **16 kemungkinan kemasan** yang mungkin; sedangkan dengan membeli **tipe telur 3 ataupun 5**, akan ada **18 kemungkinan kemasan** yang mungkin. Karena terdapat lebih dari satu kemungkinan jawaban yang menghasilkan kemungkinan terbanyak yakni 18, Pak Dengklek akan memilih yang paling kecil yakni 3.

Pada contoh ketiga, perhatikan bahwa N = 1 000 000 007 adalah bilangan prima sehingga Pak Dengklek hanya dapat memilih tipe telur 1 000 000 007.

## Batasan

Untuk seluruh kasus uji berlaku:

- $2 \leq N \leq 10^{12}$

## Batasan Tambahan untuk Subsoal 1 (Mudah)

Pada subsoal ini, untuk seluruh kasus uji berlaku:

- $N \leq 2000$

## Batasan Tambahan untuk Subsoal 2 (Sulit)

Tidak ada batasan tambahan pada subsoal ini.

## Peringatan

Untuk dapat menjawab pertanyaan ini dengan benar, Anda mungkin perlu menggunakan tipe data **long long** untuk dapat menyimpan data dengan nilai yang besar. Tipe data **int** saja mungkin tidak cukup!

# Studi Kasus D. Telur Kemasan Balado

## Deskripsi Cerita

Setelah menjadi juragan telur, Pak Dengklek ingin mengembangkan usahanya untuk berjualan telur rebus kemasan. Ada dua varian telur milik Pak Dengklek: varian **Asli** yakni telur tanpa bumbu apa pun, dan varian **Balado** yang merupakan telur dengan bumbu pedas.

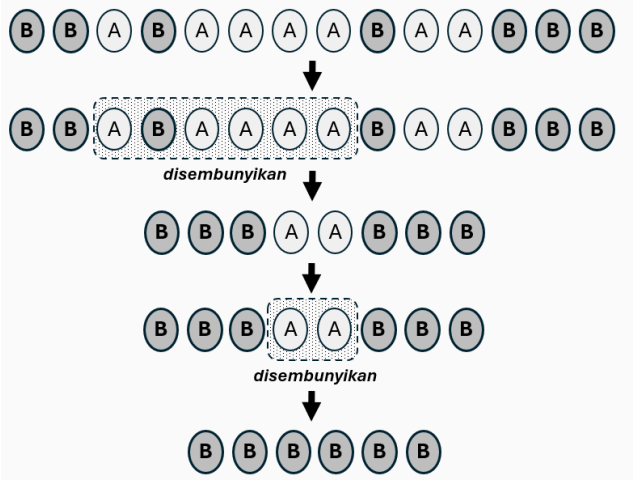
Pak Dengklek sudah memproduksi N telur yang ditata dari kiri ke kanan. Penataan tersebut dapat direpresentasikan sebagai sebuah string S sepanjang N yang hanya terdiri dari huruf 'A' dan 'B'. Huruf 'A' menunjukkan telur varian Asli, sedangkan huruf 'B' menunjukkan telur varian Balado.

Suatu hari, Pak Dengklek mendapatkan kabar bahwa Raja Bebek ingin memborong seluruh telur milik Pak Dengklek. Namun, Raja Bebek hanya ingin membeli telur varian Balado saja. Alhasil, Pak Dengklek ingin menyembunyikan **nol atau lebih** telur dengan operasi berikut:

1. Pak Dengklek akan memilih telur terkiri (sebut saja telur pada posisi l) dan telur terkanan (sebut saja telur pada posisi r) yang akan disembunyikan.
2. Pak Dengklek akan menyembunyikan **seluruh** telur yang berada pada rentang tersebut (dari posisi l hingga r inklusif).
3. Pak Dengklek akan menata ulang telur-telur sisanya menjadi satu kesatuan dari kiri ke kanan **tanpa mengubah urutannya**.

Dengan waktu yang tersisa, Pak Dengklek dapat melakukan operasi di atas **paling banyak** sebanyak K kali (mungkin saja tidak sama sekali). Pada akhirnya, Pak Dengklek harus menjamin bahwa **seluruh** telur yang tersisa adalah telur varian Balado.

Sebagai contoh, berikut adalah ilustrasi penyembunyian telur yang dapat dilakukan oleh Pak Dengklek agar menyisakan hanya telur varian Balado, dengan N = 14 dan S = "BBABAAAABAABBB". Perhatikan bahwa Pak Dengklek melakukan operasi di atas sebanyak 2 kali pada contoh ini.




Bantulah Pak Dengklek untuk menentukan **paling banyak** telur varian Balado yang mungkin dapat Raja Bebek borong!

## Soal Pemahaman

### Soal D1

Apabila Pak Dengklek hanya boleh melakukan operasi penyembunyian **paling banyak** 1 kali, manakah dari 5 pilihan string S berikut yang memungkinkan Raja Bebek memborong telur varian Balado paling banyak?

A. "BBBBB"
B. "BBAABBBB"
C. "AAAAABBBB"
D. "BABBBBBBBBAB"
E. "AABBBBAABABBBABBB"

### Soal D2

Apabila penataan telur direpresentasikan dengan string "BAABBBAAAABBBBAAABBA", dengan melakukan operasi penyembunyian **paling banyak** 2 kali, berapakah banyaknya telur varian Balado terbanyak yang mungkin dapat Raja Bebek borong?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

### Soal D3

Apabila penataan telur direpresentasikan dengan string "BAABBBAAAABBBBAAABBA", dengan melakukan operasi penyembunyian **paling banyak** 3 kali, berapakah banyaknya telur varian Balado terbanyak yang mungkin dapat Raja Bebek borong?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

## Soal Pemrograman

Tulislah sebuah program dengan bahasa C++ sesuai deskripsi cerita dengan format dan batasan sebagai berikut. Perhatikan bahwa untuk setiap kasus uji berlaku ***time limit*** selama 2 detik dan ***memory limit*** sebanyak 256 MB.

### Format Masukan

Masukan diberikan dalam format berikut:

```
N K
S
```

### Format Keluaran

Keluarkan sebuah baris berisi sebuah bilangan bulat yang menyatakan banyaknya telur varian Balado terbanyak yang mungkin dapat Raja Bebek borong.

### Contoh Masukan dan Keluaran

| Contoh Masukan | Contoh Keluaran |
|---|---|
| 14 2<br>BBABAAAABAABBB | 6 |
| 14 4<br>BBABAAAABAABBB | 7 |
| 4 1000000000<br>BBBB | 4 |
| 4 1000000000<br>AAAA | 0 |

### Penjelasan Contoh

Pada contoh pertama, Pak Dengklek dapat melakukan penyembunyian telur seperti pada deskripsi cerita agar Raja Bebek dapat memborong 6 telur varian Balado.

Pada contoh kedua, Pak Dengklek dapat melakukan penyembunyian telur sebagai berikut:

1. Dari "BBABA**AA**ABAABBB", sembunyikan telur di posisi 6 hingga 7, tersisa "BBABAABAABBB".
2. Dari "BBAB**AA**BAABBB", sembunyikan telur di posisi 5 hingga 6, menyisakan "BBABBAABBB".
3. Dari "BB**A**BBAABBB", sembunyikan telur di posisi 3 hingga 3, menyisakan "BBBBAABBB".
4. Dari "BBBB**AA**BBB", sembunyikan telur di posisi 5 hingga 6, menyisakan "BBBBBBB".

Pada contoh ketiga, karena seluruh telur merupakan varian Balado, Pak Dengklek tidak perlu menyembunyikan telur apa pun.

Pada contoh keempat, karena seluruh telur merupakan varian Asli, Pak Dengklek hanya dapat menyembunyikan seluruhnya sehingga Raja Bebek tidak dapat memborong apa pun.

### Batasan

Untuk seluruh kasus uji berlaku:

- $1 \le N \le 200\,000$
- $1 \le K \le 10^9$
- S memiliki panjang N dan hanya terdiri dari huruf 'A' dan 'B'

### Batasan Tambahan untuk Subsoal 1 (Mudah)

Pada subsoal ini, untuk seluruh kasus uji berlaku:

- $N \le 16$
- $K \le 2$

### Batasan Tambahan untuk Subsoal 2 (Sulit)

Tidak ada batasan tambahan pada subsoal ini.

# Studi Kasus E. Tebas Tebang Bambu

## Deskripsi Cerita

Di belakang rumah Pak Dengklek terdapat N bilah bambu. Bambu ke-i memiliki panjang sebesar $A_i$ satuan. Pak Dengklek berencana untuk menjual seluruh bambunya.

Saat Pak Dengklek ingin berjualan di pasar, diketahui bahwa pelanggan tidak mau membeli bambu secara eceran. Pelanggan hanya mau membeli bambu dalam satuan **ikat** yang memenuhi dua syarat berikut:

- Setiap ikat bambu harus terdiri dari **setidaknya** M bilah bambu.
- Setiap bambu dalam satu ikat yang sama harus memiliki **panjang yang sama**.

Perhatikan bahwa boleh jadi dua atau lebih ikat bambu yang berbeda memiliki panjang bambu yang sama.

Pak Dengklek ingin mengelompokkan seluruh bambunya ke dalam satu atau lebih ikat. Untuk memenuhi kedua syarat di atas, Pak Dengklek dapat memangkas setiap bambunya sehingga panjangnya berkurang. Untuk mempertahankan kekokohan bambu, Pak Dengklek dapat memangkas setiap bambu agar panjangnya berkurang **maksimal** sepanjang K satuan.

Perhatikan bahwa bagian bambu yang terpangkas tidak dapat digunakan kembali. Perhatikan juga bahwa setiap bambu hanya boleh dipangkas, dan **tidak boleh dibelah** menjadi lebih dari satu bilah.

Apabila Pak Dengklek harus menjual **seluruh** bambunya, berapakah banyak ikat **maksimum** yang dapat ia jual? Perlu diperhatikan bahwa bisa jadi Pak Dengklek tidak dapat menjual seluruh bambunya.

## Soal Pemahaman

### Soal E1

Apabila Pak Dengklek **tidak dapat** memangkas bambu-bambunya (dengan kata lain, nilai K = 0) dan setiap ikat bambu harus terdiri dari setidaknya 3 bilah bambu, manakah dari 5 skenario berikut yang memungkinkan Pak Dengklek untuk menjual seluruh bambunya dan dengan banyaknya ikat bambu yang dijual **paling banyak**?

A. Pak Dengklek akan menjual 14 bilah bambu dengan panjang [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1]
B. Pak Dengklek akan menjual 14 bilah bambu dengan panjang [2, 3, 4, 2, 3, 4, 2, 3, 4, 2, 3, 4, 2, 3]
C. Pak Dengklek akan menjual 14 bilah bambu dengan panjang [5, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 6, 7, 7, 7, 7, 8, 8]
D. Pak Dengklek akan menjual 14 bilah bambu dengan panjang [8, 7, 8, 7, 8, 7, 8, 7, 8, 7, 8, 7, 8, 7]
E. Pak Dengklek akan menjual 14 bilah bambu dengan panjang [1, 1, 1, 2, 3, 3, 3, 4, 5, 5, 5, 6, 6, 6]

### Soal E2

**BENAR** atau **SALAH**: Pada kasus-kasus yang memungkinkan Pak Dengklek untuk menjual seluruh bambu, maka untuk memaksimumkan banyaknya ikat bambu yang dapat Pak Dengklek jual, setiap ikat bambu **pasti** terdiri dari **kurang dari** 2 × M bilah bambu.

### Soal E3

Pak Dengklek akan menjual 18 bilah bambu dengan panjang sebagai berikut:

[1, 1, 3, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 9, 13, 13, 14, 14, 14, 15, 16]

Apabila Pak Dengklek dapat memangkas bambu-bambunya agar panjangnya berkurang paling banyak 2 satuan, maka berapakah banyaknya ikat bambu maksimum yang dapat Pak Dengklek jual jika setiap ikat bambu harus terdiri dari setidaknya 3 bilah bambu dan Pak Dengklek harus menjual seluruh bambunya?

Jika ternyata Pak Dengklek tidak mungkin menjual seluruh bambunya, jawablah dengan -1.

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

## Soal Pemrograman

Tulislah sebuah program dengan bahasa C++ sesuai deskripsi cerita dengan format dan batasan sebagai berikut. Perhatikan bahwa untuk setiap kasus uji berlaku ***time limit*** selama 3 detik dan ***memory limit*** sebanyak 256 MB.

### Format Masukan

Masukan diberikan dalam format berikut:

```
N M K
A1 A2 ... AN
```

### Format Keluaran

Keluarkan sebuah baris berisi sebuah bilangan bulat yang menyatakan banyaknya ikat bambu maksimum yang dapat Pak Dengklek jual apabila harus menjual seluruh bambunya. Jika Pak Dengklek tidak mungkin menjual seluruh bambunya, keluarkan -1.

### Contoh Masukan dan Keluaran

| Contoh Masukan | Contoh Keluaran |
|---|---|
| 9 3 0<br>2 5 3 5 6 5 3 5 2 | -1 |
| 9 3 1<br>2 5 3 5 6 5 3 5 2 | 2 |
| 9 3 3<br>2 5 3 5 6 5 3 5 2 | 3 |

### Penjelasan Contoh

Pada contoh pertama, Pak Dengklek tidak dapat memangkas bambu-bambunya. Alhasil, ia hanya dapat membuat 1 ikat bambu saja berisikan 3 atau 4 bilah bambu dengan panjang 5. Namun, Pak Dengklek tidak dapat menjual seluruh bambunya karena bambu-bambu lainnya tidak dapat membentuk ikat bambu. Oleh karena itu, keluarannya adalah -1.

Pada contoh kedua, Pak Dengklek dapat memangkas bambu ke-3, ke-5, dan ke-7 sehingga panjang tiap bambu secara berturut-turut menjadi [2, 5, **2**, 5, **5**, 5, **2**, 5, 2]. Pak Dengklek kemudian dapat membuat 2 ikat bambu: satu berisikan 4 bilah bambu dengan panjang 2, dan satu lagi berisikan 5 bilah bambu dengan panjang 5. Perhatikan bahwa dengan menjual 2 ikat bambu tersebut, Pak Dengklek akan menjual seluruh bambunya.

Pada contoh ketiga, Pak Dengklek bisa saja memangkas bambu ke-2 hingga ke-8 sehingga panjang tiap bambu secara berturut-turut menjadi [2, **4**, **2**, **2**, **4**, **4**, **2**, **2**, 2]. Pak Dengklek kemudian dapat membuat 3 ikat bambu: dua ikat masing-masing berisikan 3 bilah bambu dengan panjang 2, dan satu lagi berisikan 3 bilah bambu dengan panjang 4.

### Batasan

Untuk seluruh kasus uji berlaku:

- $2 \le M \le N \le 200\,000$
- $0 \le K \le 10^9$
- $1 \le A_i \le 10^9$

### Batasan Tambahan untuk Subsoal 1 (Mudah)

Pada subsoal ini, untuk seluruh kasus uji berlaku:

- $M \le 20$

### Batasan Tambahan untuk Subsoal 2 (Sulit)

Tidak ada batasan tambahan pada subsoal ini.

# Studi Kasus F. Kandang Ayam Kandang Bebek

## Deskripsi Cerita

Selain beternak bebek, Pak Dengklek juga sekarang beternak ayam. Seluruh ayam dan bebek tersebut berada di dalam pekarangan yang sama berbentuk segiempat berukuran 2 baris dan N kolom. Baris atas dinomori 1 dan baris bawah dinomori 2. Dari kiri ke kanan, kolom-kolom pekarangan dinomori dari 1 hingga N. Petak pada baris x dan kolom y direpresentasikan dengan (x, y).

Kondisi hewan di pekarangan dinyatakan dengan dua buah string, $S_1$ dan $S_2$, sepanjang N yang masing-masing hanya terdiri dari karakter 'A', 'B', dan '.' (titik). Karakter ke-j pada $S_i$ menunjukkan hewan yang mungkin ada pada petak (i, j). Karakter 'A' menunjukkan seekor **ayam**, karakter 'B' menunjukkan seekor **bebek**, dan karakter '.' menunjukkan ketiadaan hewan.

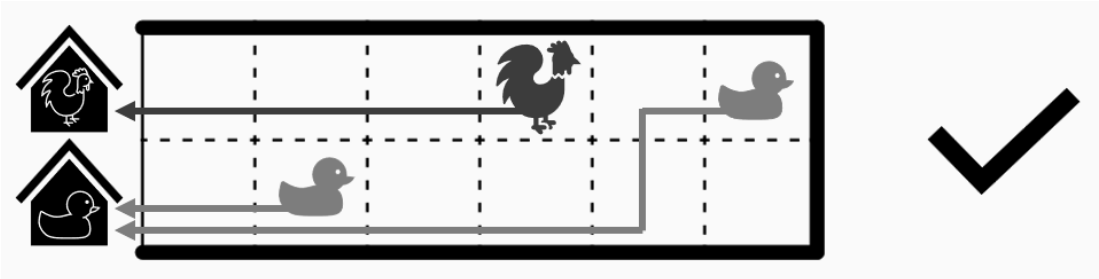
Selain itu, kondisi lahan pekarangan juga dinyatakan dengan sebuah matriks M berukuran 2 × N berisi bilangan bulat positif. $M_{i,j}$ menyatakan nilai **kebecekan** lahan pada petak (i, j).

Pak Dengklek juga memiliki sebuah kandang ayam dan sebuah kandang bebek tepat di sebelah kiri pekarangan. Untuk mudahnya, kandang ayam dapat dianggap terletak pada petak (1, 0) dan kandang bebek terletak pada petak (2, 0). Kandang ayam cukup besar untuk menampung seluruh ayam. Kandang bebek pun cukup besar untuk menampung seluruh bebek.

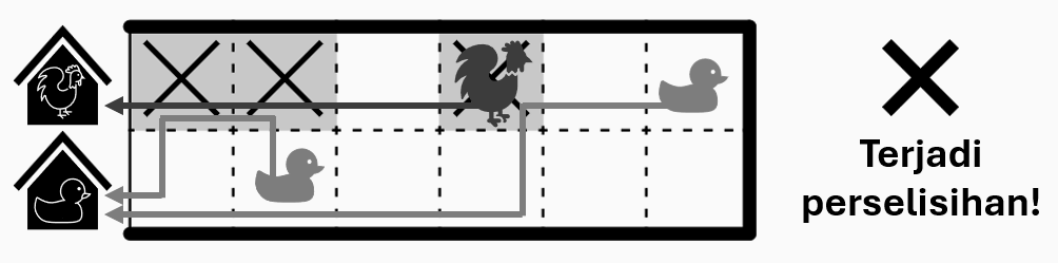
Pada malam hari, seluruh ayam harus pulang ke kandang ayam dan seluruh bebek pun harus pulang ke kandang bebek. Setiap hewan dapat bergerak 4 arah dari posisinya di petak (i, j): ke atas yakni petak (i – 1, j), ke bawah yakni petak (i + 1, j), ke kiri yakni petak (i, j – 1), atau ke kanan yakni petak (i, j + 1). Perhatikan bahwa mereka tidak boleh keluar dari pekarangan (kecuali ke kandang). **Rute** yang ditempuh oleh seekor hewan didefinisikan sebagai seluruh petak yang dilaluinya **termasuk posisi awal** hingga sesaat sebelum masuk kandang, yakni ayam diakhiri dengan petak (1, 1) dan bebek diakhiri dengan petak (2, 1).

Karena ayam dan bebek Pak Dengklek belum akur, apabila ada **petak yang pernah dilalui oleh setidaknya seekor ayam dan setidaknya seekor bebek**, maka akan terjadi **perselisihan**.

Sebagai contoh, berikut ini adalah ilustrasi kepulangan hewan yang tidak mengakibatkan perselisihan.



Sedangkan berikut ini adalah ilustrasi kepulangan hewan yang mengakibatkan perselisihan karena terdapat 3 petak yang pernah dilalui oleh setidaknya seekor ayam dan setidaknya seekor bebek.




Setiap hewan memiliki **nilai kerisihan** yang didefinisikan sebagai jumlahan nilai-nilai kebecekan pada seluruh petak yang dilalui oleh rute hewan tersebut. Berapakah **total** nilai kerisihan **paling kecil** yang mungkin untuk seluruh hewan pulang ke kandang dengan syarat **tidak terjadi perselisihan**?

## Soal Pemahaman

### Soal F1

Asumsikan pekarangan Pak Dengklek berukuran 2 baris dan 5 kolom. Manakah dari 5 kondisi hewan di pekarangan berikut yang (mau tidak mau) **pasti terjadi perselisihan** ketika seluruh hewan pulang ke kandang?

A. Ayam berada di petak (1, 5) dan bebek berada di petak (2, 1)
B. Ayam berada di petak (1, 2) dan bebek berada di petak (1, 4)
C. Ayam berada di petak (2, 5) dan bebek berada di petak (2, 4)
D. Ayam berada di petak (1, 2) dan bebek berada di petak (2, 4)
E. Ayam berada di petak (1, 4) dan bebek berada di petak (1, 2)

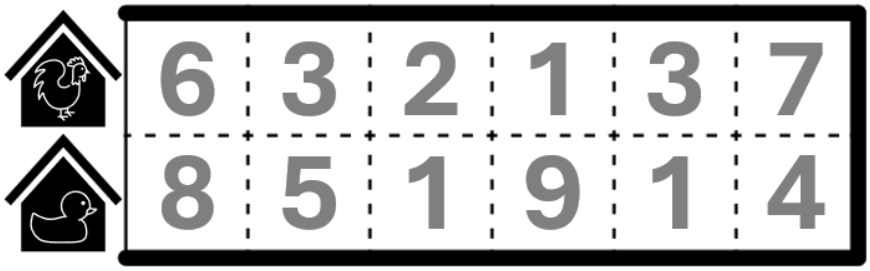
### Soal F2

Asumsikan pekarangan Pak Dengklek berukuran 2 baris dan 1000 kolom. Diketahui juga bahwa hanya terdapat tepat 1 ekor ayam dan tepat 1 ekor bebek. Apabila pada petak (2, 500) terdapat seekor ayam, maka ada berapa banyak posisi awal bebek yang mungkin **tidak mengakibatkan perselisihan** ketika kedua hewan pulang ke kandang?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

### Soal F3

Asumsikan pekarangan Pak Dengklek berukuran 2 baris dan 6 kolom. Diketahui pula bahwa kondisi lahan pekarangan direpresentasikan dengan matriks M berikut:




Apabila terdapat seekor ayam pada pekarangan tersebut di petak (1, 1) lalu juga ada 4 ekor bebek yang memenuhi kolom 5 hingga 6, atau dengan kata lain berada di petak (1, 5), (1, 6), (2, 5), dan (2, 6); maka berapakah total nilai kerisihan paling kecil yang mungkin untuk kelima hewan pulang ke kandang dengan syarat tidak terjadi perselisihan?

**Tuliskan jawaban dalam bentuk ANGKA.**

## Soal Pemrograman

Tulislah sebuah program dengan bahasa C++ sesuai deskripsi cerita dengan format dan batasan sebagai berikut. Perhatikan bahwa untuk setiap kasus uji berlaku ***time limit*** selama 3 detik dan ***memory limit*** sebanyak 256 MB.

### Format Masukan

Masukan diberikan dalam format berikut:

```
N
S1
S2
M1,1 M1,2 ... M1,N
M2,1 M2,2 ... M2,N
```

### Format Keluaran

Keluarkan sebuah baris berisi sebuah bilangan bulat yang menyatakan total nilai kerisihan paling kecil yang mungkin untuk seluruh hewan pulang ke kandang dengan syarat tidak terjadi perselisihan. Jika ternyata pasti terjadi perselisihan, keluarkan -1.

## Contoh Masukan dan Keluaran

| Contoh Masukan | Contoh Keluaran |
|---|---|
| 6<br>A.....<br>.B....<br>6 3 2 1 3 7<br>8 5 1 9 1 4 | 19 |
| 6<br>A.....<br>.B..B.<br>6 3 2 1 3 7<br>8 5 1 9 1 4 | 40 |
| 6<br>A.A...<br>.B..B.<br>6 3 2 1 3 7<br>8 5 1 9 1 4 | 54 |
| 6<br>A.A...<br>.A..B.<br>6 3 2 1 3 7<br>8 5 1 9 1 4 | -1 |

## Penjelasan Contoh

Pada contoh pertama, ayam dapat pulang ke kandang dengan hanya bergerak ke kiri sehingga rute yang dilaluinya hanyalah melewati petak (1, 1) dengan nilai kerisihan 6. Untuk bebek, ia dapat pulang ke kandang dengan bergerak ke kiri dua kali sehingga rute yang dilaluinya adalah melewati petak (2, 2) dan (2, 1) dengan nilai kerisihan 5 + 8 = 13. Total nilai kerisihan dari seluruh hewan adalah 6 + 13 = 19.

Pada contoh kedua, terdapat seekor bebek tambahan dari contoh pertama. Untuk mendapatkan nilai kerisihan terkecil, bebek tambahan ini secara berturut-turut akan bergerak ke atas, kiri, kiri, bawah, kiri, kiri, dan kiri untuk pulang ke kandang. Dapat dihitung bahwa nilai kerisihan bebek tersebut adalah 1 + 3 + 1 + 2 + 1 + 5 + 8 = 21, sehingga total nilai kerisihan dari seluruh hewan menjadi 40.

Pada contoh ketiga, dapat dibuktikan bahwa total nilai kerisihan paling kecil adalah 54 dengan seluruh hewan hanya bergerak ke kiri saja. Perhatikan bahwa rute yang dilalui bebek pada petak (2, 5) tidak sama dengan yang ada pada contoh kedua karena dapat mengakibatkan terjadinya perselisihan.

Pada contoh keempat, perhatikan bahwa rute yang dilalui bebek pasti akan pernah bersilangan dengan rute ayam sehingga terjadi perselisihan.

## Batasan

Untuk seluruh kasus uji berlaku:

- $1 \le N \le 100\,000$
- $S_1$ dan $S_2$ masing-masing memiliki panjang N dan hanya terdiri dari karakter ‘A’, ‘B’, dan ‘.’
- Dijamin bahwa terdapat setidaknya 1 ayam dan setidaknya 1 bebek di pekarangan
- $1 \le M_{i,j} \le 1\,000\,000$

### Batasan Tambahan untuk Subsoal 1 (Mudah)

Pada subsoal ini, untuk seluruh kasus uji berlaku:

- Dijamin bahwa banyaknya ayam adalah **tepat** 1, dan ayam tersebut berada pada petak (1, 1)

### Batasan Tambahan untuk Subsoal 2 (Sulit)

Tidak ada batasan tambahan pada subsoal ini.

### Peringatan

Untuk dapat menjawab pertanyaan ini dengan benar, Anda mungkin perlu menggunakan tipe data **long long** untuk dapat menyimpan data dengan nilai yang besar. Tipe data **int** saja mungkin tidak cukup!

# KUNCI JAWABAN

A1. B
A2. BENAR
A3. SONOSOPP

B1. 10
B2. BENAR
B3. 11

C1. 777777
C2. B
C3. 5

D1. B
D2. 5
D3. 8

E1. D
E2. BENAR
E3. 5

F1. E
F2. 499
F3. 99

# Pemrograman A

```
#include <bits/stdc++.h>
using namespace std;

char s[200007];
int suffP[200007];

int main() {
	scanf("%s", s);
	int n = strlen(s);

	for (int i = n - 1; i >= 0; i--) {
		suffP[i] = suffP[i + 1] + (s[i] == 'P');
	}

	bool yesO = false;
	bool yesS = false;
	bool yesN = false;

	int ans = -1;
	int tmp = 0;
	for (int i = 0; i < n; i++) {
		if (s[i] == 'O') yesO = true, tmp++;
		if (s[i] == 'S') yesS = true, tmp++;
		if (s[i] == 'N') yesN = true, tmp++;

		if (yesO && yesS && yesN && (suffP[i] > 0)) {
			ans = max(ans, tmp + suffP[i]);
		}
	}

	printf("%d\n", ans);
}
```

# Pemrograman B

```
#include <bits/stdc++.h>
using namespace std;

long long n, p, l;
long long base, top, mid;

int main() {
	scanf("%lld%lld%lld", &n, &p, &l);
	base = 1;
	top = 2000000000;

	while (base != top) {
		mid = (base + top) / 2;
		if ((mid / p) * (mid / l) >= n) top = mid; else
base = mid + 1;
	}

	printf("%lld\n", top);
}
```

# Pemrograman C

```
#include <bits/stdc++.h>
using namespace std;

long long n;

int main() {
	scanf("%lld", &n);

	long long best = 999999999;
	long long ans = -1;

	long long p = 2;
	while (p * p <= n) {
		if (n % p == 0) {
			long long fact = 0;
			while (n % p == 0) {
				fact++;
				n /= p;
			}
			if (fact < best) {
				best = fact;
				ans = p;
			}
		}
		p++;
	}

	long long fact = 1;
	if (n > 1 && fact < best) {
		best = fact;
		ans = n;
	}

	printf("%lld\n", ans);
}
```

# Pemrograman D

```
#include <bits/stdc++.h>
using namespace std;

int n, k, ans;
char s[200007];

int main() {
	scanf("%d%d", &n, &k);
	scanf("%s", s);

	int startA = -1;
	int finishA = -1;
	for (int i = 0; i < n; i++) if (s[i] == 'A') finishA = i;
	for (int i = n - 1; i >= 0; i--) if (s[i] == 'A') startA = i;

	if (startA == -1) {
		printf("%d\n", n);
	} else {
		ans = startA + ((n - 1) - finishA);

		priority_queue<int> pq;
		int countB = 0;
		for (int i = startA; i <= finishA; i++) {
			if (s[i] == 'A') {
				if (countB != 0) pq.push(countB);
				countB = 0;
			} else {
				countB++;
			}
		}

		while (k > 1 && !pq.empty()) {
			ans += pq.top();
			pq.pop();
			k--;
		}

		printf("%d\n", ans);
	}
}
```

# Pemrograman E

```
#include <bits/stdc++.h>
using namespace std;

typedef pair<int, int> PII;

int n, m, k;
int a[200007], mem[200007];
priority_queue<PII> pq;

int main() {
	scanf("%d%d%d", &n, &m, &k);
	for (int i = 0; i < n; i++) scanf("%d", &a[i]);
	sort(a, a + n);

	mem[n] = 0;
	for (int i = n - 1; i > n - m; i--) {
		mem[i] = -999999999;
	}

	for (int i = n - m; i >= 0; i--) {
		pq.push(PII(mem[i + m], i + m));

		while (!pq.empty()) {
			int idx = pq.top().second;
			if (a[idx - 1] - a[i] <= k) break;
			pq.pop();
		}

		if (!pq.empty()) {
			mem[i] = 1 + pq.top().first;
		} else {
			mem[i] = -999999999;
		}
	}

	printf("%d\n", max(mem[0], -1));
}
```

# Pemrograman F

```
#include <bits/stdc++.h>
using namespace std;

int n;
string s[2];
long long m[2][100007], p[2][100007];

int main() {
	scanf("%d", &n);
	cin >> s[0];
	cin >> s[1];
	for (int i = 0; i < n; i++) scanf("%lld", &m[0][i]);
	for (int i = 0; i < n; i++) scanf("%lld", &m[1][i]);

	int posA = -1;
	int posB = -1;
	for (int i = 1; i <= n; i++) if (s[0][i - 1] == 'A') posA = i;
	for (int i = 1; i <= n; i++) if (s[1][n - i] == 'A') posA = n
+ i;
	for (int i = 1; i <= n; i++) if (s[1][i - 1] == 'B') posB = i;
	for (int i = 1; i <= n; i++) if (s[0][n - i] == 'B') posB =
n + i;
	if (posA + posB > 2 * n) {
		printf("-1\n");
		return 0;
	}
```

```
    if (posB < posA) {
        swap(s[0], s[1]);
        swap(posA, posB);
        for (int i = 0; i < n; i++) {
            if (s[0][i] != '.') s[0][i] = 'B' - s[0][i] + 'A';
            if (s[1][i] != '.') s[1][i] = 'B' - s[1][i] + 'A';
            swap(m[0][i], m[1][i]);

        }
    }

    p[0][0] = m[0][0];
    p[1][0] = m[1][0];
    for (int i = 1; i < posA; i++) {
        p[0][i] = p[0][i - 1] + m[0][i];
        p[1][i] = p[1][i - 1] + m[1][i];
    }

    for (int i = posA; i < n; i++) {
        if (i == posA) {
            p[1][i] = p[1][i - 1] + m[1][i];
            p[0][i] = p[1][i] + m[0][i];
        } else {
            p[0][i] = min(p[0][i - 1] + m[0][i], p[1][i - 1]
+ m[1][i] + m[0][i]);
            p[1][i] = min(p[1][i - 1] + m[1][i], p[0][i - 1]
+ m[0][i] + m[1][i]);
        }
    }

    long long ans = 0;
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        if (s[0][i] != '.') ans += p[0][i];
        if (s[1][i] != '.') ans += p[1][i];
    }
    printf("%lld\n", ans);
}
```

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# KEBUMIAN

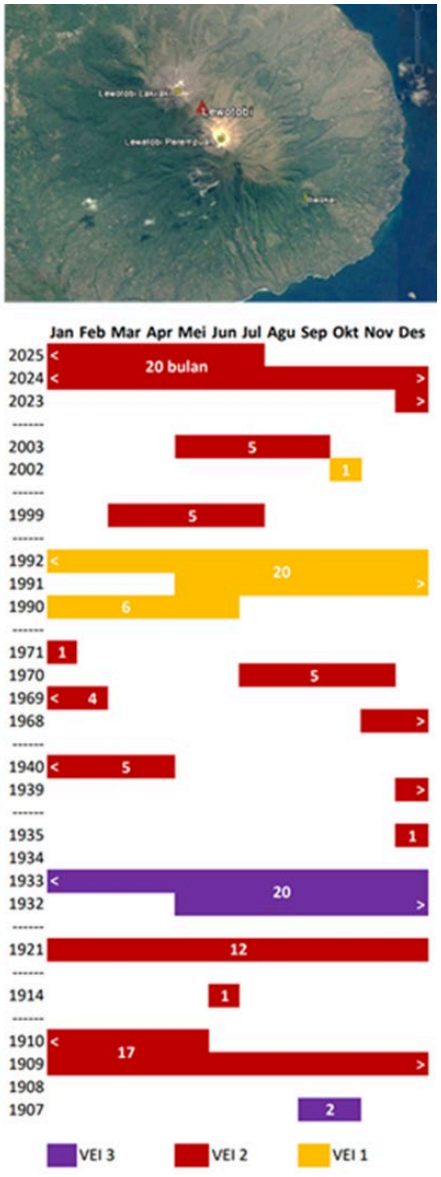
Kumpulan Soal OSN

**Gunung Api Lewotobi Laki-laki dan Perempuan, Nusa Tenggara Timur: Saudara Tapi Tak Sama**

Pada tanggal 7 Juli 2025 pukul 11:05 WITA, Gunung Lewotobi Laki-laki (elevasi 1.584 meter) di Flores Timur, NTT, kembali mengalami erupsi eksplosif dengan kolom abu mencapai ketinggian sekitar 18 km di atas puncak (BNPB, 2025). Erupsi ini diklasifikasikan dalam skala VEI 2 (*Volcanic Explosivity Index*) dan menghasilkan hujan abu hingga radius 150 km, memengaruhi aktivitas bandara dan pertanian di wilayah pesisir utara. Aktivitas ini didahului oleh rangkaian gempa vulkanik (*swarm*) sejak pertengahan Desember 2024, dengan intensitas guncangan maksimum MMI IV (*Modified Mercalli Intensity*) di beberapa desa sekitar. Data EDM (*Electronic Distance Measurement*) menunjukkan inflasi permukaan sebesar +4 cm di sektor utara, sementara pencitraan termal menggunakan wahana terbang nir-awak setelah erupsi mencatat pertumbuhan kubah lava baru dengan laju sekitar 1.200 $m^3$/hari selama 5 hari berturut-turut.

Stasiun pencatat gempa merekam berbagai jenis gempa yang berkaitan dengan aktivitas vulkanik. Stasiun pencatat gempa merekam berbagai jenis gempa yang berkaitan dengan aktivitas vulkanik Gunung Lewotobi. Ada 3 stasiun pencatat gempa untuk Gunung Lewotobi, yaitu stasiun Wolorona (WLR) stasiun yang dekat dengan kawah gunung, stasiun di Gunung Egon (HBGA), serta stasiun Klatanlo (KLT).

Sementara itu, Gunung Lewotobi Perempuan (elevasi 1.703 meter), yang berjarak hanya sekitar 1,9 km arah tenggara dari puncak Lewotobi Laki-laki, tetap berada dalam status waspada tanpa peningkatan aktivitas berarti. Tidak terpantau deformasi atau migrasi gempa ke arah tubuh gunung tersebut dalam dua bulan terakhir. Kedua puncak gunung api ini termasuk dalam satu sistem vulkanik kompleks bertipe strato, dengan sejarah erupsi yang saling bergantian. Penelitian stratigrafi lereng barat kedua gunung menunjukkan perulangan endapan produk efusi dan eksplosif dalam lapisan-lapisan yang relatif teratur, mencerminkan evolusi panjang dan bertahap dari sistem vulkanik kembar ini.



1. **[e]** Manakah dari pernyataan berikut merupakan pernyataan yang benar?

   a. Gunung Lewotobi terbentuk akibat interaksi subduksi lempeng benua (*continental plate*) Indo-Australia menunjam di bawah lempeng benua (*continental plate*) Eurasia

   b. Gunung Lewotobi terbentuk akibat interaksi subduksi lempeng samudra (*oceanic plate*) Indo-Australia menunjam di bawah lempeng samudra (*oceanic plate*) Eurasia

   c. Gunung Lewotobi terbentuk akibat interaksi subduksi lempeng benua (*continental plate*) Indo-Australia menunjam di bawah lempeng samudra (*oceanic plate*) Eurasia

   d. Gunung Lewotobi terbentuk akibat interaksi subduksi lempeng benua (*oceanic plate*) Eurasia menunjam di bawah lempeng samudra (*oceanic plate*) Indo-Australia

   e. Gunung Lewotobi terbentuk akibat interaksi subduksi lempeng samudra (*oceanic plate*) Indo-Australia menunjam di bawah lempeng benua (*continental plate*) Eurasia

2. **[e]** Ada beberapa tipe gunung api menurut morfologi tubuh gunung api. Gunung Lewotobi Laki-laki termasuk tipe gunung api stratovolcano, yang umumnya terbentuk oleh ...

   a. Erupsi eksplosif tanpa lava berulang secara terus menerus

   b. Erupsi gunung api dasar laut dengan perulangan material efusif dan eksplosif

   c. Proses akumulasi material vulkanik dari letusan eksplosif dan efusif secara bergantian

   d. Erosi kerucut gunung api tua yang saat ini tumbuh kerucut baru

   e. Patahan aktif yang mengangkat tubuh gunung api sehingga terbentuk morfologi kerucut vulkanik

3. **[e]** Lava dari gunung api tipe strato umumnya memiliki komposisi …

   a. Ultramafik

   b. Mafik cair

   c. Silika sangat rendah

   d. Intermediate

   e. Tanpa kandungan kristal

4. **[e]** Produk erupsi gunung api dapat bermacam-macam tergantung komposisi kimia (yang dapat dikenali dari warna) dan struktur. Salah satu produk erupsi eksplosif yang relatif paling ringan dan banyak rongga adalah ...

   a. Basalt vesikular

   b. Pumis

   c. Gabro

   d. Obsidian

   e. Andesit

5. **[e]** Ada banyak istilah dan klasifikasi yang digunakan terkait aktivitas gunung api. Skala yang digunakan untuk mengukur kekuatan erupsi gunung api berdasarkan ketinggian kolom abu dan *volume ejecta*adalah ...

   a. MMI (Modified Mercalli Intensity)

   b. MMS (Moment Magnitude Scale)

   c. VMS (Volcanogenic Massive Sulfide)

   d. VEI (Volcanic Explosivity Index)

   e. PSI (Persistent Scatterer Interferometry)

6. **[e]** Setelah erupsi, pembentukan kubah lava kerap terjadi akibat keluarnya magma yang relatif kental secara perlahan. Jika laju pertumbuhan kubah lava adalah 1200 $m^3$/hari selama 5 hari pertama, maka total penambahan volume tubuh kubah yang terbentuk adalah ...

   a. 5400 $m^3$

   b. 6000 $m^3$

   c. 12000 $m^3$

   d. 24000 $m^3$

   e. 60000 $m^3$

7. **[m]** Sampel batuan dari lereng barat Gunung Lewotobi Laki-laki menunjukkan kandungan plagioklas, piroksen, dan sedikit hornblende, dengan tekstur batuan porfiritik bermassa dasar halus. Apa interpretasi paling logis mengenai asal-usul batuan ini?

   a. Batuan beku dalam yang terbentuk jauh di bawah permukaan
   b. Batuan sedimen klastik hasi *reworking* endapan abu vulkanik
   c. Endapan piroklastik hasil longsoran lahar
   d. Batuan metamorf hasil pemanasan hidrotermal
   e. Batuan beku vulkanik berupa lava *andesitic* yang membeku di permukaan

8. **[m]** Kompleks Lewotobi terdiri dari dua kerucut gunung api: Lewotobi Laki-laki dan Lewotobi Perempuan. Keduanya berdiri berdampingan dan masing-masing menunjukkan sistem rekahan radial di sekitar puncaknya. Struktur geologi seperti itu paling umum terbentuk akibat .

   a. Tekanan magma dari dalam yang mendorong tubuh gunung

   b. Erosi diferensial terhadap produk erupsi

   c. Proses subduksi jauh dari busur vulkanik Sunda

   d. Perbedaan variasi batuan di sekitar puncak

   e. Aktivitas patahan besar berarah timur laut–barat daya di Pulau Flores bagian timur

9. **[m]** Meskipun berada dalam kompleks yang sama, dengan jarak antar kawah hanya 1.9 km, Gunung Lewotobi Laki-laki dan Perempuan tidak selalu meletus bersamaan. Hal ini kemungkinan besar menunjukkan bahwa ...

   a. Dapur magma mereka bersatu di permukaan

   b. Keduanya berada di jalur patahan aktif yang sama

   c. Dapur magma Lewotobi Perempuan selalu menerima suplai magma lebih lambat

   d. Magma yang terbentuk memiliki densitas sangat tinggi

   e. Ada variasi tekanan dan konektivitas dalam sistem magmatik kedua gunung api

10. **[m]** Dua siswa kembali dari ekspedisi pemetaan di sekitar Gunung Api Lewotobi membawa 4 sampel batuan ke laboratorium. Karena kelalaian, sampel mereka tercampur dengan koleksi batuan dari lokasi lain. Setelah memilah, mereka menyusun kembali lima kelompok batuan seperti berikut:

    Kelompok sampel 1: lava andesit, tuf, batupasir, batugamping koral

    Kelompok sampel 2: lava andesit, serpih, lapilli, tuf

    Kelompok sampel 3: andesit, batupasir kuarsa, serpih, napal

    Kelompok sampel 4: basalt vesikular, breksi vulkanik, tuf, lava andesit porfiritik

    Kelompok sampel 5: batulanau, konglomerat, tuf, lapilli

    Kelompok manakah yang paling representatif sebagai produk langsung erupsi Lewotobi?

    a. 1

    b. 4

    c. 2

d. 5

e. 3

11. **[m]** If surface deformation shows inflation of +4 cm prior to an eruption, it is most likely caused by...

    a. Cooling of rocks

    b. Land subsidence

    c. Atmospheric gas pressure

    d. Magma accumulation at depth

    e. Radioactive decay

12. **[m]** Dua minggu setelah erupsi besar Gunung Lewotobi Laki-laki pada Februari 2025, hujan deras mengguyur lereng utara dan timur gunung selama beberapa hari berturut-turut. Tim geologi mencatat terjadinya peningkatan debit sungai secara tiba-tiba, disertai aliran keruh pekat yang membawa banyak material vulkanik dari lereng atas. Di daerah hilir, masyarakat melaporkan pendangkalan sungai dan endapan lumpur yang cepat menutup lahan sawah. Proses *geomorphic* utama yang paling mungkin sedang berlangsung dalam kejadian tersebut adalah:

    a. Pelarutan material piroklastik membentuk air tanah asam

    b. Erosi lateral oleh aliran lava permukaan

    c. Percepatan pembentukan kipas aluvial dari aktivitas longsoran

    d. Pembentukan lahar dingin akibat remobilisasi material letusan

    e. Intrusi magma dangkal ke aliran sungai aktif

13. **[h]** Berikut ringkasan data geofisika dari Pusat Vulkanologi selama dua pekan menjelang erupsi Gunung Lewotobi Laki-laki pada awal 2025:

| **Parameter** | **Pekan 1** | **Pekan 2** |
|---|---|---|
| **Gempa Vulkanik Dalam** | 12 kejadian/hari | 26 kejadian/hari |
| **Gempa Vulkanik Dangkal** | 5 kejadian/hari | 18 kejadian/hari |
| **Tremor Harmonik** | Tidak terdeteksi | Intensitas sedang |
| **Data EDM (inflasi)** | +1.2 cm | +4.0 cm |

Berdasarkan tren data tersebut, interpretasi paling logis terhadap kondisi gunung adalah …

a. Tekanan magmatik meningkat, dan magma diperkirakan mendekati permukaan

b. Aktivitas seismik meningkat, namun belum ada indikasi pergerakan magma ke permukaan

c. Inflasi menunjukkan akumulasi tekanan yang tidak signifikan secara vulkanik

d. Perubahan geofisika mengindikasikan sistem kembali ke kondisi pra-erupsi

e. Fluktuasi data tergolong normal untuk sistem vulkanik dalam fase istirahat

14. **[h]** Data EDM mencatat deformasi puncak Gunung Lewotobi Laki-laki sebagai berikut …

    - Hari ke-1: +0.0 cm
    - Hari ke-10: +1.6 cm
    - Hari ke-20: +4.8 cm

    Berdasarkan data tersebut, berapakah rata-rata laju inflasi per hari selama hari ke-11 hingga ke-20?

    a. 0.12 cm/hari

    b. 0.18 cm/hari

    c. 0.24 cm/hari

    d. 0.32 cm/hari

    e. 0.40 cm/hari

15. **[h]** Perhatikan grafik durasi erupsi Gn. Lewotobi Laki-laki! Dari grafik tersebut, erupsi tahun 1932–1933 dan 1991–1992 berlangsung lama (sekitar 20 bulan). Walaupun durasi erupsi sama, nilai VEI keduanya berbeda.

    Apa kemungkinan yang terjadi saat itu?

    a. Erupsi 1991–1992 lebih banyak menghasilkan abu sehingga VEI lebih rendah

    b. Erupsi 1932–1933 mungkin lebih eksplosif, sementara 1991–1992 bersifat efusif dan lambat

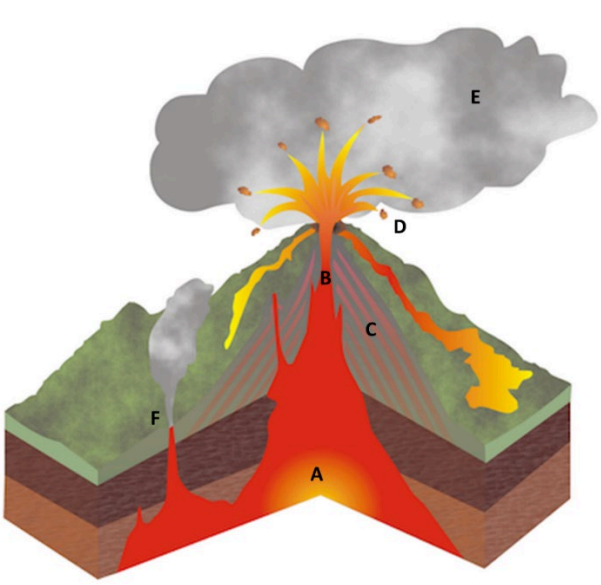
    c. Erupsi 1991–1992 mungkin didominasi oleh keluaran gas dan lava dengan sedikit material terfragmentasi

    d. VEI tidak berkaitan dengan volume material, hanya durasi

    e. VEI 1 pada 1991–1992 mencerminkan aktivitas erupsi kecil berulang dengan intensitas rendah

**Esai**

16. Perhatikan gambar berikut




**Lengkapi pernyataan berikut**:

a. Magma bergerak dari bawah ke atas. A dan B adalah ..... dan .....

b. Gunung api strato sering disebut juga gunung api komposit oleh karena cara pembentukannya. Badan gunung api (C) tersusun oleh .....

c. Material yang berukuran bongkah (D) yang terlontar saat erupsi disebut .....

d. Abu vulkanik (E) adalah salah satu produk erupsi berupa jatuhan piroklastik. Kumpulan material piroklastik hasil erupsi ini disebut .....

e. Pusat erupsi lain yang muncul di kaki atau lereng gunung api strato (F) disebut sebagai .....

17. Di lokasi tersebut diketahui bahwa radius daerah terdampak awan panas secara melingkar dari pusat erupsi adalah sekitar 5 km. Jika awan panas tersebut mengarah ke utara – timur laut dengan batas daerah terdampak kurang lebih pada arah N 30° W dan N 90° E dari pusat erupsi, maka luas daerah terdampak adalah … (dalam satuan $km^2$).

**Dampak Perubahan Iklim dan Urgensi Aksi Global**

Sistem iklim Bumi adalah jejaring kompleks di mana gangguan pada satu komponen memicu efek berantai lintas lapisan. Peristiwa musim kemarau basah di Indonesia Juli-Agustus 2015 yang memicu bencana hidrometeorologi dari barat hingga timur Nusantara menjadi contoh nyata bagaimana ketidakseimbangan iklim berdampak lokal. Fenomena ini berakar pada mekanisme global: akumulasi gas rumah kaca/GRK ($CO_2$, $CH_4$) memerangkap panas lebih banyak di permukaan, memicu *umpan balik positif* di mana kenaikan suhu melepas GRK tambahan dari sumber seperti permafrost kutub—sebagaimana dijelaskan dalam konsep soal permafrost.

Gangguan pada sirkulasi atmosfer, baik di troposfer maupun stratosfer, mengubah pola cuaca ekstrem. Melemahnya pusaran kutub (polar vortex) akibat fenomena *stratospheric sudden warming* (SSW) atau pergeseran angin baratan belahan Selatan dapat mengintensifkan anomali iklim regional seperti kemarau basah. Sementara itu, pencairan kriosfer (es daratan/gletser) dan pemuaian termal lautan berkontribusi pada kenaikan muka laut (~3.3 mm/tahun) yang menekan lempeng tektonik—potensial meningkatkan aktivitas vulkanik meskipun letusan gunung api sendiri dapat mendinginkan suhu sementara melalui aerosol stratosfer.

Interaksi ini memperlihatkan paradoks: alam berusaha menyeimbangkan diri melalui mekanisme seperti penyerapan panas lautan (>90% kelebihan panas) atau umpan balik es-albedo, tetapi sering kali disertai konsekuensi bencana. Pengasaman laut akibat serapan $CO_2$ berlebihan merusak ekosistem karang, sementara perubahan pola ENSO mengacaukan siklus hujan tropis. Efek domino ini tercermin dalam soal-soal terkait dinamika laut, *radiative forcing*, dan sensitivitas iklim.

Tantangan kita kini adalah memutus rantai dampak ini melalui mitigasi berbasis sains dan adaptasi terencana. Pengurangan emisi GRK, pelestarian ekosistem penyerap karbon (hutan, mangrove), dan inovasi energi bersih bukan lagi pilihan—melainkan keharusan untuk mencegah amplifikasi bencana hidrometeorologi di masa depan.

18. **[e]** Di wilayah kutub, pemanasan suhu permukaan telah menyebabkan pencairan permafrost. Permafrost yang mencair melepaskan gas rumah kaca seperti metana ($CH_4$) dan karbon dioksida ($CO_2$) yang tersimpan dalam tanah beku selama ribuan tahun. Apa konsekuensi utama dari pencairan permafrost terhadap sistem iklim global?

    a. Metana yang dilepaskan mempercepat pemanasan global sebagai umpan balik positif

    b. Pencairan permafrost menyebabkan terbentuknya awan pendingin di atmosfer

    c. Pelepasan $CO_2$ dari permafrost mengurangi efek rumah kaca secara alami

    d. Proses ini bersifat negatif karena menstabilkan suhu kutub

e. Permafrost mencair menghasilkan pendinginan regional akibat pelepasan air dingin

19. **[m]** Selama beberapa dekade terakhir, pengamatan atmosfer menunjukkan bahwa jumlah kejadian stratospheric sudden warming (SSW) meningkat di musim dingin belahan bumi utara. Peristiwa ini ditandai oleh pemanasan mendadak stratosfer kutub dan pelemahan pusaran kutub (polar vortex). Dampak SSW merambat ke bawah dan dapat memicu gelombang dingin ekstrem di lintang menengah seperti Eropa dan Amerika Utara. Apa penjelasan paling logis dari pilihan di bawah ini mengapa peristiwa di stratosfer dapat mempengaruhi cuaca permukaan secara signifikan?

    a. Perubahan suhu di stratosfer langsung menurunkan suhu troposfer melalui konduksi energi vertikal.

    b. Stratosfer dan troposfer adalah lapisan tertutup yang tidak saling mempengaruhi, sehingga fenomena SSW tidak berdampak pada cuaca.

    c. SSW menyebabkan redistribusi energi matahari ke kutub, memicu pendinginan global jangka panjang.

    d. Gangguan di stratosfer mengubah pola jet stream, memungkinkan udara dingin kutub menyusup ke lintang menengah.

    e. Pemanasan di stratosfer meningkatkan curah hujan di daerah tropis karena peningkatan tekanan stratosfer.

20. **[m]** Mengapa variasi output Matahari tidak dianggap sebagai penyebab utama pemanasan global modern?

    a. Karena variasi matahari hanya berdampak pada musim hujan

    b. Karena pengaruhnya hanya bersifat regional

    c. Karena data pengamatan sejak 1970-an menunjukkan tidak ada peningkatan kecerahan Matahari

    d. Karena variasi matahari menyebabkan pendinginan global

    e. Karena sinar UV tidak menembus ke troposfer

21. **[h]** Sebuah studi terbaru memodelkan perubahan pola angin baratan (*westerlies*) di belahan bumi selatan akibat peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (GRK). Hasil menunjukkan bahwa intensitas angin baratan meningkat dan porosnya bergeser lebih ke arah kutub. Perubahan ini berdampak langsung terhadap sistem cuaca lintang menengah, seperti frekuensi badai ekstra tropis dan distribusi curah hujan di wilayah seperti Patagonia, Selandia Baru, dan bagian selatan Australia. Selain itu, pola upwelling laut juga mengalami intensifikasi akibat gesekan angin permukaan yang lebih kuat. Berdasarkan informasi tersebut, manakah pernyataan yang paling tepat mengenai implikasi atmosferis dan *oceanic* dari fenomena tersebut?

a. Pergeseran angin baratan ke arah kutub mengurangi pembentukan siklon di wilayah tropis.

b. Peningkatan intensitas angin baratan akan meningkatkan curah hujan di lintang menengah atas khatulistiwa.

c. Upwelling yang lebih kuat menyebabkan peningkatan suhu permukaan laut di wilayah pesisir barat Amerika Selatan.

d. Intensifikasi angin baratan dapat mengganggu pola sirkulasi global seperti Hadley Cell dan menurunkan efektivitas curah hujan musiman.

e. Perubahan ini menunjukkan bahwa wilayah lintang tinggi akan lebih sering mengalami tekanan tinggi, memperbesar risiko kekeringan di sabuk subtropis.

22. **[m]** Interaksi rumit antara uap air, aerosol, dan awan menciptakan ketidakpastian besar dalam proyeksi iklim global. Apa fungsi dari "*mixed layer*" dalam pertukaran karbon antara atmosfer dan laut?

a. Menyimpan karbon dalam jangka panjang

b. Bertinfak sebagai lapisan isolasi karbon

c. Bertukar karbon dengan atmosfer secara cepat

d. Menyerap radiasi inframerah yang dapat mendinginkan bumi

e. Memantulkan sinar matahari yang dapat menahan persebaran karbon

23. **[m]** Why is carbon dioxide ($CO_2$) regarded as a weaker greenhouse gas than methane ($CH_4$)?

a. Because it is lighter

b. Because it is more stable

c. Because it is easier to exchange carbon and release heat

d. Because it is more efficient at absorbing heat (per kilogram)

e. Because its concentration is higher in the atmosphere

24. **[e]** Mengapa atmosfer bersifat transparan terhadap foton tampak tetapi *opaque* terhadap foton inframerah? (pilihlah pernyataan yang paling tepat)

a. Karena foton tampak memiliki energi lebih besar

b. Karena foton inframerah tidak dipancarkan oleh Matahari

c. Karena foton tampak dipantulkan oleh awan

d. Kerena frekuensi gelombangnya tidak sama yang mengkibatkan pebedaan dalam sifat atmosfer

e. Karena panjang gelombangnya berbeda dan molekul di atmosfer menyerap inframerah

25. **[e]** Seiring meningkatnya kadar $CO_2$ di atmosfer, lebih banyak karbon dioksida yang larut ke laut, membentuk asam karbonat dan menurunkan pH laut. Proses ini disebut pengasaman laut dan berdampak pada organisme laut seperti karang dan plankton berkapur. Bagaimana pengasaman laut dapat memengaruhi siklus karbon global?

a. Meningkatkan penyerapan karbon oleh organisme laut

b. Meningkatkan produktivitas primer di zona fotik

c. Mempercepat proses fotosintesis fitoplankton

d. Menurunkan kemampuan laut menyerap karbon di masa depan

e. Tidak memengaruhi keseimbangan karbon karena laut sistem tertutup

26. **[e]** Salah satu umpan balik penting dalam sistem iklim adalah umpan balik es–albedo. Ketika es mencair akibat pemanasan, permukaan yang lebih gelap (laut atau tanah) menyerap lebih banyak energi matahari, yang menyebabkan pemanasan lebih lanjut dan pencairan lebih besar. Tipe umpan balik dalam kasus ini adalah…

a. Umpan balik negatif karena menstabilkan iklim

b. Umpan balik positif karena memperkuat pemanasan

c. Umpan balik linier karena suhu meningkat sebanding

d. Bukan umpan balik karena tidak melibatkan energi

e. Umpan balik nol karena albedo tetap

27. **[e]** Mengapa gas seperti $O_2$ dan $N_2$ tidak menyebabkan efek rumah kaca?

a. Karena tidak menyerap radiasi inframerah

b. Karena terlalu berat untuk bertahan di atmosfer

c. Karena mereka memantulkan cahaya tampak

d. Karena bersifat basa dan netral secara kimia

e. Karena tidak bercampur dengan gas lain di atmosfer

28. **[e]** IPCC melaporkan laju kenaikan muka laut sekitar 3.3 mm per tahun dalam dua dekade terakhir. Apa mekanisme utama penyumbang kenaikan muka laut jangka panjang?

a. Angin pasat yang menggeser massa air

b. Pencairan es laut Arktik

c. Pertumbuhan terumbu karang

d. Pemuaian termal dan pencairan es daratan

e. Kenaikan muka tanah akibat gempa

29. **[h]** ENSO adalah contoh variabilitas iklim tropis yang memengaruhi sirkulasi atmosfer global. Apa konsekuensi utama dari melemahnya sirkulasi Walker selama peristiwa El Niño?

a. Terbentuknya awan cumulonimbus yang lebih kuat di wilayah Afrika Timur

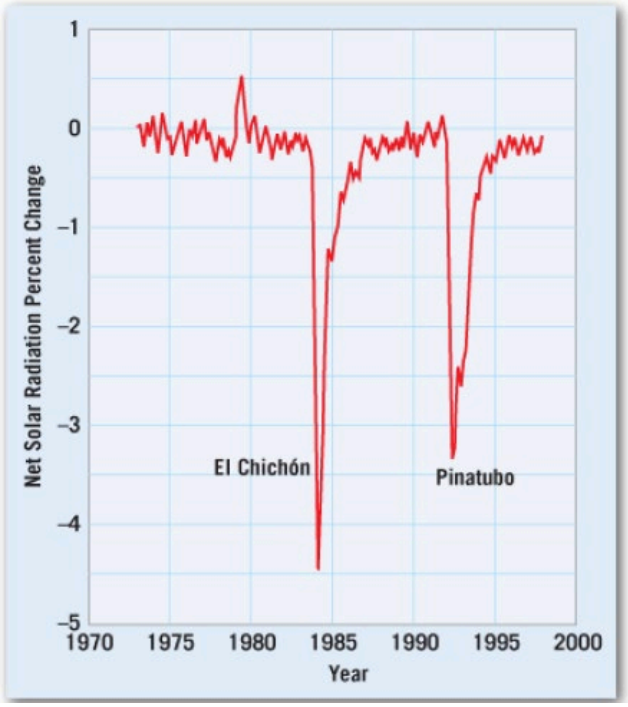
b. Penurunan curah hujan ekstrem di tengah Samudra Pasifik

c. Konsentrasi hujan dan awan bergeser dari wilayah maritim Indonesia ke tengah Samudra Pasifik

d. Pendinginan suhu laut secara drastis di sepanjang khatulistiwa Pasifik

e. Peningkatan tekanan permukaan laut di sepanjang Pantai Peru dan Ekuador

30. **[m]** Grafik menunjukkan perubahan persentase radiasi matahari bersih yang mencapai permukaan, diukur dari Observatorium Mauna Loa, Hawaii, relatif terhadap tahun 1970. Terlihat dua penurunan tajam yang bertepatan dengan letusan gunung El Chichón (1982) dan Pinatubo (1991).




Apa penjelasan ilmiah paling tepat mengenai mekanisme yang menyebabkan penurunan radiasi matahari dalam grafik tersebut setelah letusan gunung El Chichón dan Pinatubo?

a. Awan debu dari letusan menurunkan albedo atmosfer sehingga lebih banyak radiasi diserap

b. Aerosol vulkanik di troposfer meningkatkan efek rumah kaca jangka pendek

c. Lapisan ozon rusak dan menyebabkan lebih banyak radiasi diserap oleh stratosfer

d. Aerosol sulfat di stratosfer memantulkan radiasi matahari, menurunkan radiasi yang mencapai permukaan

e. Pelepasan $CO_2$ besar-besaran dari letusan menyebabkan pemanasan cepat yang menyerap lebih banyak energi

31. **[h]** Atmosfer Bumi bukan benda hitam sempurna, melainkan benda abu-abu dengan emisivitas kurang dari 1. Emisivitas atmosfer berperan besar dalam menentukan keseimbangan energi radiasi dan suhu permukaan Bumi. Jika emisivitas atmosfer turun dari 1 menjadi 0.8, efek apa yang paling mungkin terjadi terhadap suhu permukaan Bumi?

    a. Suhu permukaan naik karena lebih banyak energi diserap atmosfer

    b. Suhu permukaan turun karena lebih banyak radiasi lolos ke luar angkasa

    c. Tidak terjadi perubahan karena radiasi matahari tetap

    d. Suhu atmosfer naik, tapi suhu permukaan tetap

    e. Suhu permukaan naik karena efek rumah kaca meningkat

32. **[m]** Fenomena El Niño–Southern Oscillation (ENSO) menyebabkan variabilitas iklim interannual yang besar, memengaruhi suhu global, pola curah hujan, dan bahkan konsentrasi $CO_2$ di atmosfer. Mengapa selama peristiwa El Niño konsentrasi $CO_2$ atmosfer cenderung naik?

    a. Fotosintesis meningkat karena suhu lebih hangat

    b. Penguapan laut menurun, mengurangi pelarutan $CO_2$

    c. Kekeringan di hutan tropis mengurangi serapan karbon

    d. Emisi vulkanik meningkat saat El Niño

    e. Laut menyerap lebih banyak karbon karena suhunya dingin

**Esai**

33. Sebanyak 2 kg uap air mengembun menjadi air cair di awan. Hitung besar energi panas laten yang dilepaskan ke udara sekitarnya. Gunakan $L_v = 2.5 \times 10^6$ J/kg.

## *CORAL BLEACHING* DI RAJA AMPAT

Raja Ampat di Papua selama ini dikenal sebagai surga wisata laut. Pengunjung dapat menikmati keindahan terumbu karang dengan aneka ragam flora dan fauna bawah lautnya yang sangat indah. Namun demikian saat ini terjadi kekhawatiran bahwa terumbu karang di Raja Ampat mengalami *coral bleaching* (pemutihan koral). Kebanyakan koral pembentuk terumbu mengandung *zooxanthellae*, yang merupakan *dinoflagellate* bersel tunggal yang hidup di dalam jaringan koral.

Pemutihan adalah respons yang terjadi saat simbiosis antara koral dan *zooxanthellae* memburuk dan *zooxanthellae* dikeluarkan dari inang karang atau ketika pigmen dalam *zooxanthellae* terdegradasi. Hilangnya *zooxanthellae* membuat kerangka koral berupa kalsium karbonat putih terlihat melalui jaringan transparan, membuat koral tampak putih cerah atau 'memutih'.

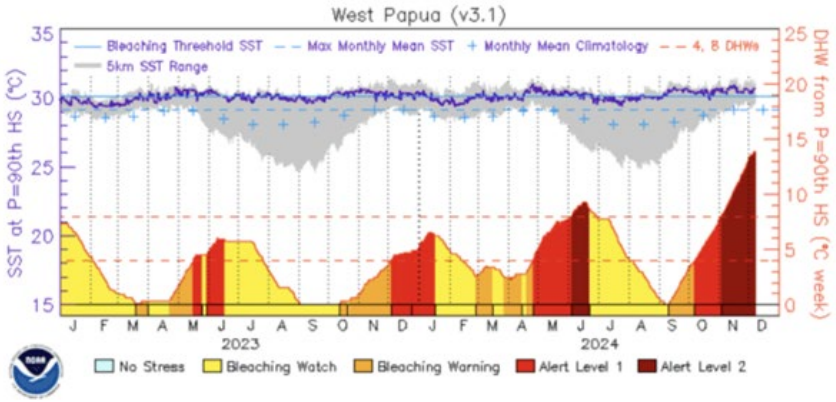
Koral dapat bertahan untuk beberapa waktu (yaitu, beberapa hari atau bulan) tanpa *zooxanthellae* mereka, akan tetapi jika terus berlanjut, koral mungkin kelaparan dan mati. Penyebab utama pemutihan massal adalah peningkatan suhu air yang dikombinasikan dengan radiasi matahari. Namun, pemutihan juga dapat disebabkan oleh sejumlah faktor yang disebabkan oleh manusia dan alamiah lainnya seperti perubahan salinitas, kimia air (misalnya pengasaman), pengendapan sedimen dan lain-lain.

Masalah yang dihadapi di Raja Ampat adalah terjadinya pemanasan air laut. Koral di Raja Ampat bisa hidup sehat di air dengan temperatur antara 23–29 °C. Namun dalam beberapa tahun terakhir terjadi pemanasan air laut. Koral sangat sensitif jika temperatur berada di atas batas atas temperature *bleaching*, yaitu 1°C di atas temperatur rata-rata tertinggi saat per bulan (*Maximum Monthly Mean*/MMM dari *Sea Surface temperature*/SST). Pengaruh panas yang dialami koral dapat dihitung menggunakan parameter *Degree Heating Week*(***DHW***) yaitu panas (disebut *Coral Bleaching Hotspots*) yang terakumulasi di sebuah area selama 12 minggu terakhir, sedangkan HotSpot = SST - MMM_SST_climatology. MMM_SST_climatology adalah SST saat bulan paling panas dalam setahun.

Rumus perhitungan ***DHW*** adalah

$$DHW_i = \sum_{j=i-83}^{i} \left(\frac{HS_j}{7}\right)$$

Dengan $HS_j$ >= 1,$\boldsymbol{HS_j}$: *Coral Bleaching Hot Spot*.




Gambar 1. Analisis DHW di Papua Barat dan peringatan tingkat bahaya terjadinya pemutihan koral pada tahun 2023–2024 (sumber: NOAA).

34. **[e]** Rumus umum mineral yang membangun kerangka koral adalah ...

    a. $CaCO_3$
    b. $MgO_2$
    c. $Fe_2O_3$
    d. $Mg_2CO_3$
    e. $K_2CO_3$

35. **[m]** Koral atau karang adalah invertebrata laut yang masuk subfilum *Anthozoa.* Subfilum ini termasuk dalam filum yang dikenal sebagai ...

    a. Molusca
    b. Annelida
    c. Porifera
    d. Cnidaria
    e. Echinodermata

36. **[m]** Mana pernyataan yang tidak tepat mengenai koral dan *coral bleaching*?

    a. Koral melepaskan algae *eukaryotic*yang mengakibatkan *bleaching*
    b. Penyebab utamanya adalah kenaikan temperatur air
    c. Dapat terjadi akibat pengasaman air laut oleh karena penurunan kadar $CO_2$ di air
    d. Perubahan pH air laut juga cukup berpengaruh
    e. Adanya *zooxanthellae* menjadikan koral berwarna-warni

37. **[m]** Based on information from the text**.** In West Papua, 29 °C is the value for:

    a. Sea surface temperature

    b. Mean monthly maximum sea surface temperature

    c. Temperature difference between the minimum survival temperature for corals and sea surface temperature

    d. Coral Bleaching Hot Spot temperature

    e. Maximum bleaching temperature

38. **[e]** Di Papua Barat, pada temperatur air berapakah koral berpotensi mulai mengalami *bleaching*?

    a. 32 °C

    b. 31 °C

    c. 30 °C

    d. 29 °C

    e. 28 °C

39. **[m]** Pernyataan manakah di bawah ini yang **tidak** tepat mengenai ***DHW***?

    a. menunjukkan tekanan panas yang diterima dalam waktu 3 bulan di suatu area

    b. tergantung temperatur rata-rata tertinggi per bulan

    c. dihitung berdasarkan temperatur permukaan air laut

    d. mempertimbangkan temperatur bulan terpanas dalam satu tahun

    e. semua nilai *hotspot* dipertimbangkan

40. **[e]** Kapankah koral di Papua Barat rentan terhadap *bleaching*?

    a. awal tahun

    b. pertengahan tahun

    c. akhir tahun

    d. akhir dan awal tahun

    e. pertengahan dan akhir tahun

41. **[e]** Pada zona manakah koral dapat hidup?

    a. *neritic*
    b. *mesopelagic*
    c. *aphotic*
    d. *bathyal*
    e. *hadal*

42. **[h]** Arus air laut yang bergerak di Papua Barat tidak terlepas dari fenomena Arus Lintas Indonesia. Manakah fenomena di bawah ini yang **tidak** benar terkait pembentukan arus di daerah tersebut?

    a. dipengaruhi adanya gerakan Halmahera Eddy
    b. arus terjadi berhubungan dengan Termoklin Pasifik Selatan
    c. gerakan massa air hangat pada lintang rendah dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia
    d. permukaan air di Pasifik barat rata-rata lebih rendah dari permukaan air di Samudera Hindia
    e. Massa air dari Pasifik bergerak melalui Laut Maluku menuju Laut Seram dengan melewati Selat Lifamatola

43. **[h]** Jika terumbu karang menjadi batugamping setelah mengalami proses geologi, pernyataan berikut ini yang tepat mengenai batugamping tersebut adalah...

    a. Batugamping akan didominasi oleh lumpur karbonat (*carbonate mud*)
    b. batugamping akan bersifat *autochtonus*
    c. batugampingnya bernama kalkarenit
    d. terutama terdiri dari batukapur (*chalk*)
    e. warna batugamping yang umumnya putih kotor menunjukkan bahwa koralnya dahulu mengalami *bleaching*

**Esai**

44. Data dari suatu area dalam jangka waktu 12 minggu yang berakhir pada tanggal 1 Juni, terdapat hanya 5 hari yang memiliki nilai *Coral Bleaching Hot Spots* di atas 0 °C, yaitu 1.0; 2.0; 0.8; 2.0 dan 1.5.

    Hitung ***DHW*** tanggal 1 Juni tersebut.

## Dampak Cuaca Antariksa dan Perubahan Iklim di Dunia dan di Indonesia

Bumi adalah sebuah sistem planet yang dinamis, kelayakhunian dan stabilitas perkembangannya secara konstan dipengaruhi oleh dua kekuatan fundamental yang beroperasi pada skala yang sangat berbeda. Kekuatan pertama bersifat eksternal, berasal dari dinamika bintang induk kita, Matahari, yang menghasilkan fenomena yang dikenal sebagai "cuaca antariksa". Kekuatan kedua bersifat internal, berakar pada evolusi atmosfer planet kita sendiri, yang saat ini mengalami "Perubahan Iklim" yang dipercepat oleh aktivitas antropogenik.

### Dua Dinamika yang Saling Memengaruhi

Dalam dekade terakhir, perhatian dunia terhadap fenomena perubahan iklim telah meningkat secara signifikan. Namun, di balik perubahan iklim yang disebabkan oleh aktivitas manusia, terdapat pula kekuatan alami dari luar angkasa yang turut memainkan peran, yaitu cuaca antariksa. Cuaca antariksa merujuk pada kondisi lingkungan ruang di sekitar Bumi yang dipengaruhi oleh aktivitas Matahari, terutama oleh fenomena seperti badai *geomagnetic*, lontaran massa korona (*coronal mass ejection*/CME) dan suar surya.

Kedua fenomena ini—cuaca antariksa dan perubahan iklim—meskipun berasal dari sumber yang berbeda, memiliki potensi dampak signifikan terhadap kehidupan di Bumi. Keduanya dapat mempengaruhi infrastruktur teknologi, pola cuaca, hingga kestabilan sistem ekologis global. Teks ini membahas secara terintegrasi bagaimana cuaca antariksa dan perubahan iklim berdampak pada dunia dan Indonesia, dengan meninjau mekanisme fisik yang mendasarinya dari perspektif astronomi, sains antariksa, dan sains keplanetan.

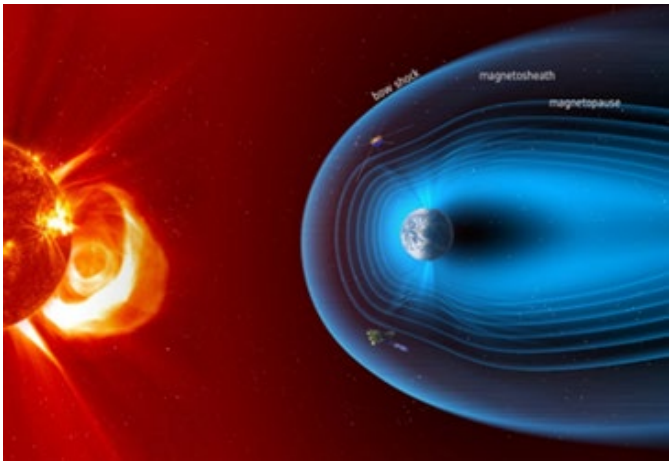
### Cuaca Antariksa dan Dinamika Energi Kosmik

Aktivitas Matahari seperti suar/*flare*, CME, dan angin surya adalah pemicu utama fenomena cuaca antariksa. Flare merupakan pelepasan energi elektromagnetik besar-besaran dari permukaan Matahari, sedangkan CME melibatkan lontaran partikel bermuatan (terutama proton dan elektron) ke luar atmosfer Matahari. Partikel-partikel berenergi tinggi ini berinteraksi dengan medan magnetik Bumi, menyebabkan badai *geomagnetic*, gangguan ionosfer, dan pembentukan aurora.

Secara fisika, energi kinetik dari partikel-partikel bermuatan yang bergerak dapat dihitung dengan persamaan:

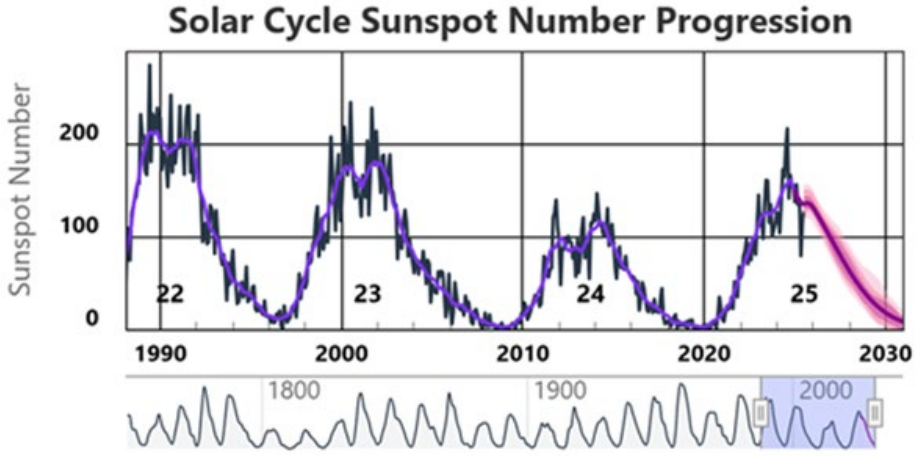
$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

dengan $m$ adalah massa partikel dan $v$ adalah kecepatannya. Partikel tersebut menimbulkan efek signifikan terhadap satelit dan komunikasi, terutama di lintang tinggi.




**Gambar 1.** Ilustrasi interaksi antara angin Matahari dan magnetosfer Bumi. Sumber: Wikipedia.

Selama periode maksimum aktivitas Matahari, seperti pada siklus ke-25 (2024–2025), intensitas *flare* dan CME meningkat, memperbesar risiko terhadap infrastruktur berbasis ruang. Gambar 2 di bawah ini menunjukkan fluktuasi jumlah bintik Matahari (*sunspot number*) dari siklus ke-23 hingga siklus ke-25, sebagai indikator utama intensitas aktivitas Matahari. Terlihat bahwa siklus ke-25 menunjukkan peningkatan aktivitas yang cukup signifikan dibandingkan siklus ke-24, menandakan fase maksimum baru yang mempengaruhi cuaca antariksa global.




**Gambar 2.** Siklus Aktivitas Matahari ke-23 hingga ke-25 berdasarkan jumlah bintik Matahari bulanan (*Monthly Sunspot Number*). Data dari NOAA SWPC (2024).

Selama puncak siklus ini, cuaca antariksa menyebabkan peningkatan gangguan terhadap sistem komunikasi dan navigasi satelit. Di Indonesia, meskipun letaknya di khatulistiwa mengurangi risiko langsung, gangguan ionosfer dapat menyebabkan *scintillation* sinyal GPS dan komunikasi radio HF, serta dampak tak langsung dari gangguan global terhadap sistem satelit (Yusriani et al., 2023).

**Perubahan Iklim dan Energi di Atmosfer Bumi**

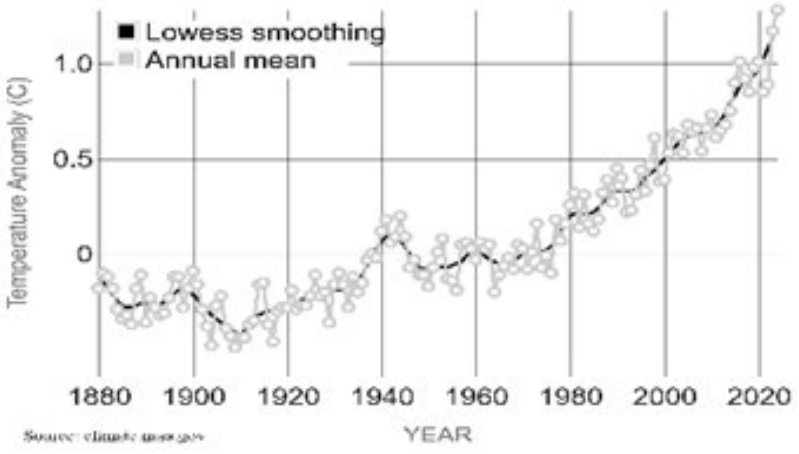
Perubahan iklim didefinisikan sebagai pergeseran jangka panjang dalam temperatur dan pola cuaca rata-rata. Secara ilmiah, pemanasan global—sebagai manifestasi utama perubahan iklim—didorong oleh peningkatan konsentrasi gas rumah kaca seperti karbon dioksida ($CO_2$), metana ($CH_4$), dan uap air di atmosfer. Emisi ini berasal dari aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil, deforestasi, dan pertanian intensif.

Efek rumah kaca dapat dimodelkan menggunakan persamaan radiasi Stefan–Boltzmann:

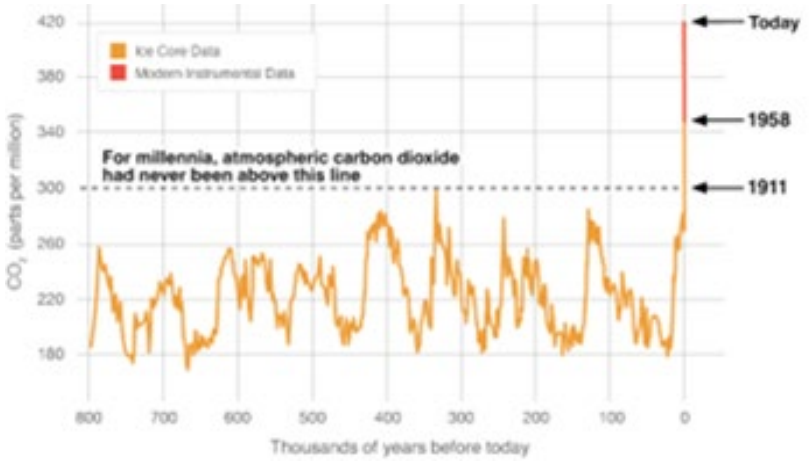
$$P = \sigma A T^4$$

di mana $P$ adalah daya radiasi, $A$ adalah luas permukaan, $T$ adalah suhu absolut, dan $\sigma$ adalah konstanta Stefan–Boltzmann ($5{,}67 \times 10^{-8}$ W/m²K⁴). Peningkatan gas rumah kaca mengakibatkan lebih banyak energi Matahari yang terperangkap dalam sistem Bumi, meningkatkan suhu rata-rata global.

Gambar 3 menunjukkan tren peningkatan suhu global selama 100 tahun terakhir (a) yang dikaitkan dengan peningkatan konsentrasi $CO_2$ (b). Di Indonesia, dampaknya terasa dalam bentuk perubahan pola curah hujan, peningkatan suhu ekstrem, serta kenaikan permukaan laut yang mengancam wilayah pesisir dan pulau kecil.




(a)




**Gambar 3.** Tren suhu global (a) dan konsentrasi $CO_2$ (b) sejak 1880. Sumber: NASA GISS (2024).

**Integrasi Sains Antariksa dan Sains Keplanetan**

Astronomi dan sains keplanetan menawarkan lensa unik untuk memahami kedua fenomena Cuaca Antariksa dan Perubahan Iklim. Antara lain berupa,

1. Pemantauan Satelit: Satelit LAPAN-A2/ORARI melacak emisi $CO_2$ dan aktivitas Matahari, sementara data observatorium Bosscha menganalisis variabilitas iradiasi surya.
2. Model Exoplanet: Studi atmosfer Venus (efek rumah kaca ekstrem, suhu permukaan 465 °C) menjadi peringatan untuk skenario perubahan iklim tak terkendali.
3. Rekonstruksi Paleoklimatologi: Inti es Antartika mengungkap korelasi historis antara minimum Maunder (aktivitas Matahari rendah) dan "Zaman Es Kecil" abad ke-17.

**Indonesia: Di Antara Cuaca Antariksa dan Krisis Iklim**

Indonesia sebagai negara kepulauan tropis menghadapi tantangan ganda. Meskipun secara geografis terlindung dari efek langsung cuaca antariksa ekstrem, Indonesia tetap terdampak oleh degradasi sistem navigasi berbasis satelit dan sistem komunikasi global yang dipengaruhi gangguan *geomagnetic*. Gangguan ini terutama signifikan bagi sektor transportasi udara, sistem pemantauan bencana, dan sistem navigasi laut.

Dalam konteks perubahan iklim, Indonesia termasuk negara yang paling rentan. Pemanasan global berdampak langsung terhadap naiknya suhu permukaan laut, memperparah fenomena seperti *bleaching* terumbu karang dan memperbesar risiko bencana hidrometeorologi seperti banjir dan kekeringan. Sebagai contoh, penelitian oleh BMKG tahun 2023 menemukan bahwa produksi padi turun 5–15% karena pergeseran musim hujan dan kekeringan ekstrem di NTT. Selain itu kenaikan

permukaan laut 3–10 mm/tahun menggerus 42% garis pantai Jawa, dengan banjir rob di Semarang menggenangi permukiman permanen.

**Penutup dan Arah Strategis Mitigasi**

Pemahaman terhadap dampak cuaca antariksa dan perubahan iklim bukan hanya penting bagi ilmuwan, tetapi juga bagi pembuat kebijakan, sektor industri, dan masyarakat luas. Kedua fenomena ini merupakan aspek penting dalam perencanaan ketahanan teknologi, energi, dan lingkungan hidup jangka panjang. Kebijakan mitigasi dan adaptasi harus mencakup penguatan sistem pemantauan cuaca antariksa (*space weather monitoring*), integrasi data satelit dalam sistem peringatan dini perubahan iklim global, serta peningkatan literasi sains di tingkat pendidikan dasar hingga tinggi.

**Referensi**

**NASA Goddard Institute for Space Studies (GISS). (2024).** *Global temperature and carbon dioxide trends*. National Aeronautics and Space Administration. https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/

**NOAA Space Weather Prediction Center (SWPC). (2024).** *Solar cycle progression*. National Oceanic and Atmospheric Administration. https://www.swpc.noaa.gov/products/solar-cycle-progression

**Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). (2023).** *Buletin iklim bulanan Indonesia: Climate outlook 2023*. https://iklim.bmkg.go.id/bmkgadmin/storage/buletin/BMKG%20Climate%20Outlook%202023.pdf

**IPCC. (2023).** *Climate change 2023: Synthesis report. Summary for policymakers.* Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-synthesis-report/

**Usoskin, I. G., Kovaltsov, G. A., & Mishev, A. L. (2022).** Solar activity and cosmic rays: The link to Earth's climate. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, 231*, 105771. https://doi.org/10.1016/j.jastp.2022.105771

**Yusriani, D., Hidayat, R., & Putra, A. (2023).** The equatorial ionosphere responses to geomagnetic storms in Indonesia. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, 239*, 105123. https://doi.org/10.1016/j.jastp.2023.105123

45. **[m]** The text discusses space weather and climate change together. What is the most logical conclusion about the author's primary reason for integrating these two distinct phenomena?

    a. To argue that increased solar activity from space weather is the primary driver of modern anthropogenic climate change.

    b. To demonstrate that both phenomena, one external and one internal, pose significant and converging threats to Earth's technological infrastructure and ecological stability.

    c. To show that mitigation strategies for space weather, such as satellite monitoring, are identical to those for climate change.

    d. To highlight that both space weather and climate change are exclusively natural processes that human activity cannot influence.

    e. To suggest that the study of exoplanets like Venus is only useful for understanding space weather, not climate change.

46. **[e]** *Coronal Mass Ejection* (CME) adalah semburan besar partikel bermuatan dan plasma dari atmosfer matahari (korona) yang terlontar ke ruang antariksa. Jika diperkirakan sebanyak $10^{15}$ proton menabrak magnetosfer Bumi, dengan masing-masing proton memiliki kecepatan 1000000 m/s dan massa $1{,}67\times10^{-27}$ kg,. Berapa total momentum linier yang ditransfer oleh semua proton ke magnetosfer Bumi ?(dalam satuan kg m/s)

    a. $1{,}67 \times 10^{-15}$

    b. $1{,}67 \times 10^{-11}$

    c. $1{,}67 \times 10^{-6}$

    d. $1{,}67 \times 10^{1}$

    e. $1{,}67 \times 10^{8}$

47. **[h]** Data *sunspot number* pada siklus ke-24 memiliki rata-rata adalah 40 dengan simpangan baku 12. Diasumsikan data memiliki distribusi normal. Jika ditentukan ambang batas "aktivitas rendah" adalah kurang dari 25 *sunspot*, berapa probabilitas suatu bulan termasuk dalam kategori ini? Rumus menghitung probabilitas Z untuk suatu nilai data pengamatan yang dianggap berdistribusi normal adalah $Z = \frac{X-\mu}{\sigma}$, dengan $\mu$= rata-rata, $\sigma$= simpangan baku. Catatan: Lihat tabel probabilitas Z distribusi normal yang diberikan dalam soal esai.

    a. 8.85 %

    b. 10.56 %

    c. 12.51 %

    d. 36.32 %

e. 68.27%

48. **[h]** An observer at latitude 10° sees an aurora near the northeastern horizon with an elevation angle of 5°, occurring 150 km above the Earth's surface. What is the approximate horizontal (ground) distance to the Aurora? The mean radius of the Earth is R=6371 kilometres. (To approach straight-line geometry, use the tangent rule or height-distance formula).

    a. 860 km

    b. 1150 km

    c. 1500 km

    d. 1715 km

    e. 2000 km

49. **[e]** Aktivitas Matahari, seperti munculnya *sunspot* (bintik matahari), memiliki dampak signifikan terhadap kondisi ionosfer Bumi. Ketika jumlah *sunspot* meningkat, emisi radiasi dan partikel bermuatan dari Matahari juga bertambah, menyebabkan gangguan pada lapisan ionosfer. Salah satu indikator gangguan ini adalah perubahan *Total Electron Content* (TEC), yang memengaruhi propagasi sinyal GPS dan komunikasi radio. Untuk mempelajari hubungan antara *sunspot* dan gangguan ionosfer secara kuantitatif, diperlukan pendekatan berbasis data observasi. Bagaimana cara terbaik untuk memodelkan hubungan kuantitatif antara peningkatan jumlah *sunspot* dan intensitas gangguan ionosfer?

    a. Menggunakan hukum Ohm dalam plasmasfer

    b. Melalui integrasi diferensial suhu permukaan Matahari

    c. Menggunakan rumus efek Doppler terhadap angin Matahari

    d. Menghitung energi dari flare berdasarkan emisi radio

    e. Menggunakan analisis korelasi statistik antara *sunspot number* dan TEC

50. **[m]** Apa yang menjadi pemicu utama dari fenomena cuaca antariksa menurut teks tersebut?

    a. Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer Bumi.

    b. Perubahan jangka panjang dalam temperatur dan pola cuaca rata-rata.

    c. Aktivitas Matahari seperti flare, lontaran massa korona (CME), dan angin surya.

    d. Efek rumah kaca ekstrem yang terjadi di planet seperti Venus.

e. Penurunan jumlah bintik matahari yang mengarah ke zaman es kecil.

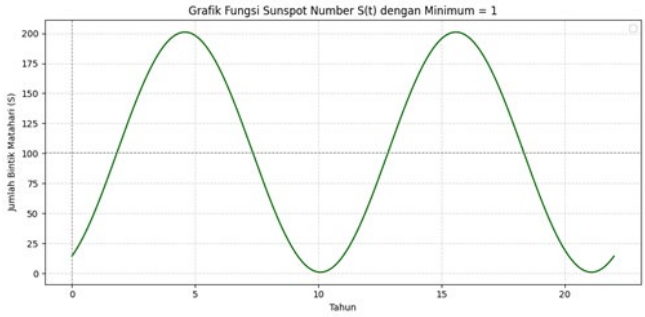
51. **[m]** Daya radiasi suatu benda hitam berbanding lurus dengan pangkat empat suhu absolutnya. Perhitungan ini relevan dalam studi perubahan iklim, karena menggambarkan bagaimana kenaikan suhu memengaruhi keseimbangan energi Bumi. Bila Bumi dapat dimodelkan sebagai pemancar radiasi termal, di mana peningkatan suhu permukaan akan meningkatkan energi yang dipancarkan ke ruang angkasa. Jika suhu permukaan Bumi naik dari 288 K menjadi 291.5 K, maka perubahan daya radiasi adalah …. (Konstanta Stefan-Boltzmann $\sigma = 5.67 \times 10^{-8}$ W/m²K⁴).

    a. ~12.3 W/m²
    b. ~10.2 W/m²
    c. ~9.6 W/m²
    d. ~14.7 W/m²
    e. ~19.3 W/m²

52. **[e]** Cuaca antariksa, terutama badai geomagnetik dan peningkatan radiasi akibat semburan partikel energetik dari Matahari, berdampak paling kuat di wilayah dekat kutub magnet Bumi. Hal ini terjadi karena ...

    a. atmosfer di daerah kutub lebih tipis, sehingga partikel energetik Matahari lebih mudah menembus dan berinteraksi
    b. partikel bermuatan tersebut lebih mudah terperangkap dan mengikuti garis medan magnet planet menuju kutub
    c. partikel bermuatan tersebut datang dari titik fokus orbit Bumi
    d. medan magnet Bumi lebih kuat dan terkonsentrasi di daerah kutub, sehingga menarik lebih banyak partikel bermuatan dari Matahari
    e. aurora yang sering terjadi di kutub menciptakan kondisi yang memerangkap partikel energetik Matahari di ionosfer kutub

53. **[m]** *Sunspot* number dapat dimodelkan (aproksimasi) sebagai fungsi sinusoidal periodik S(t). Perhatikan grafik yang diberikan berikut:




Berapa nilai sudut fase $\phi$ fungsi tersebut jika diberitahu bahwa jumlah maksimal *sunspot* = 201 dan rata-rata-nya 101?

a. $-\frac{\pi}{11}$
b. $\frac{\pi}{22}$
c. $\frac{2\pi}{11}$
d. $\frac{\pi}{2}$
e. $-\frac{\pi}{3}$

54. **[e]** Periode Minimum Maunder (1645-1715) mencatat penurunan ekstrem aktivitas bintik Matahari dan bertepatan dengan fase terdingin Zaman Es Kecil, di mana suhu global turun signifikan. Korelasi historis ini menunjukkan potensi pengaruh variabilitas Matahari terhadap iklim Bumi, namun mekanismenya kompleks dan melibatkan interaksi dengan faktor lain. Dalam konteks perubahan iklim modern, penting untuk mengevaluasi apakah korelasi ini menyiratkan hubungan kausal langsung atau sekadar kontribusi parsial. Kesimpulan paling valid dari korelasi tersebut adalah:

a. Aktivitas Matahari adalah pengendali dominan iklim global, dan penurunannya secara langsung memicu zaman es.
b. Penurunan aktivitas Matahari dapat berkontribusi pada pendinginan sementara, tetapi tidak meniadakan efek akumulasi gas rumah kaca jangka panjang.
c. Variasi aktivitas Matahari merupakan faktor kunci dalam fluktuasi iklim jangka pendek, sementara gas rumah kaca mengontrol tren jangka panjang.
d. Suhu global dipengaruhi oleh umpan balik antara radiasi Matahari dan sistem iklim alami, sehingga perubahan kecil di Matahari dapat diperkuat.
e. Korelasi membuktikan bahwa sistem iklim Bumi sangat sensitif terhadap perubahan radiasi Matahari, melebihi sensitivitas terhadap $CO_2$.

**Esai**

55. Indonesia menghadapi tantangan ganda dari cuaca antariksa (dipengaruhi siklus Matahari) dan perubahan iklim. Gambar 2 menunjukkan peningkatan signifikan aktivitas Matahari pada siklus ke-25 (2024–2025), sementara Gambar 3 mengonfirmasi kenaikan suhu global dan konsentrasi $CO_2$ yang mempercepat dampak perubahan iklim.

    **Pertanyaan:**

    **a. Energi Kinetik Proton dari CME.**

    Partikel proton dari *Coronal Mass Ejection* (CME) bergerak dengan kecepatan v=900000 m/s dan massa proton mp=$1.67\times10^{-27}$ kg. Hitung energi kinetik proton (tuliskan dalam satuan keV). Catatan: 1 Joule (J) = $6.242\times10^{18}$ eV.

    **b. Gangguan Magnetosfer dan *Scintillation* GPS**.

    Jelaskan bagaimana energi proton tersebut dapat mengganggu magnetosfer Bumi (lihat Gambar 1) dan menyebabkan *scintillation s*inyal GPS di wilayah Indonesia, meskipun letaknya di daerah khatulistiwa. Catatan: *Scintillation* GPS dapat dianalogikan dengan cahaya bintang yang tampak berkelap-kelip di langit malam akibat turbulensi atmosfer.

    **c. Perbandingan Risiko Antar Siklus Matahari.**

    Berdasarkan *data sunspot number* (SSN) pada Gambar 2, hitung kenaikan risiko absolut dan relatif kemungkinan gangguan teknologi komunikasi antara siklus Matahari ke-24 (rata-rata SSN = 40, σ =12) dan siklus ke-25 (rata-rata SSN = 75, σ =15). Ambil batas dianggap aktivitas tinggi bila SSN>60. Tuliskan kesimpulan Anda.

    Tabel distribusi normal Z (lihat halaman berikutnya).

## Tabel Z Distribusi Normal

| z | 0 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **-3.5** | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 |
| **-3.4** | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0002 |
| **-3.3** | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0003 |
| **-3.2** | 0.0007 | 0.0007 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| **-3.1** | 0.0010 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0007 | 0.0007 |
| **-3.0** | 0.0013 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| **-2.9** | 0.0019 | 0.0018 | 0.0018 | 0.0017 | 0.0016 | 0.0016 | 0.0015 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0014 |
| **-2.8** | 0.0026 | 0.0025 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0021 | 0.0020 | 0.0019 |
| **-2.7** | 0.0035 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0032 | 0.0031 | 0.0030 | 0.0029 | 0.0028 | 0.0027 | 0.0026 |
| **-2.6** | 0.0047 | 0.0045 | 0.0044 | 0.0043 | 0.0041 | 0.0040 | 0.0039 | 0.0038 | 0.0037 | 0.0036 |
| **-2.5** | 0.0062 | 0.0060 | 0.0059 | 0.0057 | 0.0055 | 0.0054 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0048 |
| **-2.4** | 0.0082 | 0.0080 | 0.0078 | 0.0075 | 0.0073 | 0.0071 | 0.0069 | 0.0068 | 0.0066 | 0.0064 |
| **-2.3** | 0.0107 | 0.0104 | 0.0102 | 0.0099 | 0.0096 | 0.0094 | 0.0091 | 0.0089 | 0.0087 | 0.0084 |
| **-2.2** | 0.0139 | 0.0136 | 0.0132 | 0.0129 | 0.0125 | 0.0122 | 0.0119 | 0.0116 | 0.0113 | 0.0110 |
| **-2.1** | 0.0179 | 0.0174 | 0.0170 | 0.0166 | 0.0162 | 0.0158 | 0.0154 | 0.0150 | 0.0146 | 0.0143 |
| **-2.0** | 0.0228 | 0.0222 | 0.0217 | 0.0212 | 0.0207 | 0.0202 | 0.0197 | 0.0192 | 0.0188 | 0.0183 |
| **-1.9** | 0.0287 | 0.0281 | 0.0274 | 0.0268 | 0.0262 | 0.0256 | 0.0250 | 0.0244 | 0.0239 | 0.0233 |
| **-1.8** | 0.0359 | 0.0351 | 0.0344 | 0.0336 | 0.0329 | 0.0322 | 0.0314 | 0.0307 | 0.0301 | 0.0294 |
| **-1.7** | 0.0446 | 0.0436 | 0.0427 | 0.0418 | 0.0409 | 0.0401 | 0.0392 | 0.0384 | 0.0375 | 0.0367 |
| **-1.6** | 0.0548 | 0.0537 | 0.0526 | 0.0516 | 0.0505 | 0.0495 | 0.0485 | 0.0475 | 0.0465 | 0.0455 |
| **-1.5** | 0.0668 | 0.0655 | 0.0643 | 0.0630 | 0.0618 | 0.0606 | 0.0594 | 0.0582 | 0.0571 | 0.0559 |
| **-1.4** | 0.0808 | 0.0793 | 0.0778 | 0.0764 | 0.0749 | 0.0735 | 0.0721 | 0.0708 | 0.0694 | 0.0681 |
| **-1.3** | 0.0968 | 0.0951 | 0.0934 | 0.0918 | 0.0901 | 0.0885 | 0.0869 | 0.0853 | 0.0838 | 0.0823 |
| **-1.2** | 0.1151 | 0.1131 | 0.1112 | 0.1093 | 0.1075 | 0.1056 | 0.1038 | 0.1020 | 0.1003 | 0.0985 |
| **-1.1** | 0.1357 | 0.1335 | 0.1314 | 0.1292 | 0.1271 | 0.1251 | 0.1230 | 0.1210 | 0.1190 | 0.1170 |
| **-1.0** | 0.1587 | 0.1562 | 0.1539 | 0.1515 | 0.1492 | 0.1469 | 0.1446 | 0.1423 | 0.1401 | 0.1379 |
| **-0.9** | 0.1841 | 0.1814 | 0.1788 | 0.1762 | 0.1736 | 0.1711 | 0.1685 | 0.1660 | 0.1635 | 0.1611 |
| **-0.8** | 0.2119 | 0.2090 | 0.2061 | 0.2033 | 0.2005 | 0.1977 | 0.1949 | 0.1922 | 0.1894 | 0.1867 |
| **-0.7** | 0.2420 | 0.2389 | 0.2358 | 0.2327 | 0.2296 | 0.2266 | 0.2236 | 0.2206 | 0.2177 | 0.2148 |
| **-0.6** | 0.2743 | 0.2709 | 0.2676 | 0.2643 | 0.2611 | 0.2578 | 0.2546 | 0.2514 | 0.2483 | 0.2451 |
| **-0.5** | 0.3085 | 0.3050 | 0.3015 | 0.2981 | 0.2946 | 0.2912 | 0.2877 | 0.2843 | 0.2810 | 0.2776 |
| **-0.4** | 0.3446 | 0.3409 | 0.3372 | 0.3336 | 0.3300 | 0.3264 | 0.3228 | 0.3192 | 0.3156 | 0.3121 |
| **-0.3** | 0.3821 | 0.3783 | 0.3745 | 0.3707 | 0.3669 | 0.3632 | 0.3594 | 0.3557 | 0.3520 | 0.3483 |
| **-0.2** | 0.4207 | 0.4168 | 0.4129 | 0.4090 | 0.4052 | 0.4013 | 0.3974 | 0.3936 | 0.3897 | 0.3859 |
| **-0.1** | 0.4602 | 0.4562 | 0.4522 | 0.4483 | 0.4443 | 0.4404 | 0.4364 | 0.4325 | 0.4286 | 0.4247 |
| **-0.0** | 0.5000 | 0.4960 | 0.4920 | 0.4880 | 0.4840 | 0.4801 | 0.4761 | 0.4721 | 0.4681 | 0.4641 |
| | | | | | | | | | | |
| **0.0** | 0.5000 | 0.5040 | 0.5080 | 0.5120 | 0.5160 | 0.5199 | 0.5239 | 0.5279 | 0.5319 | 0.5359 |
| **0.1** | 0.5398 | 0.5438 | 0.5478 | 0.5517 | 0.5557 | 0.5596 | 0.5636 | 0.5675 | 0.5714 | 0.5753 |
| **0.2** | 0.5793 | 0.5832 | 0.5871 | 0.5910 | 0.5948 | 0.5987 | 0.6026 | 0.6064 | 0.6103 | 0.6141 |
| **0.3** | 0.6179 | 0.6217 | 0.6255 | 0.6293 | 0.6331 | 0.6368 | 0.6406 | 0.6443 | 0.6480 | 0.6517 |
| **0.4** | 0.6554 | 0.6591 | 0.6628 | 0.6664 | 0.6700 | 0.6736 | 0.6772 | 0.6808 | 0.6844 | 0.6879 |
| **0.5** | 0.6915 | 0.6950 | 0.6985 | 0.7019 | 0.7054 | 0.7088 | 0.7123 | 0.7157 | 0.7190 | 0.7224 |
| **0.6** | 0.7257 | 0.7291 | 0.7324 | 0.7357 | 0.7389 | 0.7422 | 0.7454 | 0.7486 | 0.7517 | 0.7549 |
| **0.7** | 0.7580 | 0.7611 | 0.7642 | 0.7673 | 0.7704 | 0.7734 | 0.7764 | 0.7794 | 0.7823 | 0.7852 |
| **0.8** | 0.7881 | 0.7910 | 0.7939 | 0.7967 | 0.7995 | 0.8023 | 0.8051 | 0.8078 | 0.8106 | 0.8133 |
| **0.9** | 0.8159 | 0.8186 | 0.8212 | 0.8238 | 0.8264 | 0.8289 | 0.8315 | 0.8340 | 0.8365 | 0.8389 |
| **1.0** | 0.8413 | 0.8438 | 0.8461 | 0.8485 | 0.8508 | 0.8531 | 0.8554 | 0.8577 | 0.8599 | 0.8621 |
| **1.1** | 0.8643 | 0.8665 | 0.8686 | 0.8708 | 0.8729 | 0.8749 | 0.8770 | 0.8790 | 0.8810 | 0.8830 |
| **1.2** | 0.8849 | 0.8869 | 0.8888 | 0.8907 | 0.8925 | 0.8944 | 0.8962 | 0.8980 | 0.8997 | 0.9015 |
| **1.3** | 0.9032 | 0.9049 | 0.9066 | 0.9082 | 0.9099 | 0.9115 | 0.9131 | 0.9147 | 0.9162 | 0.9177 |
| **1.4** | 0.9192 | 0.9207 | 0.9222 | 0.9236 | 0.9251 | 0.9265 | 0.9279 | 0.9292 | 0.9306 | 0.9319 |
| **1.5** | 0.9332 | 0.9345 | 0.9357 | 0.9370 | 0.9382 | 0.9394 | 0.9406 | 0.9418 | 0.9429 | 0.9441 |
| **1.6** | 0.9452 | 0.9463 | 0.9474 | 0.9484 | 0.9495 | 0.9505 | 0.9515 | 0.9525 | 0.9535 | 0.9545 |
| **1.7** | 0.9554 | 0.9564 | 0.9573 | 0.9582 | 0.9591 | 0.9599 | 0.9608 | 0.9616 | 0.9625 | 0.9633 |
| **1.8** | 0.9641 | 0.9649 | 0.9656 | 0.9664 | 0.9671 | 0.9678 | 0.9686 | 0.9693 | 0.9699 | 0.9706 |
| **1.9** | 0.9713 | 0.9719 | 0.9726 | 0.9732 | 0.9738 | 0.9744 | 0.9750 | 0.9756 | 0.9761 | 0.9767 |
| **2.0** | 0.9772 | 0.9778 | 0.9783 | 0.9788 | 0.9793 | 0.9798 | 0.9803 | 0.9808 | 0.9812 | 0.9817 |
| **2.1** | 0.9821 | 0.9826 | 0.9830 | 0.9834 | 0.9838 | 0.9842 | 0.9846 | 0.9850 | 0.9854 | 0.9857 |
| **2.2** | 0.9861 | 0.9864 | 0.9868 | 0.9871 | 0.9875 | 0.9878 | 0.9881 | 0.9884 | 0.9887 | 0.9890 |
| **2.3** | 0.9893 | 0.9896 | 0.9898 | 0.9901 | 0.9904 | 0.9906 | 0.9909 | 0.9911 | 0.9913 | 0.9916 |
| **2.4** | 0.9918 | 0.9920 | 0.9922 | 0.9925 | 0.9927 | 0.9929 | 0.9931 | 0.9932 | 0.9934 | 0.9936 |
| **2.5** | 0.9938 | 0.9940 | 0.9941 | 0.9943 | 0.9945 | 0.9946 | 0.9948 | 0.9949 | 0.9951 | 0.9952 |
| **2.6** | 0.9953 | 0.9955 | 0.9956 | 0.9957 | 0.9959 | 0.9960 | 0.9961 | 0.9962 | 0.9963 | 0.9964 |
| **2.7** | 0.9965 | 0.9966 | 0.9967 | 0.9968 | 0.9969 | 0.9970 | 0.9971 | 0.9972 | 0.9973 | 0.9974 |
| **2.8** | 0.9974 | 0.9975 | 0.9976 | 0.9977 | 0.9977 | 0.9978 | 0.9979 | 0.9979 | 0.9980 | 0.9981 |
| **2.9** | 0.9981 | 0.9982 | 0.9982 | 0.9983 | 0.9984 | 0.9984 | 0.9985 | 0.9985 | 0.9986 | 0.9986 |
| **3.0** | 0.9987 | 0.9987 | 0.9987 | 0.9988 | 0.9988 | 0.9989 | 0.9989 | 0.9989 | 0.9990 | 0.9990 |
| **3.1** | 0.9990 | 0.9991 | 0.9991 | 0.9991 | 0.9992 | 0.9992 | 0.9992 | 0.9992 | 0.9993 | 0.9993 |
| **3.2** | 0.9993 | 0.9993 | 0.9994 | 0.9994 | 0.9994 | 0.9994 | 0.9994 | 0.9995 | 0.9995 | 0.9995 |
| **3.3** | 0.9995 | 0.9995 | 0.9995 | 0.9996 | 0.9996 | 0.9996 | 0.9996 | 0.9996 | 0.9996 | 0.9997 |
| **3.4** | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9998 |
| **3.5** | 0.9998 | 0.9998 | 0.9998 | 0.9998 | 0.9998 | 0.9998 | 0.9998 | 0.9998 | 0.9998 | 0.9998 |

# Kunci Jawaban dan Solusi OSN-P 2025 Kebumian

## Kunci Jawaban Pilihan Ganda

| No | Jawaban | Tingkat | Bobot |
|---|---|---|---|
| 1 | e | Mudah | 1 |
| 2 | c | Mudah | 1 |
| 3 | d | Mudah | 1 |
| 4 | b | Mudah | 1 |
| 5 | d | Mudah | 1 |
| 6 | b | Mudah | 1 |
| 7 | e | Menengah | 3 |
| 8 | a | Menengah | 3 |
| 9 | e | Menengah | 3 |
| 10 | b | Menengah | 3 |
| 11 | d | Menengah | 3 |
| 12 | d | Menengah | 3 |
| 13 | a | Sulit | 5 |
| 14 | d | Sulit | 5 |
| 15 | b | Sulit | 5 |
| 18 | a | Mudah | 1 |
| 19 | d | Menengah | 3 |
| 20 | c | Menengah | 3 |
| 21 | d | Sulit | 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 22 | c | Menengah | 3 |
| 23 | d | Menengah | 3 |
| 24 | e | Mudah | 1 |
| 25 | d | Mudah | 1 |
| 26 | b | Mudah | 1 |
| 27 | a | Mudah | 1 |
| 28 | d | Mudah | 1 |
| 29 | c | Sulit | 5 |
| 30 | d | Menengah | 3 |
| 31 | b | Sulit | 5 |
| 32 | c | Menengah | 3 |
| 34 | a | Mudah | 1 |
| 35 | d | Menengah | 3 |
| 36 | c | Menengah | 3 |
| 37 | b | Menengah | 3 |
| 38 | c | Mudah | 1 |
| 39 | e | Menengah | 3 |
| 40 | e | Mudah | 1 |
| 41 | a | Mudah | 1 |
| 42 | d | Sulit | 5 |
| 43 | b | Sulit | 5 |
| 45 | b | Menengah | 3 |
| 46 | c | Mudah | 1 |
| 47 | b | Sulit | 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 48 | d | Sulit | 5 |
| 49 | e | Mudah | 1 |
| 50 | c | Menengah | 3 |
| 51 | e | Menengah | 3 |
| 52 | b | Mudah | 1 |
| 53 | e | Menengah | 3 |
| 54 | b | Mudah | 1 |

## Solusi Soal Esai

### Soal 16

a. A = Dapur magma, B = Saluran magma/korok

b. C = Perselingan lava dengan lapisan batuan piroklastik (tuff, lapilli, dll)

c. D = Bom vulkanik / block

d. E = Tephra

e. F = Parasitic cone / kerucut sekunder

### Soal 17

Luas daerah berbentuk juring lingkaran.

Sudut sektor = (90°E – (–30°W)) = 120°.

$L = (120/360) \times \pi \times r^2 = (1/3) \times \pi \times (5^2) = (25/3)\pi \approx 26.18$ km²

atau

L lingkaran = $\pi \times r^2 = 3.14 \times 25 = 78.5$ km²

L daerah terdampak = 1/3 lingkaran

(1/3 berasal dari 120/360)

Jadi L daerah terdampak $= 1/3 \times 78.5 = 26.18$ km²

### Soal 33

Energi = m × Lv = 2 kg × $2.5 \times 10^6$ J/kg = $5 \times 10^6$ J

### Soal 44

Hotspots yang dihitung hanya yang ≥1 yaitu 1.0, 2.0, 2.0, 1.5
HS1 = 1,0/7 = 0,1
HS2 = 2,0/7 = 0,3
HS3 = 2,0/7 = 0,3
HS4 = 1,5/7 = 0,2
$\Sigma$ HS = 0,9 °C
Jadi DHW 1 Juni = 0,9°C/weeks

Catatan: HS = 0,8 tidak dipakai karena kurang dari 1.

## Soal 55

a. Energi kinetik proton=Ek = ½ mv² = 0.5 × $1.67\times10^{-27}$ × $(9\times10^{5})^{2}$ ≈ $6.77\times10^{-16}$ J.
Ubah ke satuan eV = $6.77\times10^{-16}$ J ×$6.24\times10^{18}$ eV/J ≈ 4224.48 eV.
Ubah ke satuan keV= 4224.48 / 1000 = **4.22 keV**

b. Proton bermuatan berinteraksi dengan medan magnet Bumi menyebabkan badai geomagnetik. Di khatulistiwa, scintillation GPS muncul akibat gangguan ionosfer yang berfluktuasi densitas elektronnya.

c. Anggap SSN ~ Normal(μ, σ). Gangguan dianggap berisiko tinggi bila **SSN > 60**, sehingga: $P(\text{risiko}) = P(X > 60) = P\left(Z > \frac{60-\mu}{\sigma}\right)$

- Siklus 24: μ=40, σ=12, P(X>60), dapat dihitung **Z = (60–40)/12=1.67**, maka dengan menggunakan tabel distribusi normal z (diberikan dalam halaman aplikasi lomba), untuk Z = 1.67 (cari baris 1,6 dan kolom 0.07 dalam tabel) diperoleh 0.9525.
- Siklus 25: μ=75, σ=15, P(X>60), dapat dihitung **Z = (60–75)/15=-1.0**, maka dengan menggunakan tabel distribusi normal z (diberikan dalam halaman aplikasi lomba), untuk Z = −1.0 (cari baris −1,0 dan kolom 0.00 dalam tabel) diperoleh 0.1587.

Ingat bahwa Tabel Z memberikan data $\Phi(z) = P(Z \leq z)$ atau peluang di bagian sayap kiri distribusi normal, yaitu $\Phi(1.67) = 0.9525$ dan $\Phi(-1.0) = 0.1587$. Lakukan konversi untuk menghitung peluang di bagian sayap kanan distribusi normal (sebab kita menghitung peluang terjadinya SSN>60), maka diperoleh

- $P_{24}$=P(X>60) = 1−Φ(1.67) = 1−0.9525 = 0.0475 (≈ 4.75%).
- $P_{25}$=P(X>60) = 1−Φ(−1.00)= 1−0.1587 = 0.8413 (≈ 84.13%).

Dengan hasil tersebut, diperoleh:

- **Kenaikan absolut**: P25 – P24 = 0.8413 – 0.0475 ≈ 0.7938 atau 79.38%.
- **Kenaikan relatif**: P25 / P24 = 0.8413 / 0.0475 ≈ 17.7 kali.

**Kesimpulan:** Jika SSN > 60, maka peluang terjadinya aktivitas “tinggi” yang berpotensi mengganggu teknologi komunikasi meningkat dari sekitar 4.75% pada siklus ke-24 menjadi sekitar 84.13% pada siklus ke-25. Hal ini berarti risiko meningkat sebesar **~79% secara absolut** atau sekitar **17.7 kali** secara relatif.

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

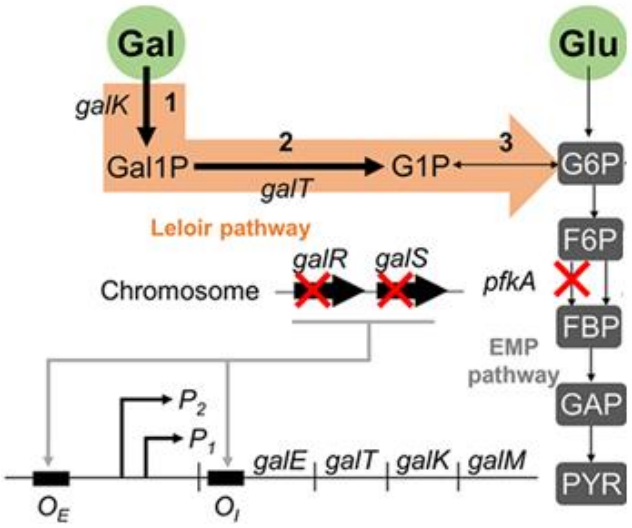
KEMENDIKDASMEN RAMAH

# BIOLOGI

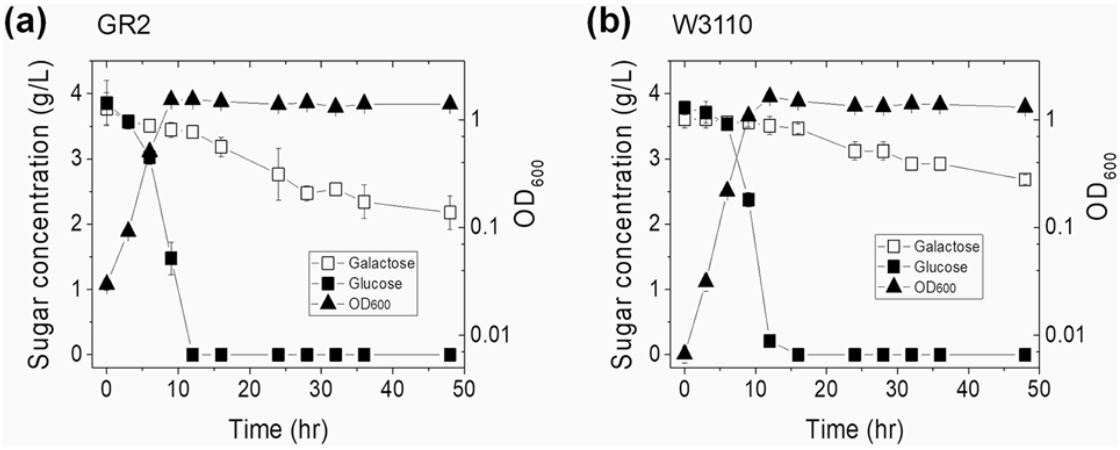
Kumpulan Soal OSN

## BIOLOGI SEL MOLEKULER

**1.** Pada fermentasi substrat kaya karbohidrat menjadi bioproduk, *E. coli* lebih mengutamakan mengkonsumsi glukosa. Padahal, karbohidrat potensial lain seperti galaktosa seringkali masih tersedia dalam substrat. Oleh karena itu, Titis merancang galur *E. coli* yang mampu menggunakan glukosa dan galaktosa sekaligus. Diagram berikut menunjukkan interaksi jalur metabolisme glukosa (Glu) dan galaktosa (Gal) untuk menghasilkan piruvat (PYR) sebagai intermediet sintesis bioproduk.



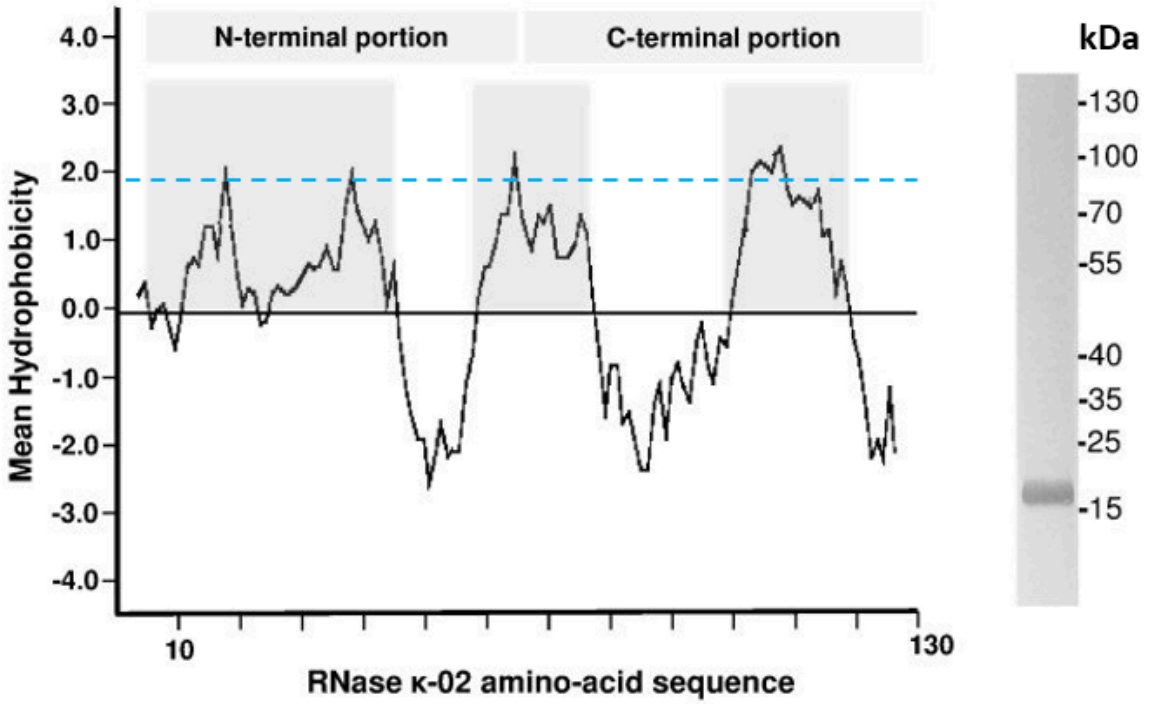

Enzim-enzim galK, galT, galK, dan galM dikode oleh sistem operon yang dikontrol oleh represor galR dan galS. Tanda silang merah (X) menunjukkan *knock-out* gen. Galur yang mengalami *knock-out* pada gen-gen *galR* dan *galS* disebut GR2 sedangkan galur *wild-type* disebut W3110. Titis melakukan fermentasi menggunakan galur GR2 dan W3110 selama 48 jam pada media yang mengandung 4 g/L glukosa dan 4 g/L galaktosa dan memperoleh hasil berikut.




Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Gen yang mengalami *knock-out* masih dapat ditranskripsi, namun mRNA yang dihasilkan tidak dapat ditranslasi menjadi protein.
B. *Knock-out* gen-gen *galR* dan *galS* terbukti menurunkan laju konsumsi galaktosa (g/L/hr) oleh *E. coli* secara signifikan.
C. Galur GR2 memiliki laju konsumsi glukosa (g/L/hr) yang lebih tinggi secara signifikan dibanding strain W3110.
D. Galur GR2 dan W3110 sama-sama lebih mengutamakan glukosa sebagai substrat untuk pertumbuhan sel dibanding galaktosa.

**2.** Kak Alfred melakukan karakterisasi asam amino penyusun suatu RNAse. Enzim ini diketahui merupakan protein integral dengan N-terminus serta sisi aktif menghadap ke sitosol. Ia berhasil menemukan struktur primer utuh dari protein ini dan memprediksi hidrofobisitas dari setiap residu yang dirangkum dalam Kyte-Doolitle *hydrophathy plot* di bawah. Ia juga melakukan SDS-PAGE pada sampel murni protein tersebut.




**Keterangan**: Garis putus-putus menandakan *threshold* prediktif untuk domain transmembran. Membran plasma memiliki ketebalan setara dengan 5 residu asam amino. Molekul $CH_4$ diketahui dijadikan standar untuk molekul dengan hidrofobisitas bernilai 4.0. Sementara $H_2O$ adalah standar molekul dengan hidrofobisitas bernilai -4.0.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Asam-asam amino penyusun protein pada percobaan memiliki berat molekul rata-rata di atas 100 gram/mol.
B. Secara total, terdapat 5 bagian protein yang berada di sisi ekstraseluler atau sitosolik.
C. Ujung C dari protein di atas berada di sisi ekstraseluler.
D. Salah satu daerah yang tidak mungkin menjadi bagian sisi aktif enzim adalah residu nomor 80-100.

**3.** Berikut adalah persamaan reaksi kimia dari metabolisme glukosa pada ragi X.

1) $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

2) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$

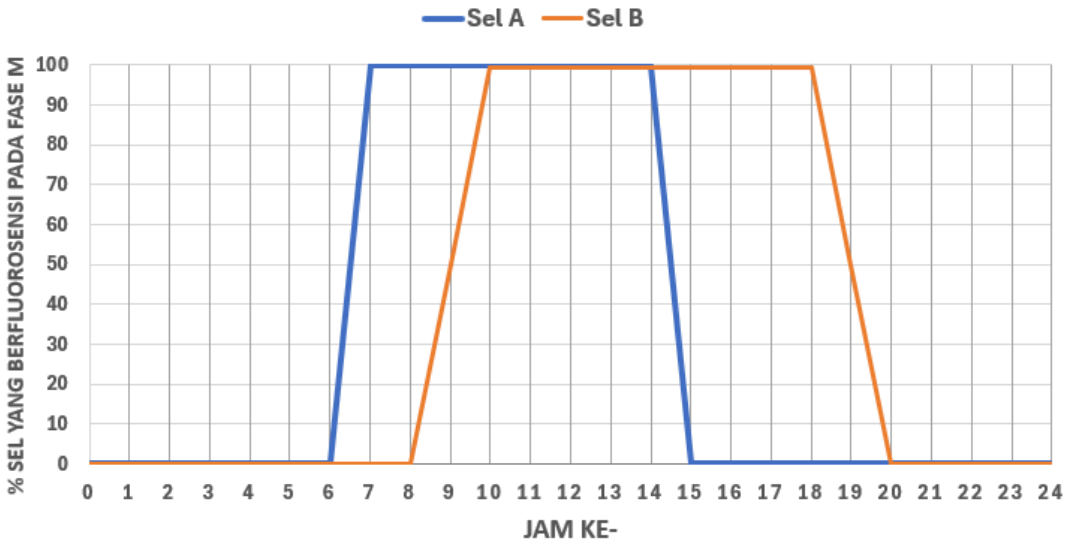
Pada suatu percobaan, Budi memberikan 2 mol glukosa pada kultur ragi dalam keadaan sebagian aerobik dan sebagian anaerobik. Dari percobaan ini, dihasilkan 7,2 mol karbon dioksida.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Ragi X termasuk dalam mikroba yang memiliki metabolisme heterofermentatif.
B. Fraksi glukosa yang digunakan untuk metabolisme (1) adalah kurang dari 50%.
C. Apabila dilakukan pengukuran, kandungan energi bebas yang dimiliki produk karbon metabolisme (1) seharusnya lebih rendah dibandingkan metabolisme (2).
D. Salah satu dari dua metabolisme di atas bersifat tidak spontan.

**4.** Metode *pulse-chase* adalah teknik penting dalam biologi sel yang dapat digunakan untuk melacak dinamika DNA yang terlibat dalam fase-fase siklus sel. Populasi sel yang bersifat asinkron diberi penambahan nukleotida radioaktif selama beberapa menit kemudian dibilas untuk menghilangkan sisa radioaktifnya. Setelah itu, sel dibiarkan melanjutkan siklus. Sel-sel yang berada pada tahapan mitosis diamati menggunakan autoradiografi untuk mendeteksi adanya radioaktivitas seiring waktu.

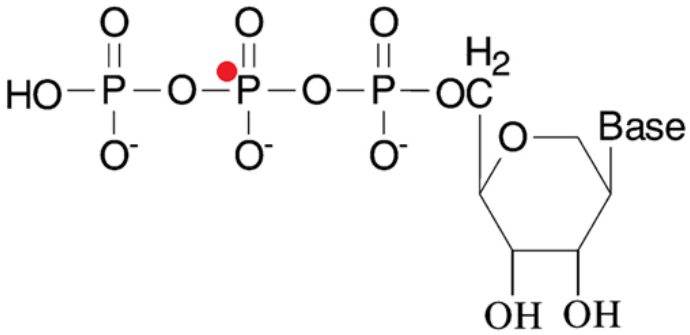
Uda Ihsan melakukan metodologi di atas pada dua galur sel mamalia (sel A dan B) yang diketahui memiliki durasi siklus selama 24 jam. Kedua sel berasal dari satu spesies dan dari organ yang sama. Diketahui jumlah sel yang diamati pada masing-masing kultur adalah sama. Berikut hasil yang beliau dapatkan.




Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

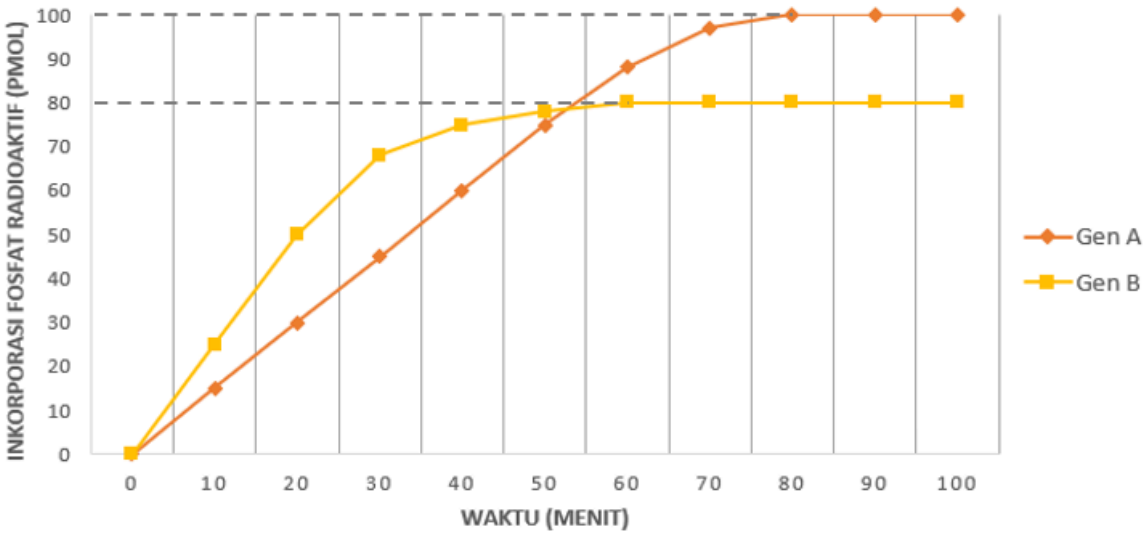
A. Fase $G_1$ memiliki durasi terlama dibandingkan fase siklus sel lain pada kultur A maupun B.
B. Replikasi DNA sel B lebih lambat dibandingkan sel A.
C. Pada sel A, dibutuhkan waktu kurang lebih selama 6 jam sejak awal pengamatan agar semua sel yang mulanya ada di fase $G_2$ menyelesaikan mitosis.
D. Sel yang teramati berada di fase M berjumlah lebih banyak pada kultur sel A dibandingkan B.

**5.** Kak Jepri merancang dua *transcription assay* terpisah untuk mengekspresikan dua gen (A dan B) yang diinsersi pada plasmid. Ukuran total plasmid beserta *insert* (gen A atau B) adalah sama, yaitu 4000 bp. Transkrip yang dihasilkan dari gen A memiliki panjang 1000 nukleotida. Diketahui, komposisi GC setiap gen adalah 50%. Kondisi reaksi yang digunakan untuk masing-masing *assay* adalah sama, terdiri atas 50 µL volume reaksi yang mengandung 264 µg/mL plasmid terinsersi gen A atau B (berat molekul sepasang nukleotida adalah 660 gram/mol), RNA polimerase, serta campuran keempat monomer nukleosida trifosfat (NTP) dengan rasio yang setara. Konsentrasi total NTP yang dipakai pada kedua reaksi adalah sama. Untuk mengukur jumlah transkrip, Kak Jepri menggunakan NTP berlabel radioaktif sebagai berikut.




**Keterangan**: Lingkaran merah menunjukkan penanda radioaktif.

Setelah penambahan semua komponen lain yang diperlukan, reaksi dibiarkan terjadi hingga mencapai kejenuhan. Berikut hasil *assay* untuk kedua gen.

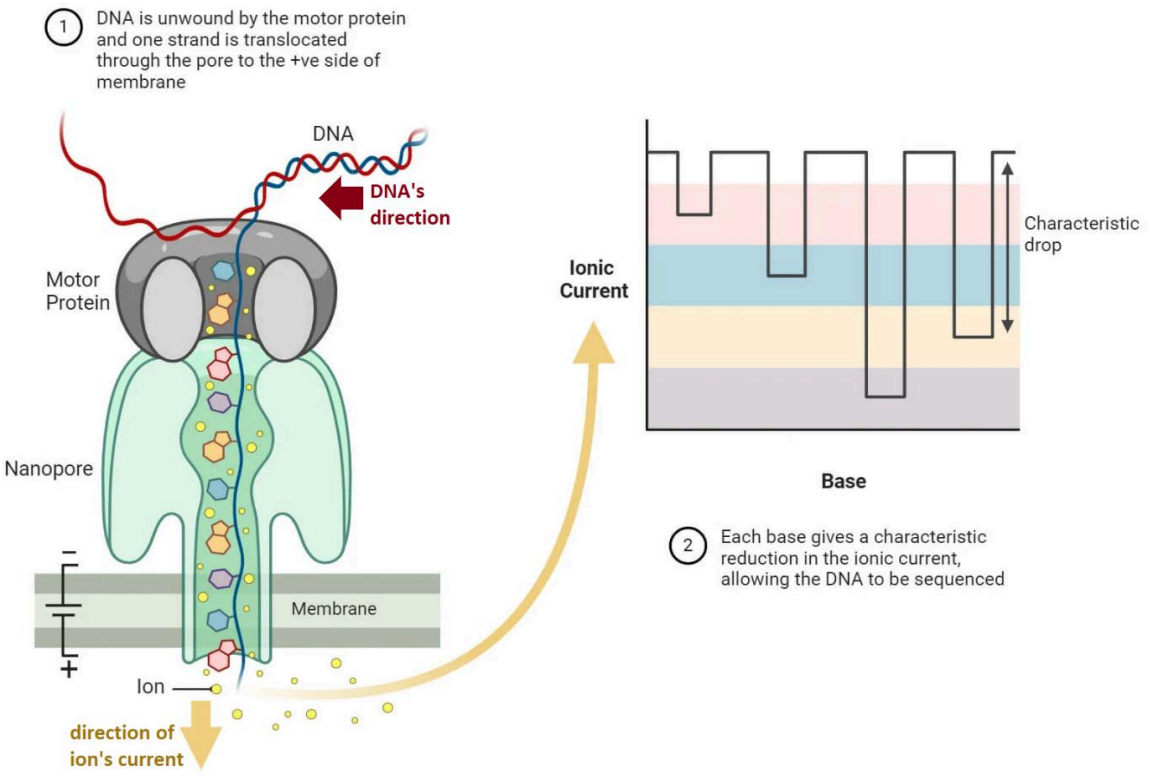



Jika promoter dan terminator tidak ikut ditranskripsi, tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Nilai radioaktivitas akhir (pada titik kejenuhan) sebanding dengan tingkat ekspresi kedua gen apabila ditranskripsi secara *in vivo*.
B. Konsentrasi total NTP yang ditambahkan pada masing-masing reaksi *assay* adalah kurang dari 1 mM.
C. Ukuran gen B lebih panjang dibandingkan gen A dengan selisih 250 nukleotida.
D. Pada titik kejenuhan, jumlah transkrip per *template* untuk gen A dan B masing-masing bernilai 20 dan 16.

**6.** Metode sekuensing DNA pertama kali dikenalkan oleh Frederick Sanger dkk berupa *Sanger sequencing*. Metode pembacaan sekuens DNA ini menggunakan prinsip *sequencing by synthesis*, atau membaca ketika DNA disintesis/dielongasi. Berbagai metode baru telah dikembangkan terutama untuk meningkatkan panjang bacaan, yang mana metode lama efektif ketika sekuens memiliki panjang maksimal 1000 nukleotida.

Salah satu metode revolusioner yang telah ditemukan adalah Nanopore (asal kata: pori kecil), yang dapat membaca 100.000 (100 kb) nukleotida, 100 kali lebih panjang dibandingkan metode konvensional. Prinsip kerja metode ini dapat dilihat pada ilustrasi berikut.




Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Dibutuhkan aktivitas helikase pada motor protein di atas.
B. Protein Nanopore kemungkinan merupakan protein *channel* yang tidak spesifik.
C. Ion yang dialirkan melewati Nanopore bermuatan positif.
D. Arus ion yang terbaca pada detektor seharusnya lebih tinggi untuk basa purin dibandingkan pirimidin.

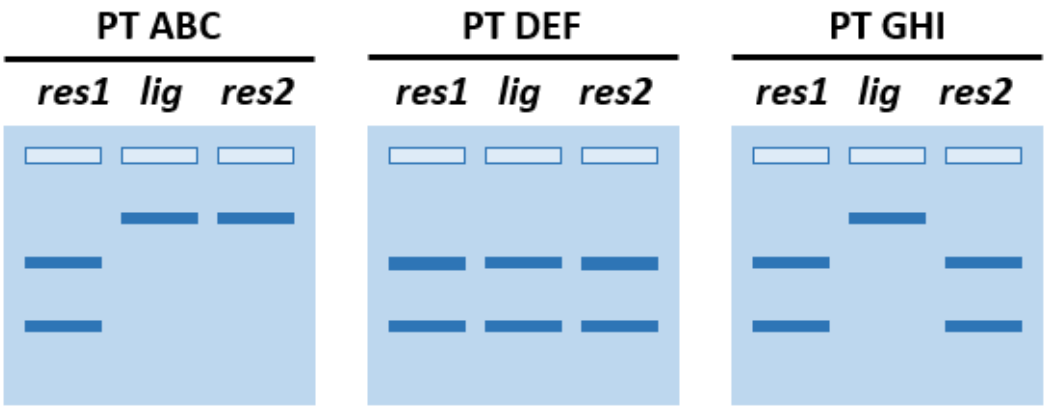
**7.** Kajose ingin melakukan kloning suatu fragmen DNA ke dalam plasmid. Kajose yang bekerja di perusahaan besar ingin memilih produk enzim restriksi yang diproduksi 3 penyedia berbeda, yaitu PT ABC, DEF, dan GHI. Beliau membeli enzim *Eco*RI dan menguji kemampuan restriksinya pada DNA yang ia miliki, sebelum dipakai untuk kloning yang sebenarnya. Beliau menduga masih terdapat kontaminasi enzim lain pada enzim yang dibeli. Dua kontaminan yang umum dijumpai adalah fosfatase dan eksonuklease, yang masing-masing memiliki karakteristik sebagai berikut.

I. Fosfatase : memotong fosfat bebas di ujung 5' dari DNA linier.
II. Eksonuklease : mendegradasi DNA untai tunggal.

Kajose melakukan restriksi (res1), ligasi (lig) dan restriksi ulang (res2) secara berturut-turut pada suatu sampel DNA, kemudian mengamati hasilnya menggunakan elektroforesis gel agarosa. Berikut ilustrasi pemotongan restriksi *Eco*RI dan hasil yang beliau dapatkan.

**EcoR I**

5′. . . G|AATTC . . . 3′
3′. . . CTTAA|G . . . 5′

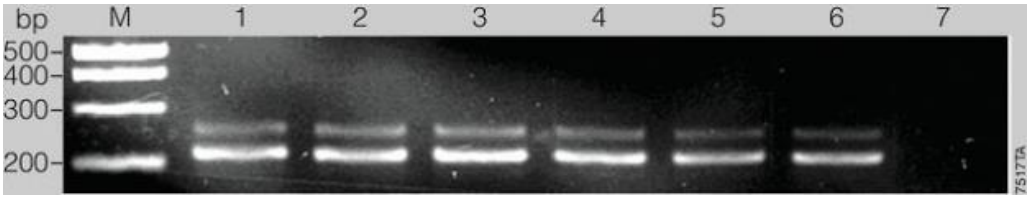



Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Eksonuklease yang bisa diuji dari percobaan di atas adalah yang arah kerjanya 5' → 3'.
B. Enzim restriksi dari PT ABC tidak mengandung kontaminan fosfatase maupun eksonuklease.
C. Kontaminan berupa eksonuklease dideteksi pada enzim restriksi dari PT DEF.
D. Tidak ada aktivitas fosfatase yang teramati pada sampel enzim restriksi PT GHI.

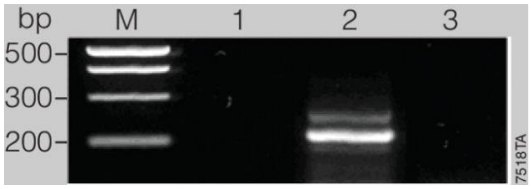
**8.** Sumber utama kontaminasi silang PCR adalah terbawanya produk PCR dalam reaksi amplifikasi berikutnya. Salah satu cara untuk meminimalkan kontaminasi tersebut adalah dengan menyertakan *deoxyuridine triphosphate* (dUTP) dan *uracil-DNA N-glycosylase* ikan kod atlantik (codUNG) dalam PCR. Metode ini melibatkan dua perubahan pada PCR dasar: dUTP digunakan sebagai pengganti dTTP, dan campuran PCR diolah terlebih dahulu dengan codUNG. codUNG secara selektif mendegradasi DNA yang mengandung urasil.

Anda diminta untuk mengoptimasi metode ini dengan TobiTaq DNA Polimerase dan menyarankan protokol untuk penggunaan laboratorium rutin. Anda mencoba melakukan PCR dengan rasio dUTP:dTTP yang bervariasi. Hasil ditunjukkan pada Gambar 1.




**Gambar 1**. Hasil percobaan optimasi konsentrasi dUTP:dTTP berbeda. Lajur 1, 0µM dUTP:200 µM dTTP; lajur 2, 100:100; lajur 3, 125:75; lajur 4, 150:50; lajur 5, 175:25; lajur 6, 200:0; lajur 7, kontrol (tanpa *template*).

Anda kemudian mengambil produk reaksi lajur 5 untuk eksperimen reaksi codUNG. Hasil ditunjukkan pada gambar berikut.



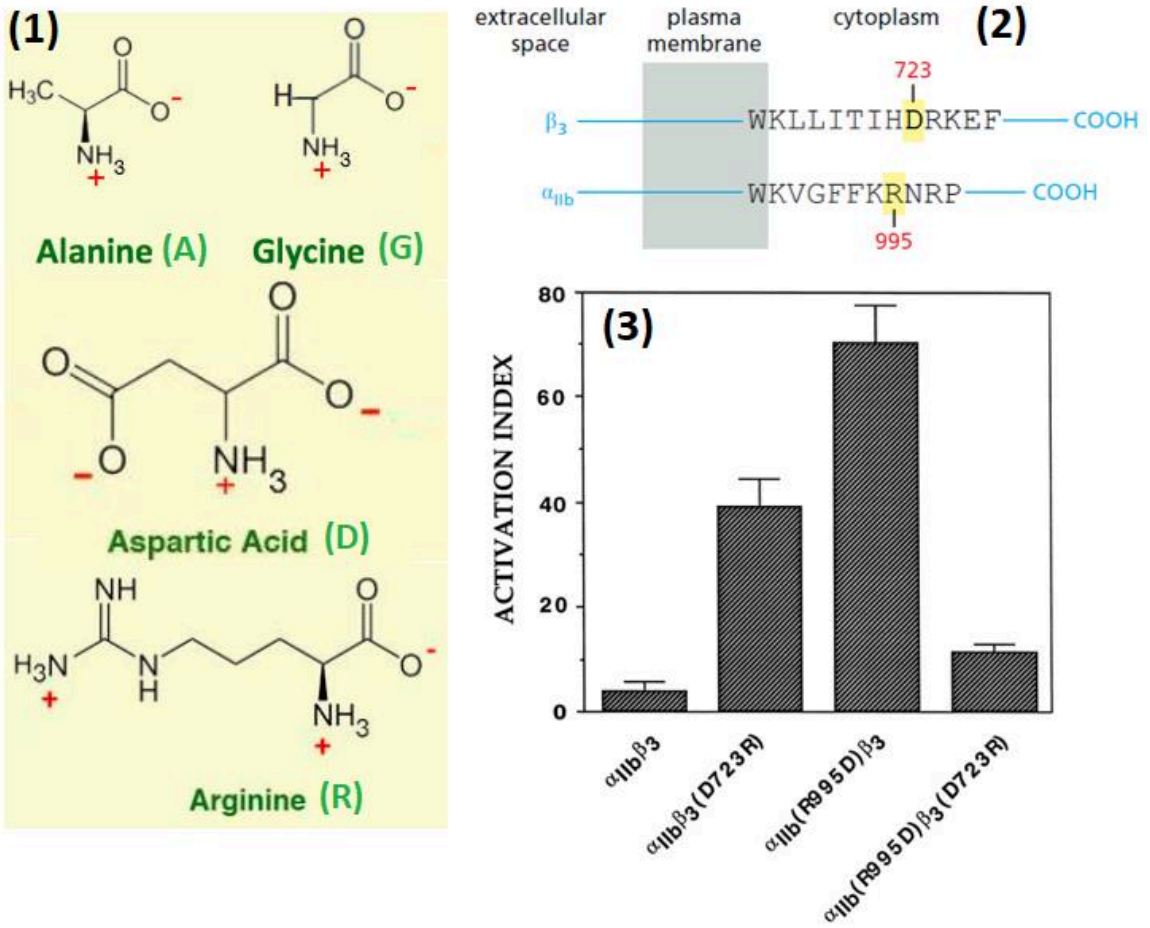

**Gambar 2.** Hasil eksperimen perlakuan codUNG. Lajur 1, kontrol; lajur 2, amplifikasi tanpa perlakuan codUNG; lajur 3, amplifikasi dengan perlakuan codUNG

Tentukan pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. dUTP dan dTTP umum ditemukan pada DNA sel eukariotik.
B. Substitusi dTTP menjadi dUTP tidak mempengaruhi efisiensi PCR.
C. Apabila dalam percobaan di atas digunakan *template* DNA dengan konten GC 100%, hasil gambar 2 akan menunjukkan kemunculan pita pada lajur 2 dan 3.
D. Apabila amplikon pada lajur 1 gambar 1 diambil untuk eksperimen reaksi codUNG, hasil yang sama seperti pada gambar 2 akan didapatkan.

**9.** Afinitas integrin terhadap komponen matriks dapat dimodulasi oleh perubahan di domain sitoplasmanya, dikenal sebagai sinyal *inside-out*. Anda menemukan bahwa domain sitoplasma αIIbβ3 integrin memiliki wilayah penting untuk sinyal ini (Gambar kiri). Substitusi alanin pada D723 (rantai β) atau R995 (rantai α) menyebabkan aktivasi spontan tinggi, meskipun *wild-type* dalam kondisi tidak aktif.

Pembimbing Anda menyarankan mengganti D723 menjadi arginin (D723R) dan R995 menjadi aspartat (R995D). Anda menguji dua varian rantai α (R995, R995D) dan dua varian β (D723, D723R). Hasil pengujian ditampilkan pada Gambar kanan.



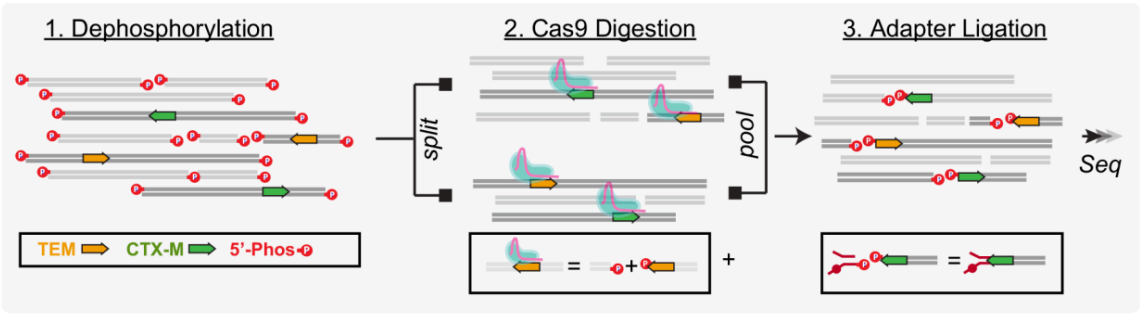

**Keterangan:** **(1)** Ilustrasi struktur beberapa asam amino. **(2)** Representasi skematik αIIbβ3 integrin. Residu *wild-type* D723 dan R995 diberi tanda kuning. **(3)** hasil pengujian aktivasi integrin mutan. Contoh cara membaca notasi: (A123E) artinya asam amino A adalah *wild-type* pada posisi residu ke-123, asam amino E adalah hasil substitusinya.

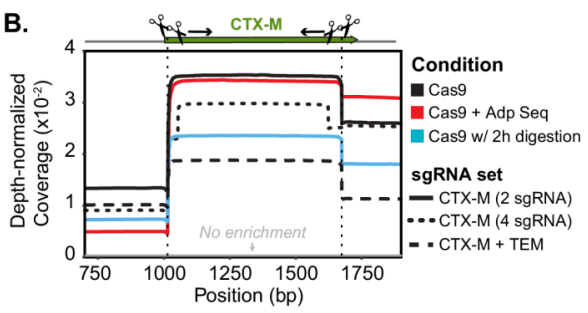
Tentukan pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

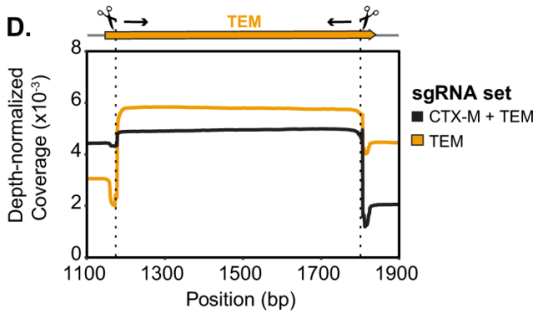
A. Integrin berinteraksi langsung dengan filamen intermediet di sisi sitoplasma dan dengan matriks ekstraseluler di sisi ekstrasel.
B. Integrin adalah sejenis reseptor tirosin kinase.
C. Data menunjukkan bahwa αIIbβ3 integrin dijaga tetap inaktif ketika tidak ada stimulus melalui ikatan ionik.
D. Mutan D723G kemungkinan akan menunjukkan aktivasi spontan tinggi.

**10.** Pemahaman yang tepat tentang mekanisme resistensi antimikroba (AMR) penting untuk strategi pengendalian infeksi. Metode metagenomik kurang sensitif terhadap gen resistensi antibiotik yang langka (salinan tunggal), sementara metode *whole-genome sequencing* isolat spesifik hanya terbatas pada isolat yang dapat dikultur. Oleh karena itu, Anda mengembangkan **Context-Seq**, teknik *sequencing* berbasis CRISPR-Cas9 untuk menarget gen resistensi menggunakan metode *long-read* (Nanopore *sequencing*). Context-Seq (gambar A) bekerja dengan (1) defosforilasi ujung DNA, (2) pemotongan DNA spesifik dengan Cas9 di posisi ujung gen target, dan (3) ligasi adapter *sequencing* pada hasil pemotongan. Optimasi metode dilakukan untuk menguji pendphgaruh *adaptive sequencing* (Adp Seq), durasi inkubasi Cas9 (*digestion*), sgRNA tambahan terhadap akurasi pembacaan (*depth*). Hasil percobaan terlampir pada gambar B dan D. Diketahui, adapter adalah oligonukleotida yang terpasang dengan protein motor yang penting untuk Nanopore *sequencing*.

**A.**



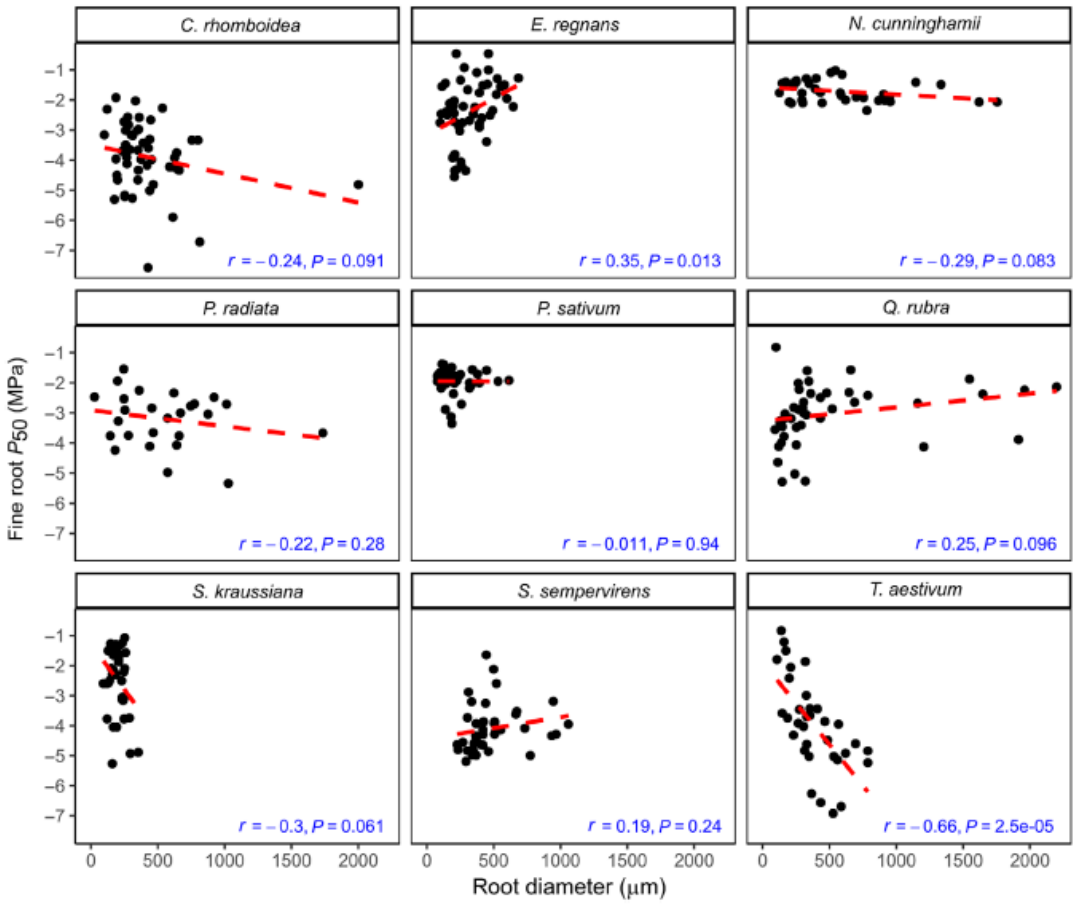




Tentukan pernyataan berikut yang Benar (B) atau Salah (S)!

A. *Sequencing* tetap dapat dilakukan apabila tahap 2 tidak dilakukan, hanya saja *sequencing depth* yang diperoleh rendah.
B. Spesifisitas Cas9 meningkat apabila durasi inkubasi Cas9 ditingkatkan.
C. Penggunaan lebih dari sepasang sgRNA tidak direkomendasikan untuk memaksimalkan *sequencing depth*.
D. *Adaptive sequencing* cenderung tidak berpengaruh terhadap *sequencing depth* gen target.

## ANATOMI FISIOLOGI TUMBUHAN

**11.** Embolisme merupakan fenomena pembentukan gelembung gas pada xilem saat kondisi tanah kering yang berdampak negatif bagi tumbuhan. Penelitian menggunakan batang bahkan akar telah dilakukan untuk memahami kerentanan tumbuhan terhadap embolisme. Akan tetapi, penelitian pada akar banyak yang belum menggunakan metode non-destruktif maupun mengamati pada akar yang berukuran relatif kecil. Grafik di bawah merupakan salah satu hasil penelitian yang mencoba menjawab permasalahan tersebut.

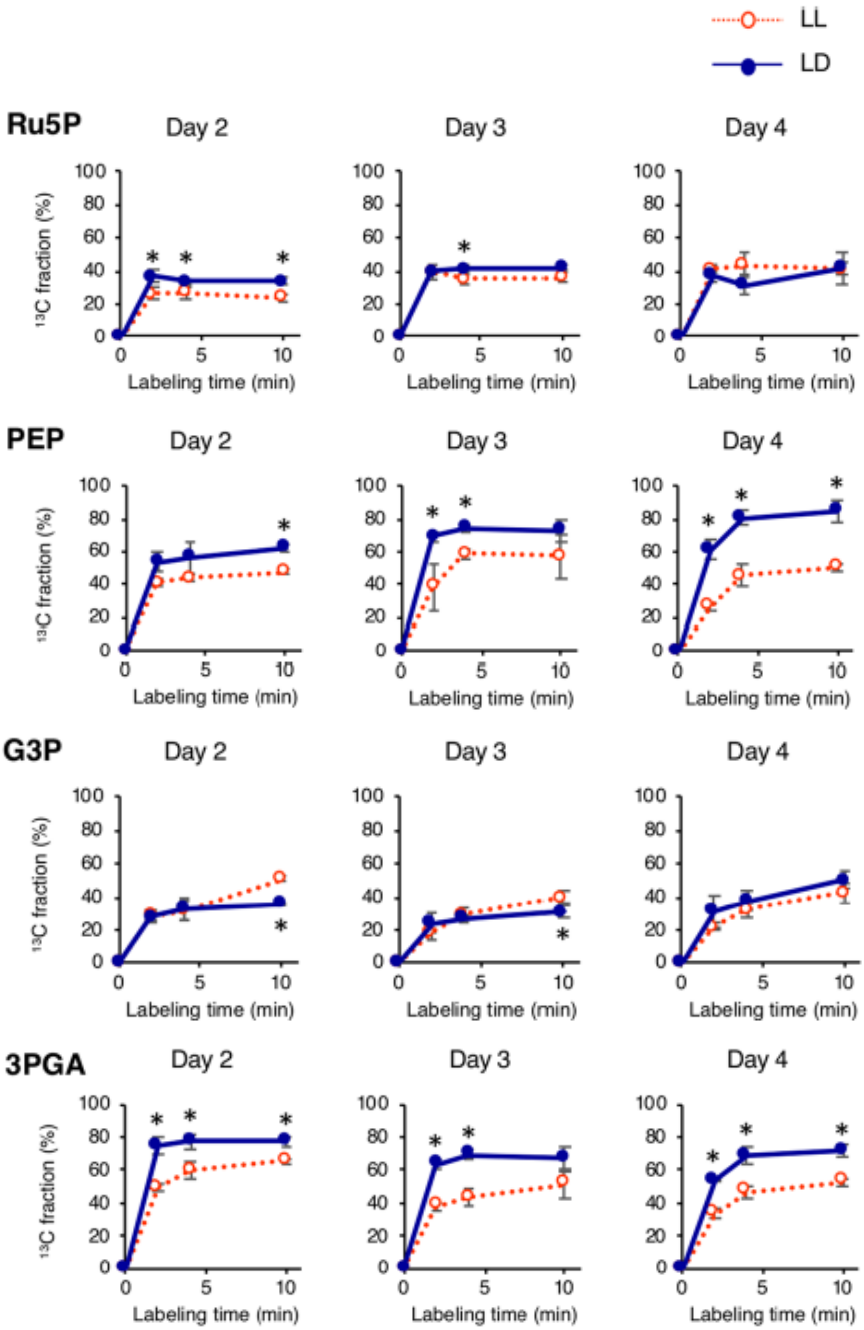



**Keterangan**: Sumbu X menunjukkan diameter akar (µm), sedangkan sumbu Y menunjukkan nilai potensial air yang menyebabkan xilem kehilangan 50% konduktivitas hidroliknya ($P_{50}$). Korelasi relevan secara statistik saat P < 5%. Spesies yang menjadi subyek adalah *Callitris rhomboidea*, *Eucalyptus regnans*, *Nothofagus cunninghamii*, *Pinus radiata*, *Pisum sativum*, *Quercus rubra*, *Selaginella kraussiana*, *Sequoia sempervirens*, dan *Triticum aestivum*.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Akar *Q. rubra* dengan diameter terkecil lebih rentan membentuk gelembung gas dibandingkan yang diameternya terbesar.
B. Akar pinus yang paling tahan terhadap embolisme memiliki diameter yang paling besar.
C. Hubungan negatif antara diameter akar dan nilai $P_{50}$ akar yang relatif kecil tidak relevan secara statistik.
D. Akar tanaman dengan nilai $P_{50}$ akar sebesar -3,5 MPa lebih rentan terhadap embolisme dibandingkan akar tanaman dengan $P_{50}$ sebesar -1,5 MPa.

**12.** *Biofuel* merupakan salah satu sumber energi alternatif yang berpotensi menggantikan bahan bakar fosil. Sumber energi tersebut mampu dihasilkan oleh mikroalga seperti *Chlamydomonas*. Genus tersebut memiliki jalur metabolisme yang melibatkan beberapa senyawa yang terkait dengan fotosintesis pada tumbuhan darat. Grafik di bawah memperlihatkan fluktuasi beberapa senyawa pada *Chlamydomonas* dengan perbedaan perlakuan cahaya.

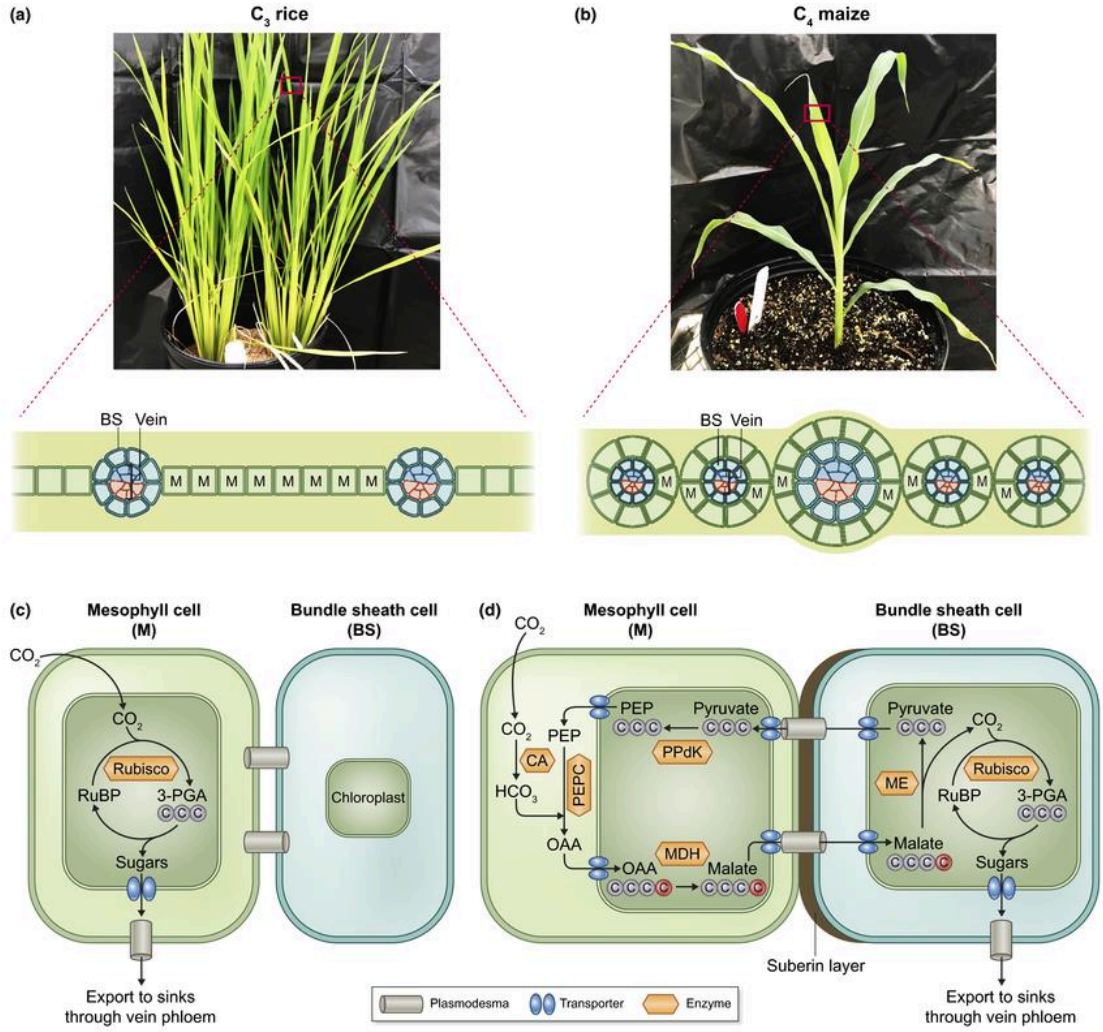



**Keterangan**: Grafik pada masing-masing hari dan senyawa memperlihatkan fraksi $^{13}C$ dalam senyawa terkait seiring waktu pelabelan. Senyawa Ru5P, PEP, G3P, dan 3PGA berturut-turut menunjukkan *ribulose-5-phosphate*, *phosphoenolpyruvate*, *glycerol-3-phosphate*, dan *3-phosphoglycerate*. Perlakuan cahaya yang diberikan adalah cahaya kontinu (LL) atau siklus terang/gelap (LD). Tanda * menunjukkan perbedaan signifikan antarperlakuan di waktu pelabelan yang sama.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Senyawa yang lebih berperan pada tumbuhan C4 dibandingkan C3 memiliki fraksi $^{13}C$ yang lebih tinggi pada siklus terang/gelap.
B. Produk langsung fiksasi karbon pada hasil di atas lebih banyak ketika kondisi terang kontinu.
C. Produk tahapan reduksi di siklus Calvin tidak berbeda signifikan antarperlakuan sebelum menit ke-5 di semua hari pengukuran.
D. Fosfatase dibutuhkan agar salah satu senyawa yang diukur mampu dikatalisis rubisco.

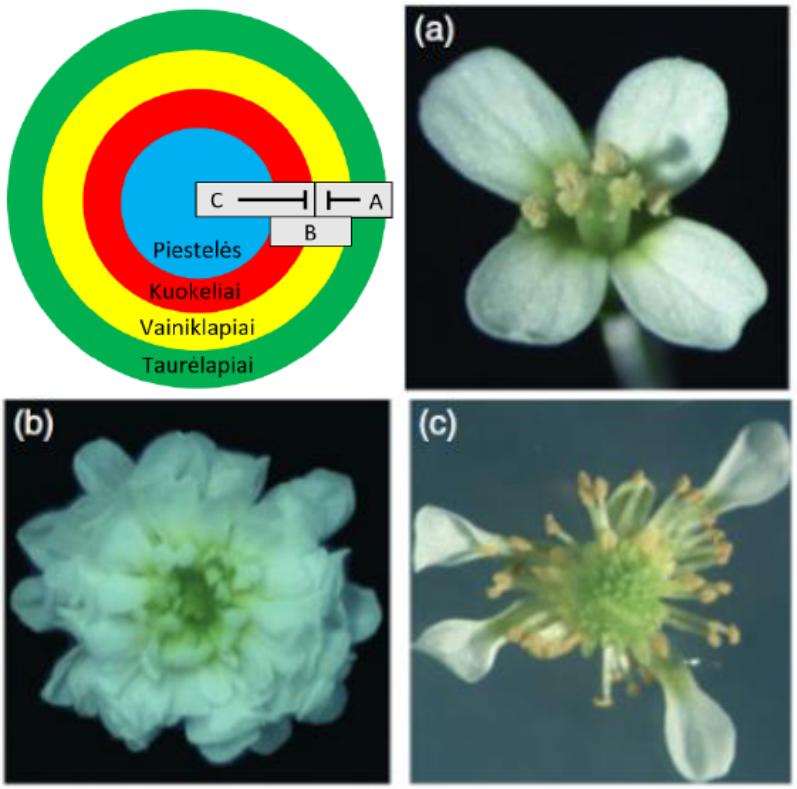
**13.** Adaptasi khusus diperlukan tumbuhan untuk mengatasi fotorespirasi pada lingkungan yang terik. Sebagai contoh, terdapat tumbuhan dengan adaptasi $C_3$ dan $C_4$ yang memiliki perbedaan pada adaptasi tersebut. Gambar berikut menunjukkan ilustrasi perbedaan anatomi dan fisiologi fotosintesis mereka.




Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Dibandingkan $C_4$, fotosintat yang dihasilkan dari tanaman $C_3$ harus menempuh jarak yang lebih jauh untuk menuju ke floem.
B. Tumbuhan dengan metabolisme $C_4$ kemungkinan besar memiliki kepadatan peroksisom dalam sel mesofil yang lebih tinggi dibandingkan $C_3$.
C. Dibandingkan $C_3$, metabolisme $C_4$ memerlukan ATP lebih banyak untuk setiap karbon yang dikonversi menjadi molekul gula.
D. Perbandingan jumlah sel mesofil terhadap berkas pembuluh tumbuhan $C_3$ lebih tinggi dibandingkan $C_4$.

**14.** Gambar di bawah menunjukkan distribusi ekspresi kelas gen ABC untuk determinasi organ bunga. Diketahui *miR172* (miRNA) berfungsi untuk menarget gen *AP2* (kelas gen A) agar menghasilkan bunga normal.

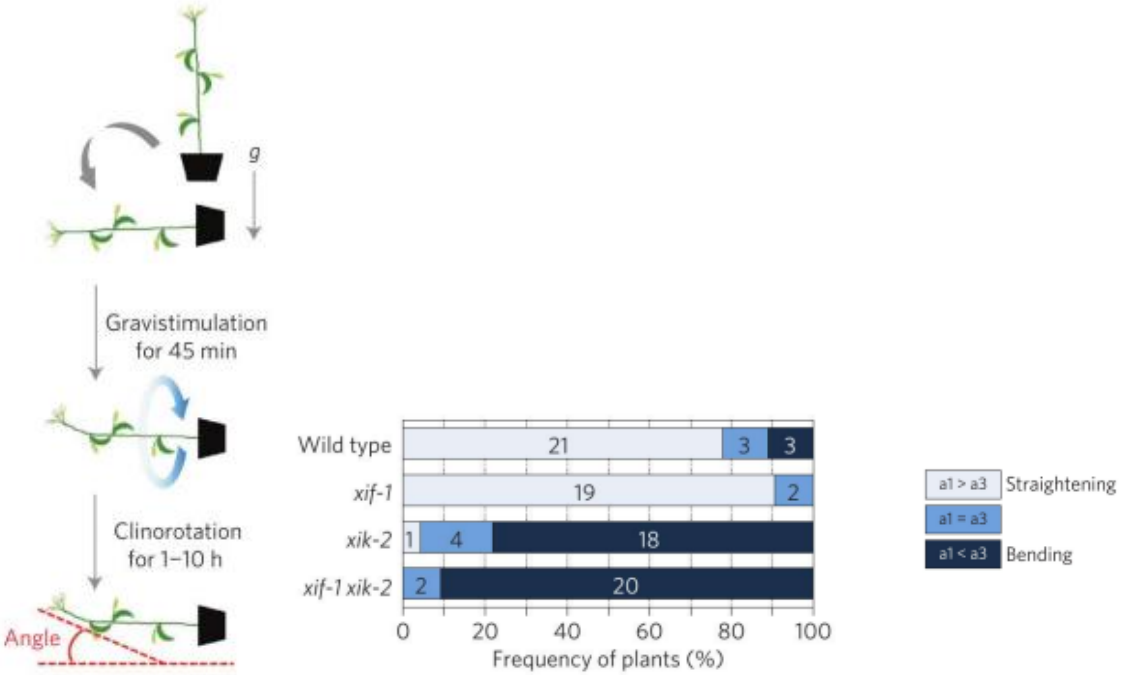



**Keterangan**: Gambar kiri atas memperlihatkan lokasi fungsional gen pada kelas gen A, B, dan C. *Piesteles*: Pistil, *Kuokelial*: Stamen, *Vainiklaplai*: Petal, dan *Taurelapiai*: Sepal. Gambar lainnya menunjukkan *wild-type* (a), mutan 1 (b), dan mutan 2 (c).

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Inaktivasi *miR172* menyebabkan ekspresi gen kelas C pada lingkaran stamen menurun.
B. Inaktivasi *miR172* menyebabkan petal berkembang pada lingkaran biru.
C. Mutan 1 kemungkinan dihasilkan akibat mutasi yang menyebabkan interaksi *miR172* terhadap mRNA *AP2* menurun.
D. Mutan 2 kemungkinan dihasilkan akibat mutasi yang menyebabkan overekspresi *miR172*.

**15.** Mutan *Arabidopsis* terkait myosin, *xif-1* dan *xik-2*, digunakan untuk mengetahui respons tumbuhan terhadap stimulus gravitasi. Respons gravitropisme diketahui memiliki dua proses, yaitu pembengkokan dan ekstensi yang menghentikan pembengkokan. Gambar di bawah memperlihatkan desain dan hasil penelitian berkaitan dengan mutan dan stimulus tersebut. Tumbuhan diorientasikan menjadi horizontal, untuk memicu respons gravitropisme. Setelah itu, tumbuhan dirotasi (*clinorotation*) untuk menetralkan efek gravitasi yang menyebabkan batang mengalami pelurusan. Diagram pada Gambar memperlihatkan jumlah tumbuhan yang mengalami pelurusan, tetap bengkok, atau semakin bengkok setelah rotasi selama 1 dan 3 jam.

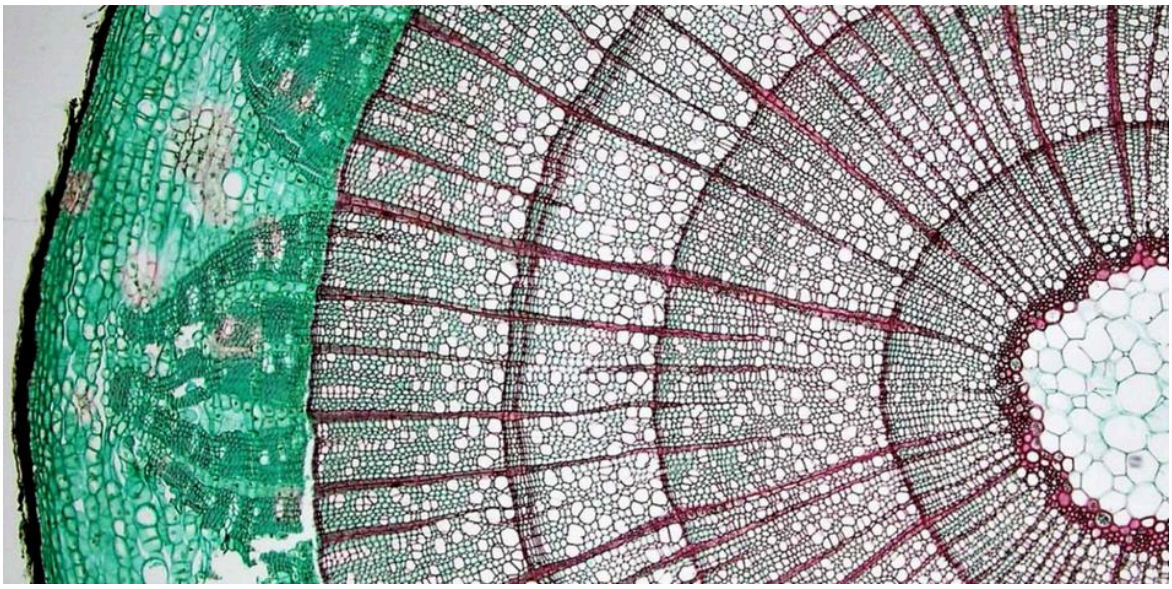



**Keterangan**: a1 adalah sudut batang setelah 1 jam rotasi, sedangkan a3 adalah sudut batang setelah 3 jam rotasi. Angka pada grafik batang menunjukkan jumlah individu sampel.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Semua genotipe yang digunakan memiliki produksi auksin dan plastida yang normal.
B. Ekspresi gen terkait myosin *XIK-2* memiliki pengaruh yang paling kuat terhadap pelurusan batang.
C. Gen terkait myosin *XIF-1* mampu menggantikan fungsi *XIK-2* pada mutan *xik-2*.
D. Jika penelitian difokuskan pada akar, respons terhadap gravitasi akan menghasilkan perubahan orientasi yang serupa dengan batang.

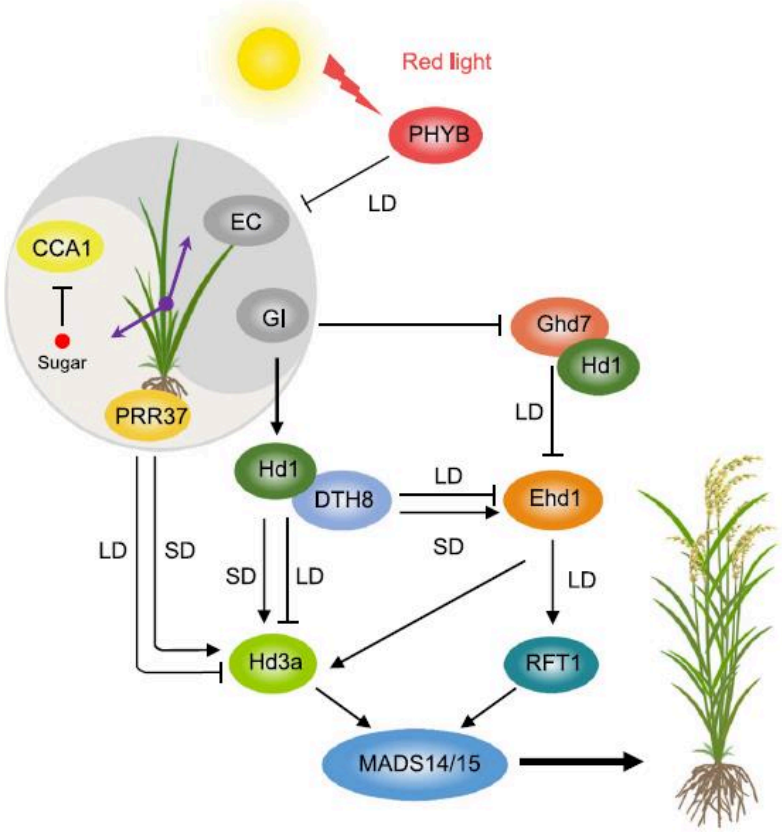
**16.** Berikut adalah penampang melintang suatu organ tumbuhan.



Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Organ tersebut memiliki rasio sel mati fungsional yang lebih banyak dibandingkan sel-sel hidup.
B. Organ tersebut lebih berfungsi untuk transpor air sehingga kambium pembuluh tidak menghasilkan floem sekunder.
C. Sayatan tersebut berasal dari organ yang dapat termodifikasi menjadi pneumatofor pada tumbuhan tertentu.
D. Sayatan tersebut dapat digunakan untuk memprediksi umur tumbuhan asalnya serta memiliki *heartwood* di bagian pusat organ.

**17.** Regulasi dalam proses pembungaan dapat diatur oleh faktor internal maupun eksternal. Faktor eksternal yang umum mempengaruhi di antaranya adalah suhu (vernalisasi) dan durasi pencahayaan (fotoperiodisme). Fotoperiodisme membagi tumbuhan menjadi tipe hari panjang (*long-day*/LD) dan hari pendek (*short-day*/SD). Tumbuhan LD berbunga ketika panjang siang/durasi pencahayaan lebih dari panjang hari kritis, sementara tumbuhan SD berbunga ketika durasi pencahayaan kurang dari panjang hari kritis. Berdasarkan Wang *et al*. (2024), respons pembungaan terkait fotoperiodisme tumbuhan X dapat dirangkum pada bagan berikut.



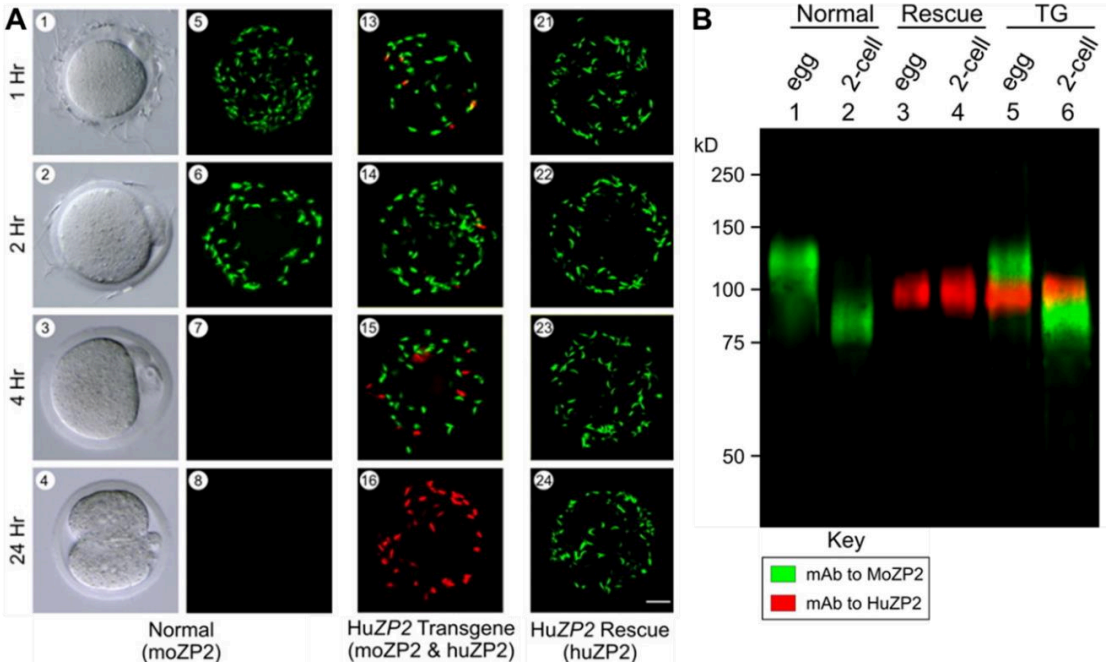

**Keterangan:** Lingkaran dengan kode nama di dalamnya menunjukkan protein-protein terkait respons fotoperiodisme.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Protein CCA1 (Circadian Clock Associated 1) hanya diekspresikan pada malam hari dan tidak memiliki peran dalam mendeteksi panjang hari.
B. Protein Ghd7 dan Hd1 secara eksklusif diekspresikan ketika *long-day* dan akan memicu pembungaan ketika panjang siang lebih dari panjang hari kritis.
C. Aktifnya MADS14/15 selalu berakhir pada pembungaan.
D. Tumbuhan di atas dapat berbunga baik pada keadaan LD maupun SD.

## ANATOMI FISIOLOGI HEWAN

**18.** Zona pelusida berperan penting dalam proses fertilisasi pada mamalia. Zona pelusida pada sel telur mencit terdiri dari tiga jenis komponen glikoprotein, yaitu ZP1, ZP2, dan ZP3. Studi terdahulu membuktikan bahwa interaksi antara sperma dan ZP3 memicu terjadinya reaksi akrosomal. Eksperimen berikut mempelajari peran ZP2 dalam proses fertilisasi mamalia. Dalam eksperimen ini, digunakan sel telur mencit yang zona pelusidanya telah dimodifikasi, yaitu sel telur transgenik yang mengandung ZP2 mencit (moZP2) dan ZP2 manusia (huZP2) pada zona pelusidanya, dan sel telur mencit yang seluruh ZP2-nya diganti dengan huZP2. Data yang diperoleh dari eksperimen tersebut disajikan pada gambar berikut.

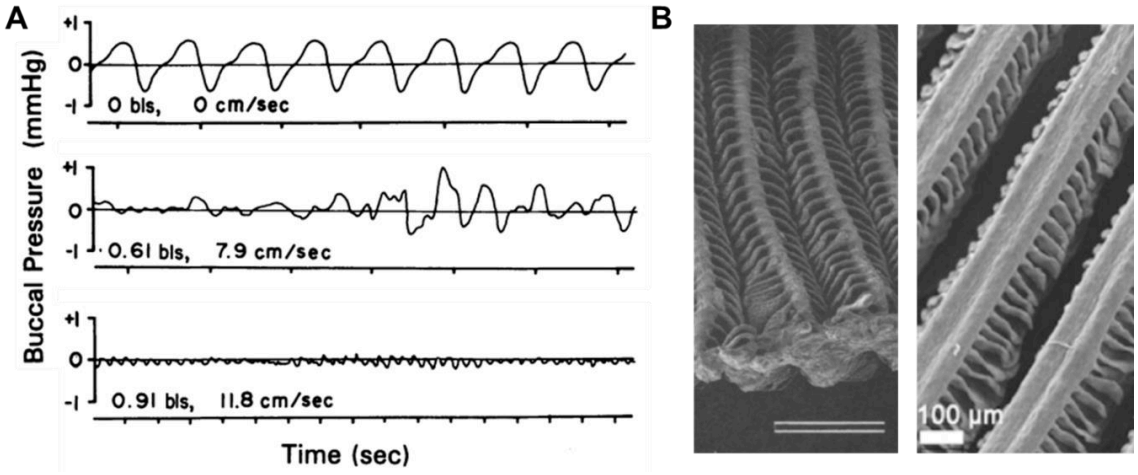



**Keterangan: (A)** Pengikatan sperma pada zona pelusida sel telur mencit setelah inseminasi (pencampuran sperma dengan sel telur). Gambar 1 – 4 menunjukkan hasil pengamatan menggunakan mikroskop cahaya, sedangkan gambar 5 – 24 menunjukkan hasil pengamatan menggunakan mikroskop konfokal. Sel telur yang digunakan dalam eksperimen berupa sel telur *wild-type* (*normal*, 1 – 8), sel telur dengan campuran moZP2 dan huZP2 (*transgene*, 13 – 16), dan sel telur yang seluruh moZP2 diganti dengan huZP2 (*rescue*, 21 – 24). Warna hijau mengindikasikan sperma yang tidak mengalami reaksi akrosomal dan sebaliknya untuk warna merah. **(B)** Hasil *immunoblotting* ZP2 yang berasal dari ketiga jenis sel telur tersebut. ZP2 diisolasi dari zona pelusida sel telur dan embrio tahap 2 sel.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Satu jam setelah inseminasi, sel telur mencit *wild-type* sudah mengalami fertilisasi.
B. Interaksi sperma dengan ZP3 sudah cukup untuk memicu terjadinya reaksi akrosomal.
C. Embrio yang berkembang dari sel telur mencit transgenik ZP2 tidak dapat berkembang menjadi individu mencit yang baru.
D. Pemotongan ZP2 pada zona pelusida berperan sebagai *slow block to polyspermy*.

**19.** Pada umumnya, terdapat dua jenis ventilasi yang dilakukan ikan untuk mengalirkan air ke insang, yaitu *buccal pumping* dan *ram ventilation*. Pada *buccal pumping*, air yang berada di rongga mulut (*buccal cavity*) didorong menuju insang melalui aktivitas otot-otot di sekitar rongga tersebut. Pada *ram ventilation*, ikan berenang ke arah depan sambil membuka mulut sehingga mengakibatkan air mengalir menuju insang. Terkait dengan hal tersebut, berikut data yang diperoleh dari *paddlefish* (*Polyodon spathula*).

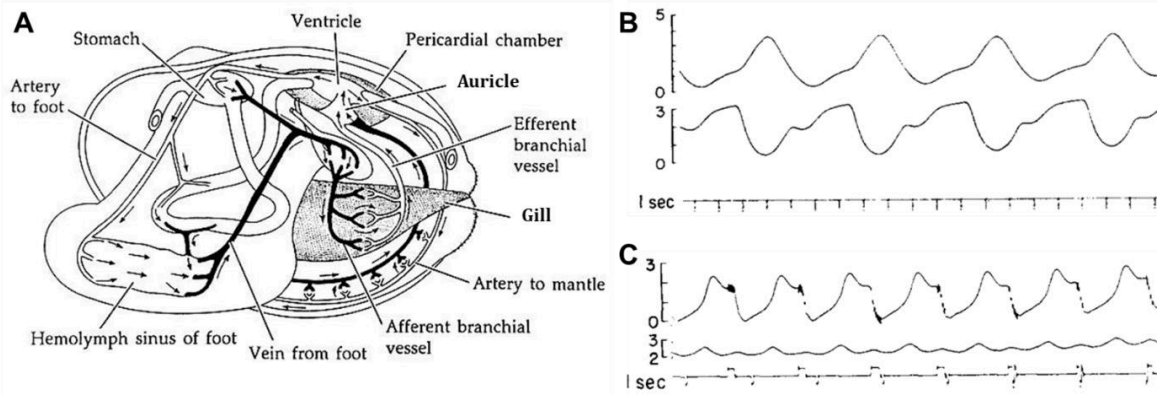



**Keterangan: (A)** Perubahan tekanan di *buccal cavity paddlefish* ketika berenang pada berbagai kecepatan (bls = *body-length per second*). **(B)** Morfologi filamen insang dari dua spesies ikan. *Scale bar* pada kedua gambar sama.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. *Buccal pumping* dilakukan *paddlefish* ketika diam, tetapi tidak dilakukan ketika berenang.
B. Kebutuhan energi untuk melakukan *ram ventilation* lebih tinggi daripada *buccal pumping*.
C. Ketika berenang di lingkungan hipoksik, *paddlefish* kemungkinan akan membuka mulutnya lebih lebar.
D. Insang pada gambar B kanan lebih cocok sebagai insang *paddlefish*.

**20.** Gambar berikut menunjukkan anatomi sistem sirkulasi pada kerang dan perubahan tekanan pada komponen sistem sirkulasi tersebut.

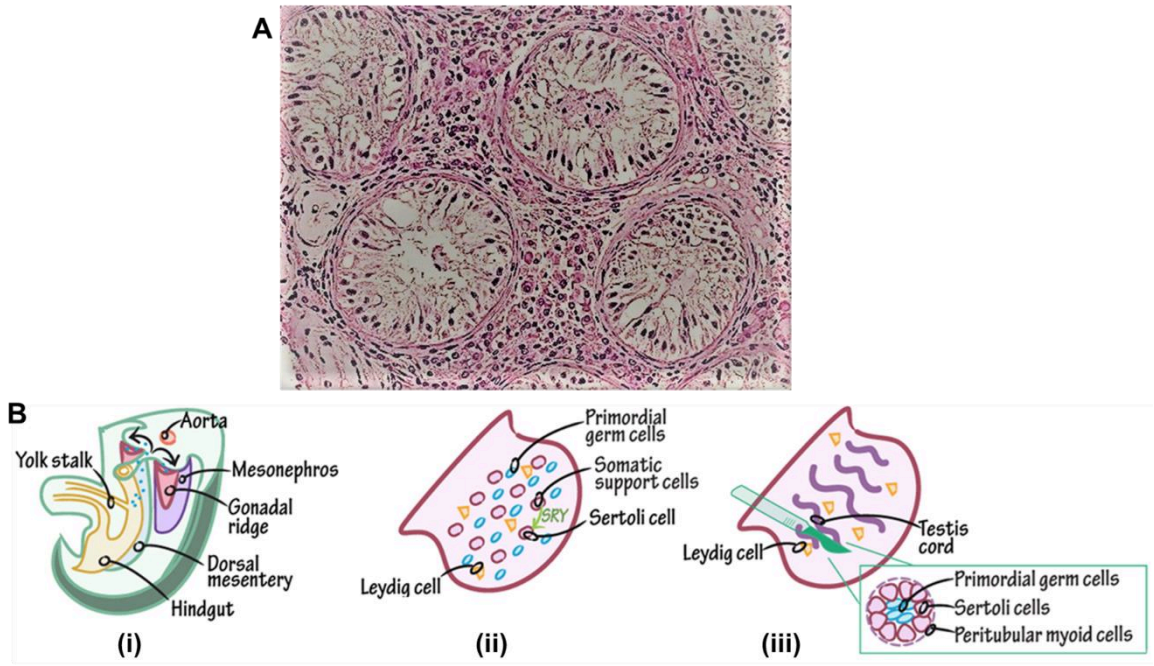



**Keterangan: (A)** Anatomi sistem sirkulasi kerang. **(B)** Perubahan tekanan hidrostatik pada ventrikel (atas) dan aurikel (bawah). **(C)** Perubahan tekanan hidrostatik pada perikardium (atas) dan aurikel (bawah).

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Sistem sirkulasi kerang tergolong sebagai sistem sirkulasi terbuka dan ganda.
B. Jika gambar A merupakan penggambaran yang akurat mengenai sistem sirkulasi kerang, kerang memiliki tiga vena porta.
C. Rongga perikardium membesar ketika aurikel berkontraksi, tetapi rongga tersebut mengalami penyempitan ketika ventrikel berkontraksi.
D. Di tiga detik pertama pada gambar B, aurikel mengalami sistol sementara ventrikel mengalami diastol.

**21.** Sayatan histologis berikut berasal dari seorang yang mengalami kelainan pada testisnya.



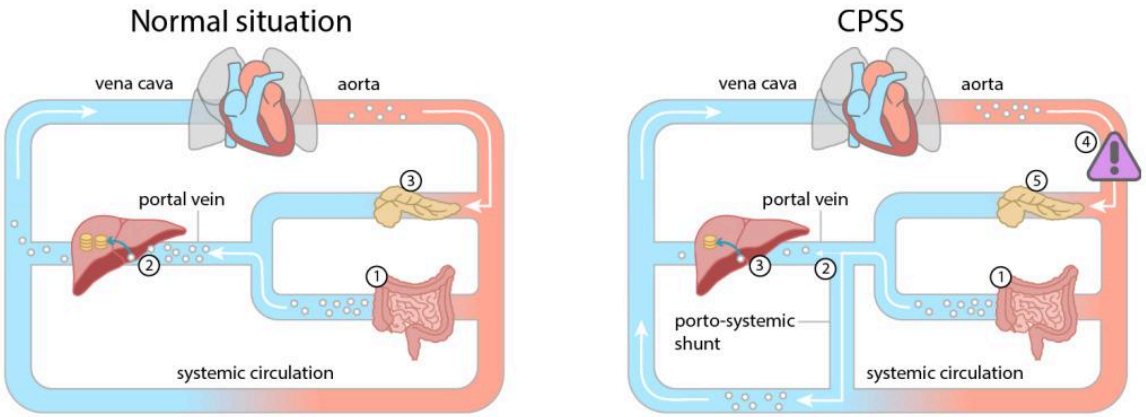

**Keterangan: (A)** Sayatan histologis testis yang diwarnai dengan *hematoxylin-eosin* dari penderita suatu kelainan testis. **(B)** Proses perkembangan embrionik testis.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Penderita kelainan tersebut memiliki ukuran testis yang lebih kecil daripada orang dengan testis yang normal.
B. Penderita kelainan tersebut kemungkinan memiliki kadar testosteron dan LH plasma yang normal.
C. Kemungkinan tidak terjadi mekanisme umpan balik negatif oleh inhibin pada penderita kelainan tersebut.
D. Kelainan tersebut disebabkan oleh kegagalan pada proses (iii).

**22.** Vena porta hepatika merupakan pembuluh darah yang menghubungkan sistem pencernaan dengan hati. Sistem ini bertanggung jawab mengirim nutrisi hasil penyerapan di usus ke hati serta hormon pankreas di hati. Gambar bulat dalam gambar menunjukkan molekul glukosa.

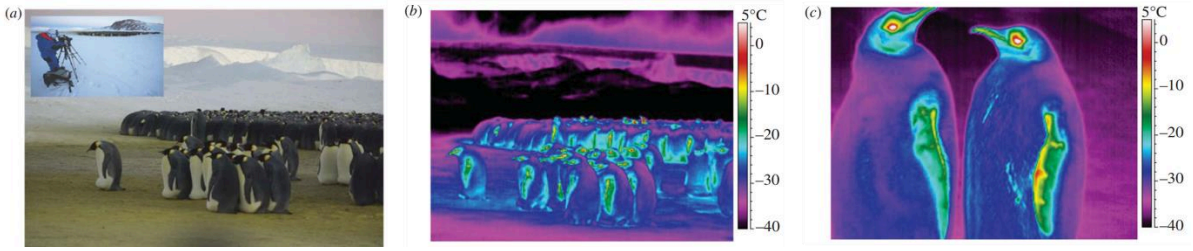
Kelainan CPSS merupakan suatu kelainan terkait vena porta yang menyebabkan perubahan seperti pada gambar berikut.



Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Pasien CPSS memiliki cadangan glikogen yang sama dengan orang normal.
B. Pada saat puasa, kadar glukosa pasien CPSS lebih rendah daripada orang normal.
C. Kadar hormon insulin setelah makan pada pasien CPSS lebih tinggi daripada orang normal.
D. Selain glukosa, vitamin seperti vitamin A dan D juga mengalir ke hati melalui sistem vena porta.

**23.** Adanya kamera inframerah memungkinkan peneliti untuk mengukur suhu permukaan tubuh hewan dan mempelajari bagaimana hewan beradaptasi dengan suhu lingkungannya. Hasil observasi berikut, menggunakan kamera inframerah, menunjukkan distribusi panas pada permukaan tubuh pinguin di habitatnya.

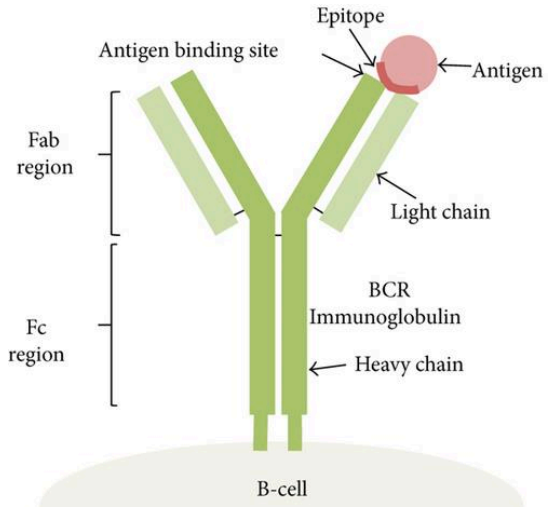



Meskipun suhu permukaan tubuh yang terukur berbeda-beda, pinguin mempertahakan suhu *core* pada kisaran 36.9$^0$C.

Tentukan pernyataan berikut ini benar atau salah!

A. Peningkatan ukuran paruh relatif terhadap ukuran tubuh akan meningkatkan ketahanan pinguin terhadap suhu lingkungan yang rendah.
B. Keadaan bulu dan lapisan lemak yang tebal mencegah kehilangan panas tubuh dari bagian dorsal dan ventral.
C. Jika ada sistem *counter current* pada sistem peredaran darah pinguin, sistem tersebut kemungkinan besar akan ditemukan pada area mata dan sayap.
D. Hasil analisis termal menunjukkan bahwa pinguin dapat mengambil panas dari lingkungan secara konveksi melalui area badan.

**24.** Antibodi merupakan produk sel B yang dapat mengenali antigen. Antibodi mengenai bagian spesifik dari antigen yang disebut dengan epitop.



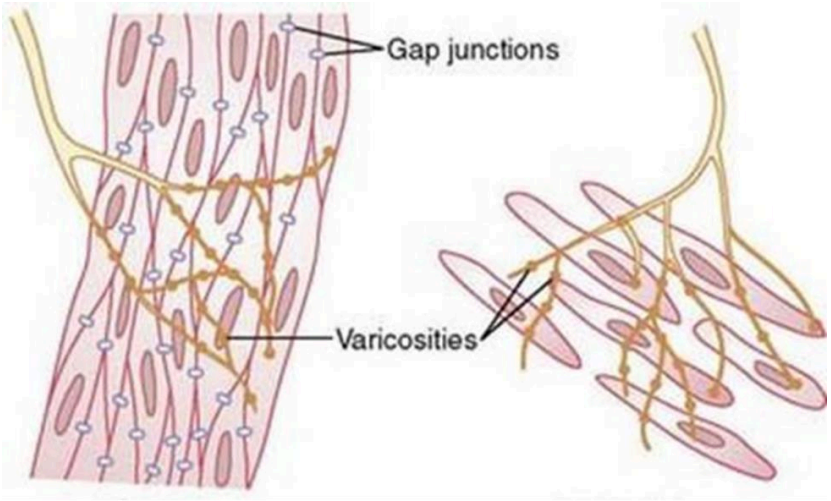
Seorang peneliti menginfeksi kuda dengan toksin (berupa molekul protein) X. Pada hari ke-42 setelah infeksi, peneliti mengambil serum kuda tersebut dan menguji kemampuan antibodi dalam mengenali toksin dalam keadaan utuh atau terdenaturasi.

| Keadaan toksin | Kemampuan antibodi dalam mengenali toksin |
|---|---|
| Utuh | Mengenali |
| Terdenaturasi | Tidak mengenali |

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Antibodi hanya dapat mengenali asam-asam amino yang terletak di permukaan protein.
B. Epitop pada toksin adalah asam amino yang letaknya tidak berurutan pada protein.
C. Antibodi tidak dapat mengenali molekul yang berbentuk linier.
D. Proses denaturasi mengubah jenis asam amino yang menyusun protein sehingga tidak dapat dikenali oleh antibodi.

**25.** Terdapat dua tipe susunan otot polos di dalam tubuh. Tipe pertama adalah *single unit* di mana otot polos tersusun rapat dalam beberapa lapis dan neuron motor hanya melepaskan neurotransmitter pada lapisan otot polos yang terletak di permukaan. Tipe kedua adalah multiunit di mana setiap sel otot akan terhubung dengan ujung neuron motor.

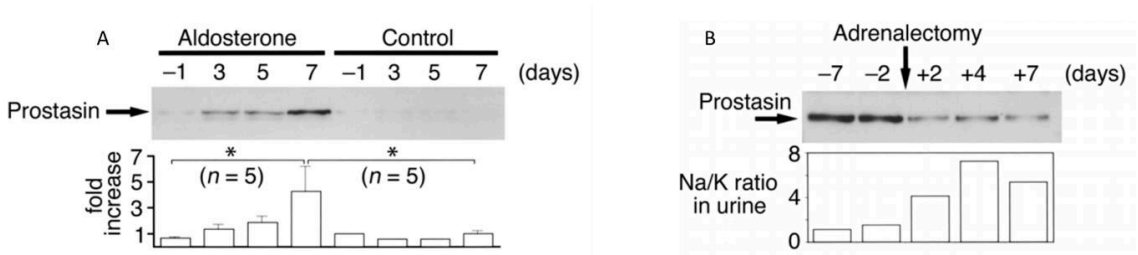



Single unit Multi unit

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Diantara kedua sistem tersebut, sistem *multiunit* yang paling mirip dengan sistem persarafan otot rangka.
B. Pada sistem *single unit*, potensial aksi yang terjadi pada satu sel otot dapat menyebar ke otot lain. Ini terjadi karena adanya *gap junction* yang memungkinkan pergerakan ion dari satu sel ke sel lain secara langsung.
C. Tipe *multiunit* banyak ditemukan pada saluran pencernaan.
D. Tipe *single unit* banyak ditemukan pada organ tubuh yang dapat memvariasikan kekuatan kontraksi otot.

**26.** Prostatin merupakan protease yang ditemukan pada urin. Prostatin diketahui memiliki pengaruh terhadap kadar ion $Na^+$ di dalam urin. Ilmuwan ingin menguji apakah ada kaitan antara fungsi prostatin dengan hormon aldosteron, yaitu hormon yang bertanggung jawab terhadap homeostasis $Na^+$ di dalam tubuh.

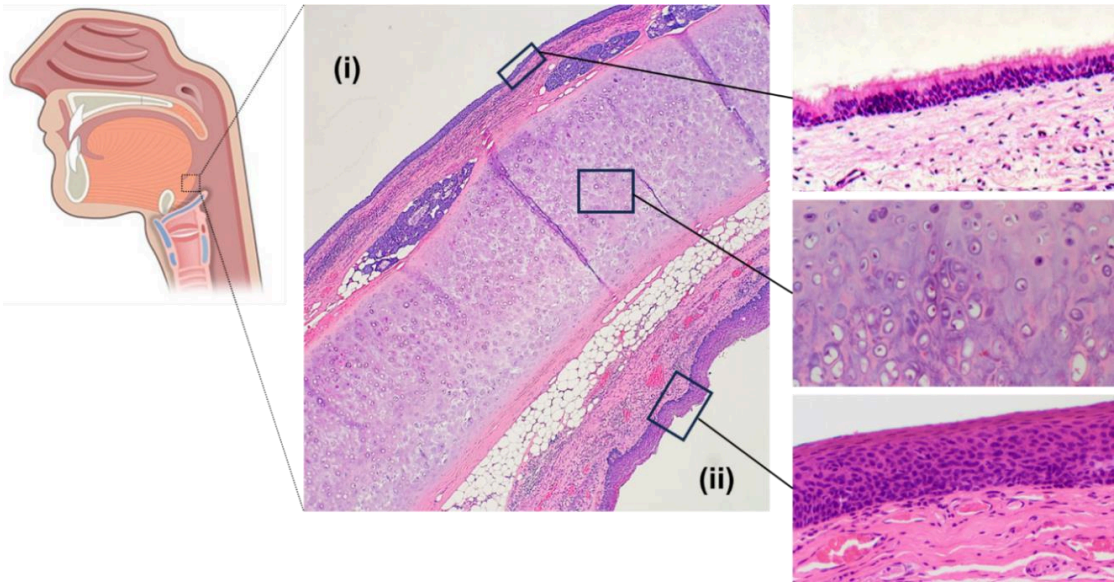



**Keterangan: (A)** Pengaruh injeksi aldosteron terhadap kadar prostatin di urin. **(B)** Pengaruh adrenalektomi (operasi penghilangan kelenjar adrenal) terhadap kadar prostasin dan rasio $Na^+/K^+$ di urin.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi prostatin diinduksi oleh hormon aldosteron.
B. Hasil penelitian menujukkan bahwa prostatin diproduksi oleh kelenjar adrenal.
C. Prostatin kemungkinan bekerja pada area korteks ginjal.
D. Prostatin berfungsi meningkatkan penyerapan $Na^+$ di ginjal.

**27.** Gambar di bawah ini menunjukkan sayatan histologis (diberi pewarna *hematoxylin-eosin*) secara sagittal dari suatu organ yang berada di dalam kotak pada gambar kiri. Sayatan histologis beberapa bagian dari organ tersebut juga ditampilkan.




Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

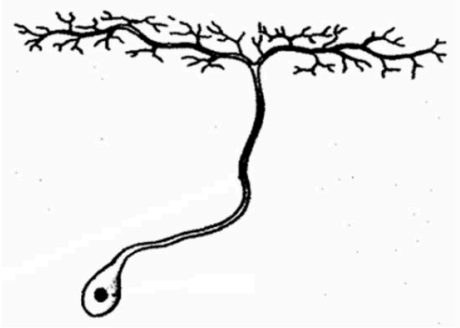
A. Selama berpuasa, posisi organ tersebut akan selalu seperti yang terlihat pada gambar kiri.
B. Sisi anterior organ tersebut ditunjukkan oleh (ii) sementara (i) menunjukkan sisi posterior organ tersebut.
C. Jaringan penyokong utama pada organ tersebut sama seperti yang ditemukan pada daun telinga.
D. Jaringan ikat yang berada tepat di bawah jaringan epitel pada sisi (i) berbeda dengan jaringan utama penyusun dermis kulit.

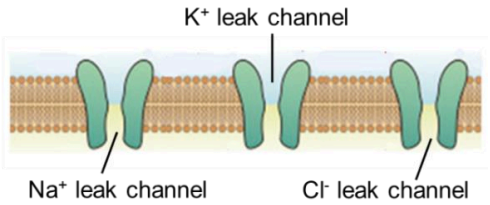
**28.** Potensial istirahat neuron terjadi ketika kecenderungan ion untuk bergerak masuk sama dengan kecenderungan ion lain untuk bergerak keluar neuron (disebut *equilibrium potential*). *Equilibrium potential* dapat dihitung menggunakan persamaan Goldman-Hodgkin-Katz (untuk suhu 18°C), sebagai berikut.

$$E_{ion} = 0{,}058\ V\ \cdot \ln \frac{\sum P_X[X]_{out}}{\sum P_X[X]_{in}}$$

**Keterangan:** $E_{ion}$ = *equilibrium potential* (V), $P_X$ = konstanta permeabilitas suatu jenis ion, $[X]_{in}$ = konsentrasi suatu jenis ion di sitosol, $[X]_{out}$ = konsentrasi suatu jenis ion di cairan ekstraseluler.

Suatu jenis neuron dari serangga (lihat gambar kiri di bawah) sedang dipelajari. Dari hasil studi tersebut, diketahui bahwa aktivitas beberapa protein transpor (lihat gambar kanan) terlibat dalam menentukan potensial istirahat neuron tersebut.





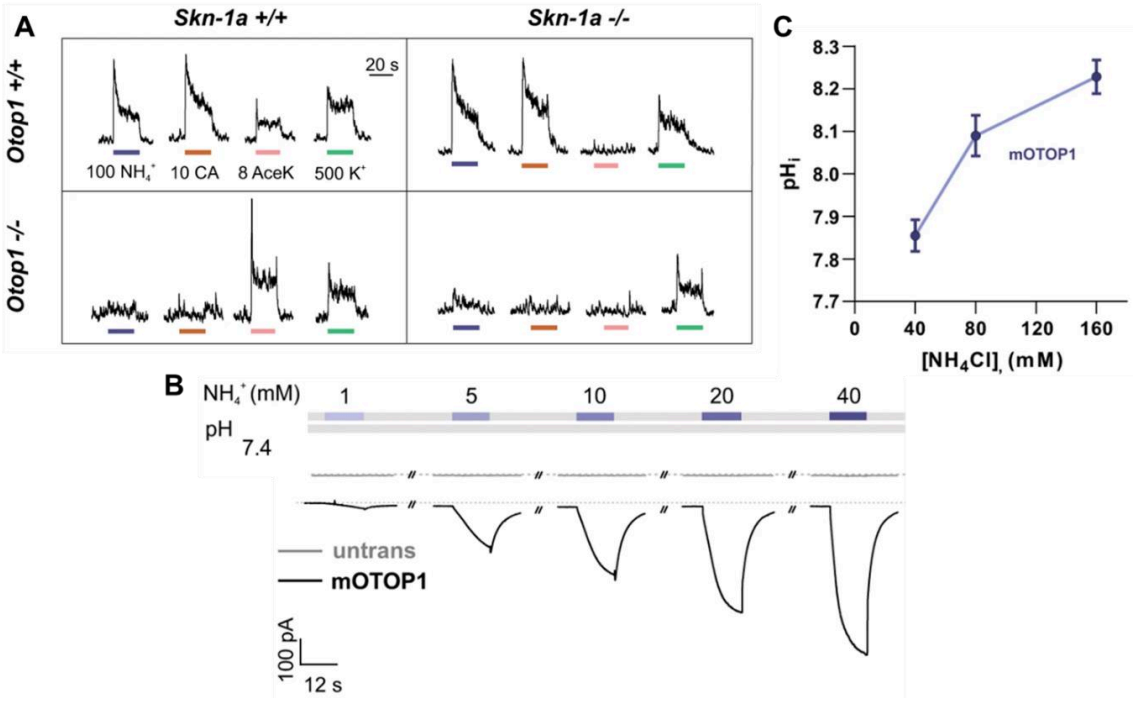

Dalam studi tersebut juga dilakukan pengukuran konsentrasi berbagai jenis ion di sitosol dan cairan ekstraseluler serta permeabilitas ion-ion tersebut untuk melewati membran plasma neuron tersebut. Hasil pengukuran tersebut disajikan pada tabel di bawah ini.

| Jenis ion | Konsentrasi ion di sitosol (mM) | Konsentrasi ion di cairan ekstraseluler (mM) | Konstanta permeabilitas ion |
|---|---|---|---|
| $K^+$ | 125 | 5 | 1 |
| $Na^+$ | 15 | 145 | 0,05 |
| $Cl^-$ | 13 | 150 | 0,45 |
| $Ca^{2+}$ | 18 | 52 | 0,1 |

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Neuron yang dipelajari tersebut memiliki jenis yang sama dengan neuron sensoris mamalia.
B. Pada suhu 18°C, potensial istirahat neuron tersebut sebesar -59,48 mV.
C. Tetraetilamonium (TEA) diketahui merupakan senyawa yang dapat menurunkan aktivitas *$K^+$ leak channel* sebesar 50%. Pemaparan TEA pada neuron serangga tersebut menyebabkan potensial membran neuron tersebut menjadi positif.
D. Pada lingkungan dengan suhu yang lebih tinggi, dibutuhkan stimulasi yang lebih kuat untuk memicu neuron tersebut membangkitkan potensial aksi.

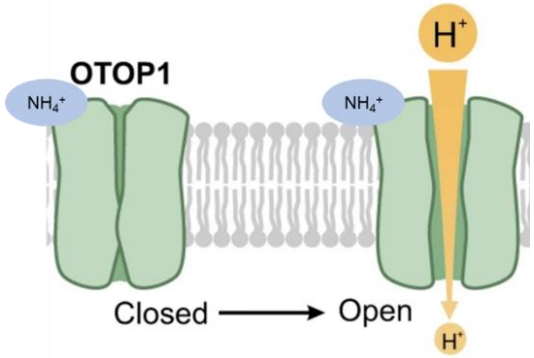
**29.** Kuncup pengecapan (*taste bud*) terdiri atas berbagai jenis sel yang bertanggung jawab untuk untuk resepsi rasa (disebut *taste receptor cell*, TCR). Terdapat tiga jenis TCR pada kuncup pengecapan mamalia, yaitu *sodium cell* yang mendeteksi *tastant* rasa asin, TCR tipe III yang mendeteksi *tastant* untuk rasa asam, dan TCR tipe II yang mendeteksi *tastant* untuk rasa yang lain. Amonium klorida ($NH_4Cl$) dianggap sebagai salah satu *tastant* untuk rasa pahit karena menghasilkan rasa unik yang didominasi oleh rasa pahit. Tetapi, suatu eksperimen (yang datanya disajikan pada gambar di bawah) dapat mengubah anggapan tersebut. Selain itu, aktvitas $NH_4Cl$ sebagai *tastant* melibatkan aktivitas kanal proton yang disebut OTOP1.




**Keterangan: (A)** Respons saraf sensoris yang bersinapsis dengan TCR akibat pemaparan berbagai *tastant* (100 mM $NH_4Cl$, 10 mM asam sitrat (CA), 8 mM pemanis buatan AceK, dan 500 mM KCl) pada kuncup pengecapan. Dalam eksperimen ini, digunakan mencit dengan kondisi genetis yang berbeda-beda untuk gen *Skn-1a* dan *Otop1*. Gen *Skn-1a* bertanggung jawab atas ada-tidaknya jenis TCR tertentu pada kuncup pengecapan. **(B)** Aliran ion melalui OTOP1 pada lini sel HEK-293 yang ditransfeksi *mOtop1* (hitam) dan yang tidak ditransfeksi (abu-abu) sebagai respons terhadap perubahan konsentrasi $NH_4Cl$ di cairan ekstraseluler. Penurunan kuat arus menunjukkan peningkatan muatan positif di sitosol. **(C)** Perubahan pH sitosol lini sel HEK-293 yang ditransfeksi *mOtop1* sebagai respons terhadap perubahan konsentrasi $NH_4Cl$ di cairan ekstraseluler.

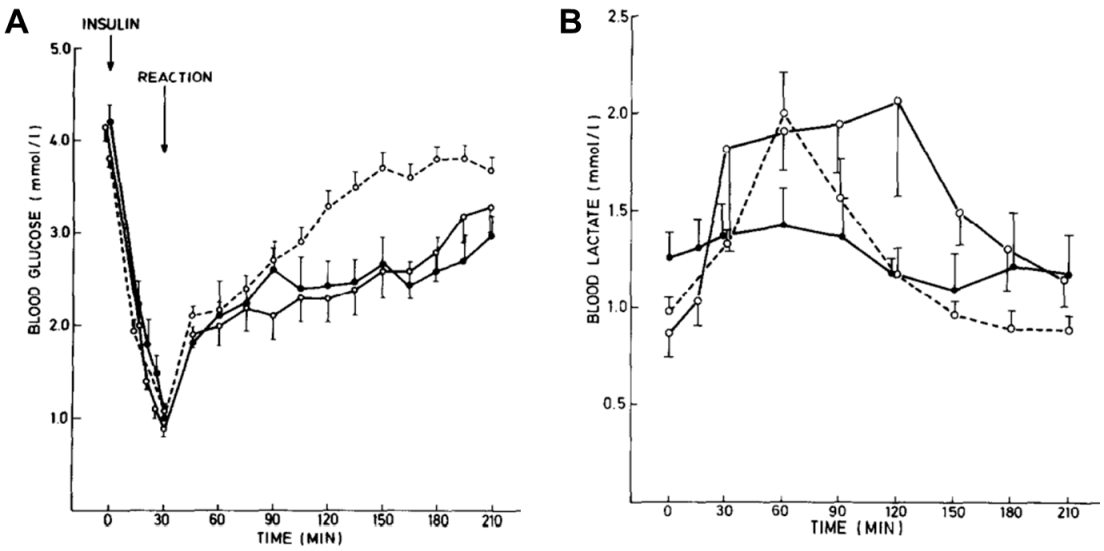
Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Gen *Skn-1a* bertanggung jawab atas adanya TCR tipe II di dalam kuncup pengecapan.
B. Eksperimen tersebut membuktikan bahwa $NH_4Cl$ dideteksi oleh TCR tipe III menggunakan protein OTOP1.
C. Mekanisme kemoresepsi $NH_4Cl$ kemungkinan sesuai dengan gambar berikut.




D. Terbukti bahwa $NH_4Cl$ merupakan *tastant* untuk rasa pahit.

**30.** Hormon katekolamin, seperti epinefrin dan norepinefrin, mempengaruhi sel targetnya melalui reseptor adrenergik. Terdapat dua kategori untuk reseptor tersebut, yaitu reseptor α-adrenergik dan β-adrenergik. Propranolol merupakan suatu inhibitor bagi salah satu jenis reseptor tersebut. Data berikut menunjukkan pengaruh propranolol terhadap homeostasis kadar glukosa darah (salah satu respons yang dipicu oleh hormon katekolamin).




**Keterangan:** Perubahan kadar glukosa plasma **(A)** dan kadar laktat plasma **(B)** pada manusia yang diberi perlakuan hipoglikemia melalui injeksi insulin. Pemaparan propranolol dilakukan melalui metode infus sejak menit ke-30 pascainjeksi insulin (*reaction*). Terdapat tiga jenis subjek dalam penelitian ini yang berbeda dalam jenis zat yang diinfus, yaitu manusia yang mendapatkan infus larutan fisiologis (garis putu-putus dengan lingkaran putih), manusia yang mendapatkan infus propranolol (garis solid dengan lingkaran hitam), dan manusia yang mendapatkan infus propranolol dan natrium laktat (garis solid dengan lingkaran putih). Laktat merupakan substrat utama untuk proses glukoneogenesis pada manusia.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Terkait dengan homeostasis glukosa darah, inhibisi reseptor adrenergik oleh propranolol kemungkinan hanya menghambat glukoneogenesis.
B. Pemaparan propranolol dalam jangka panjang kemungkinan dapat menyebabkan resistensi glukagon.
C. Selain berperan sebagai reseptor, reseptor adrenergik juga berperan sebagai faktor transkripsi pada sel target.
D. Propranolol merupakan inhibitor reseptor β-adrenergik.

## GENETIKA DAN EVOLUSI

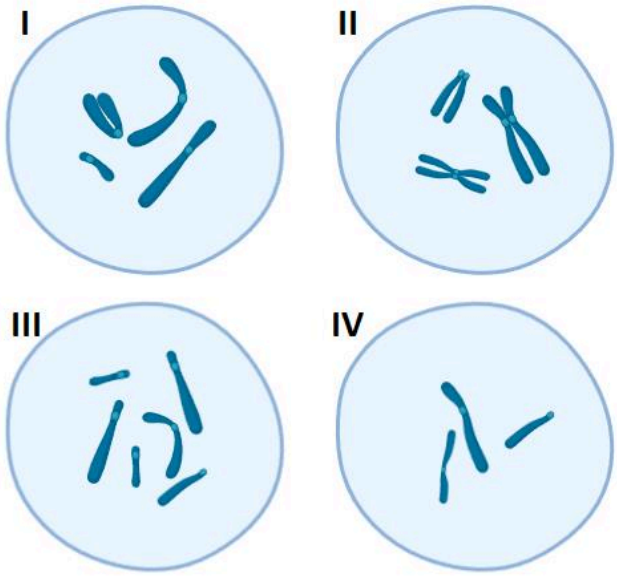
**31.** Lumut merupakan salah satu tumbuhan yang mengalami metagenesis. Uniknya, fase gametofit lumut bersifat lebih dominan, sementara fase sporofitnya justru bergantung pada fase gametofit tersebut. Sel-sel pada fase sporofit lumut X diketahui memiliki 10 buah kromosom. Anda melakukan percobaan dan pengamatan pada lumut X tersebut sebagai berikut.

I. Anda meninjau kesepuluh kromosom lumut X dan memilih 1 lokus untuk setiap pasangan kromosomnya.
II. Sporofit lumut (generasi ke-1) diketahui bergenotipe heterozigot untuk semua gen, kemudian dibiarkan bereproduksi dan menghasilkan banyak tumbuhan gametofit.
III. Tumbuhan gametofit dari langkah II disilangkan secara acak dan menghasilkan individu sporofit generasi ke-2.

Jika diketahui setiap gen memiliki 2 alel dengan sifat dominansi sempurna. Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Di antara kedua fase hidup, hanya sporofit yang dapat mengalami pindah silang ketika bereproduksi.
B. Sporofit lumut generasi ke-1 dapat menghasilkan spora dengan lebih dari 100 variasi genotipe berbeda.
C. Dari tumbuhan fase gametofit yang dihasilkan, terdapat 1/16 di antaranya yang memiliki fenotipe dominan atau resesif untuk semua gen.
D. Pada populasi sporofit generasi ke-2, terdapat $2^{10}$ kombinasi fenotipe berbeda yang mungkin dimiliki oleh lumut X.

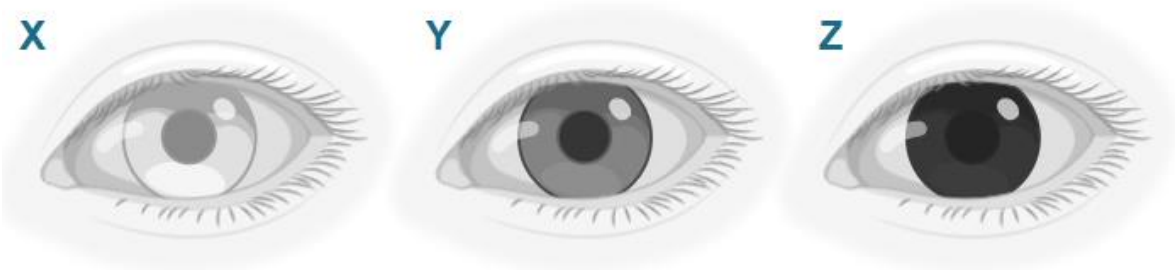
**32.** Qeisya mengamati beberapa sampel sel mamalia (I-IV) dengan kromosom terkondensasi seperti yang ditunjukkan ilustrasi berikut.




Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Susunan kromosom seperti pada sel I umumnya dimiliki oleh gamet.
B. Sel II merupakan sel yang dihasilkan dari pembelahan mitosis.
C. Sel III kemungkinan dimiliki oleh sel somatik hewan jantan.
D. Sel IV memiliki kemungkinan berasal dari spesies yang sama dengan sel II.

**33.** Penentuan fenotipe warna iris mata pada populasi manusia di Planet Vvibu ditentukan oleh dua buah gen (A dan B) dengan interaksi yang unik. Alel dominan dari kedua gen mengkatalisis reaksi yang sama, yaitu mengubah pigmen putih (tidak berwarna) menjadi pigmen gelap, sedangkan alel resesifnya tidak fungsional. Uniknya, jika alel dominan dari kedua gen dimiliki oleh satu individu, warna iris mata yang dihasilkan menjadi semakin gelap.

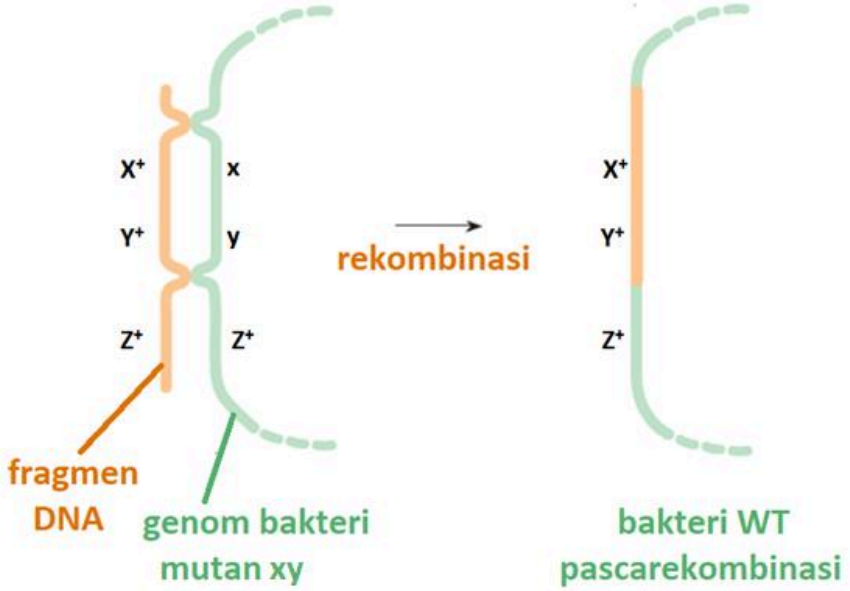



**Keterangan:** X = fenotipe resesif, Y = fenotipe iris mata gelap, Z = fenotipe sangat gelap, akibat alel dominan dari kedua gen.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Perbandingan peluang dihasilkan anakan berfenotipe X:Y:Z dari pernikahan orang tua heterozigot adalah 1:3:12.
B. Terdapat 4 macam genotipe berbeda yang dapat menghasilkan fenotipe Y.
C. Diketahui terdapat 3 orang saudara kandung yang memiliki fenotipe iris mata masing-masing X, Y, dan Z. Dapat disimpulkan, minimal ada salah satu orang tua mereka yang berfenotipe Z.
D. Frekuensi setiap alel kedua gen dari populasi manusia di atas diketahui masing-masing senilai 0,5. Jika populasi berada dalam kesetimbangan Hardy-Weinberg, frekuensi fenotipe populasi tersebut memiliki rasio yang identik dengan anakan hasil persilangan heterozigot.

**34.** Kak Dave ingin memetakan 6 buah gen (A-F) yang berada di suatu region pada genom bakteri *Bacillus tobinensis*. Masing-masing gen diketahui mengkode enzim dalam jalur biosintesis molekul yang berbeda-beda. Semua produk dari keenam gen diperlukan untuk menghasilkan pertumbuhan normal. Beliau menggunakan 8 buah mutan delesi berbeda (mutan 1-8) yang ditransfeksi dengan sebuah fragmen DNA linier berisi keenam gen. Bakteri mutan yang berhasil melakukan rekombinasi dengan fragmen DNA tersebut akan menghasilkan sifat *wild-type* (rekombinasi WT). Ilustrasi *contoh* rekombinasi WT yang terjadi dan hasil transfeksi keenam galur mutan tersaji berikut ini.



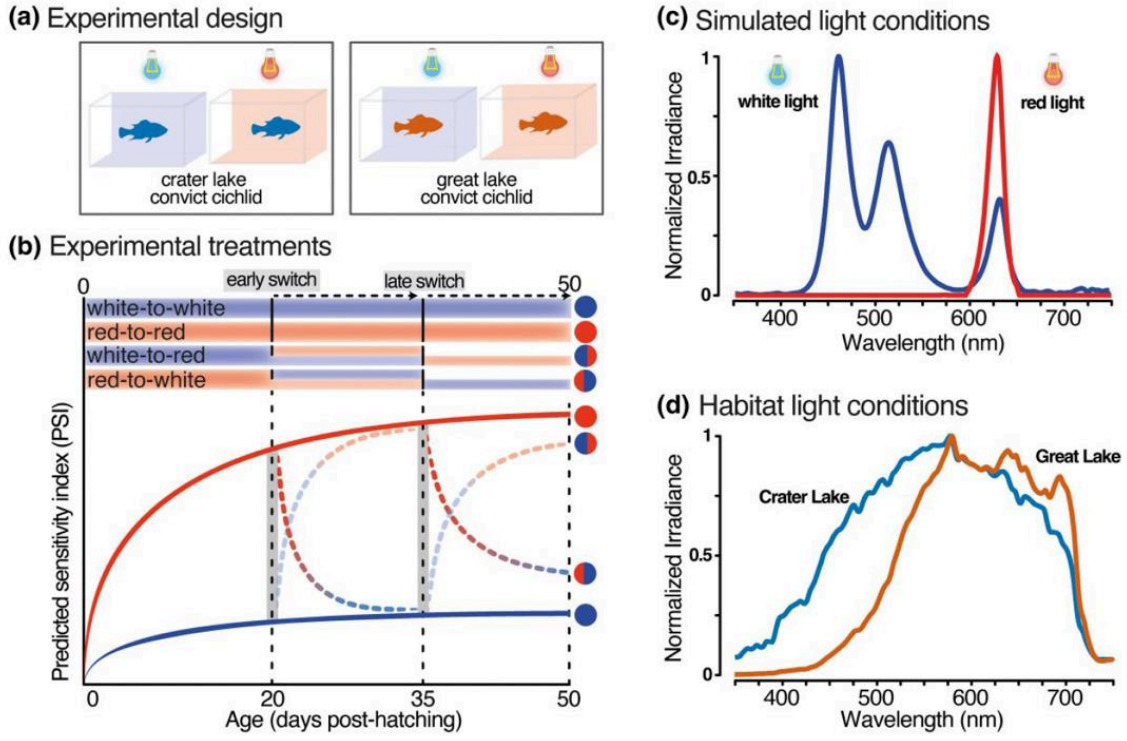

| Mutan | Gen yang harus masuk ke genom untuk menghasilkan rekombinasi WT | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F |
| 1 | | | V | | V | |
| 2 | V | | V | V | V | V |
| 3 | V | | V | | | V |
| 4 | | V | | | | |
| 5 | V | | | | | V |
| 6 | | | | V | V | |
| 7 | | V | | V | | |
| 8 | | V | | V | V | |

**Keterangan**: Tanda "V" merupakan gen yang dibutuhkan untuk menghasilkan rekombinasi WT. Setiap mutan hanya memiliki sebuah delesi yang kontinu.

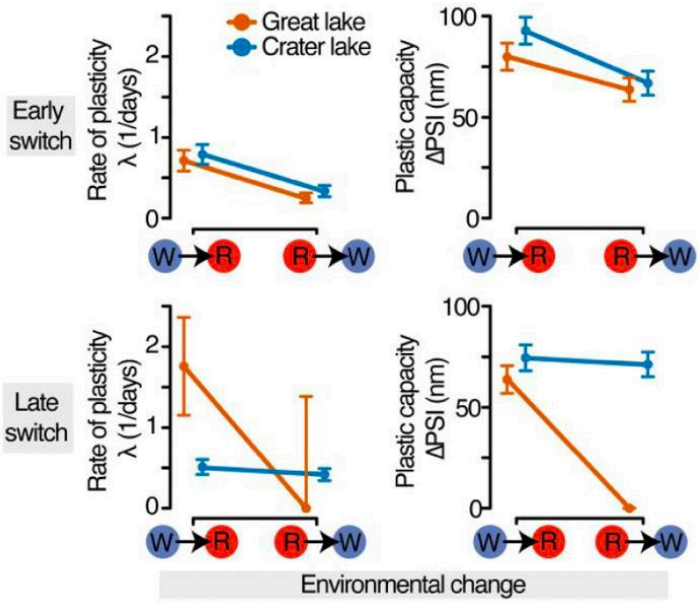
Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Sebelum mengalami transfeksi, mutan 2 memiliki genom paling pendek dibandingkan ketujuh mutan lain.
B. Sebelum mengalami transfeksi, mutan 5 memerlukan produk gen B, C, D, dan E agar bisa tumbuh dengan normal.
C. Urutan letak keenam gen di atas adalah B-D-E-C-A-F.
D. Fusi sel mutan 3 dan 8 kemungkinan akan menghasilkan fenotipe WT.

**35.** Plastisitas fenotipe memungkinkan organisme mengubah karakter fenotipe mereka sebagai respons terhadap perubahan lingkungan. Berikut adalah eksperimen yang dilakukan terhadap dua spesies ikan *cichlid* yang hidup di dua lokasi berbeda: ikan *cichlid* danau besar (*great lake convict cichlid*) dan danau kawah (*crater lake convict cichlid*) dari Nicaragua. Masing-masing ikan disinari dengan sinar putih (*white light*) dan sinar merah (*red light*) secara bergantian (R → W atau W → R) di berbagai tahapan perkembangan mereka setelah menetas (gambar (b) *Experimental treatments*). Perlakuan '*early switch*' adalah ketika perubahan sinar dilakukan 20 hari setelah menetas dan '*late switch*' adalah 35 hari setelah menetas. Masing-masing perlakuan memiliki kontrol berupa pemaparan sinar putih tanpa pergantian sinar sepanjang waktu eksperimen (*white-to-white*), dan demikian pula dengan sinar merah (*red-to-red*). Kisaran panjang gelombang cahaya sinar yang diberikan dan kondisi pencahayaan dalam habitat masing-masing ikan diberikan dalam gambar (c) dan (d). Perubahan sensitifitas sel kerucut mata ikan diukur sebagai respons perubahan fenotipe.




Hasil eksperimen diberikan dalam grafik berikut dengan plastisitas fenotip diukur dalam dua metrik: *plastic capacity*, atau besarnya perubahan sensitifitas sel kerucut mata ikan, dan *rate of plasticity*, atau penurunan waktu yang diperlukan untuk mengubah sensitifitas sel kerucut mata ikan. Garis warna merah menunjukkan data dari ikan *cichlid* danau besar dan garis biru dari ikan danau kawah.




Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. *Plastic capacity* ikan *cichlid* muda (20 hari setelah menetas) lebih besar dari ikan yang lebih tua (40 hari setelah menetas) untuk kedua habitat.
B. *Rate of plasticity* untuk paparan dari sinar putih ke merah (W->R) lebih besar daripada sinar merah ke putih (R->W) pada kedua jenis ikan.
C. Tekanan seleksi untuk mencari makan dengan efisien dalam kondisi habitat dengan pencahayaan cerah (sinar putih) lebih besar daripada jika pencahayaan rendah (sinar merah).
D. Ikan *cichlid* dari danau kawah lebih terbiasa hidup di habitat yang mengalami pengadukan air dan perubahan paparan cahaya dibanding ikan dari danau besar.

**36.** Ngengat *Panaxia dominula* merupakan spesies ngengat yang polimorfik di Inggris. Terdapat tiga fenotipe: "dominula" (umum), "medionigra" (agak gelap), dan "bimacula" (sangat gelap). Ketiga fenotipe ini dikontrol dua alel (A dan a) dalam satu lokus autosom. Fenotipe "medionigra" merupakan genotipe yang heterozigot (Aa), sementara “bimacula” memiliki dua alel A. Suatu populasi di Oxford dicuplik pada tahun 1958-1959 dan ditemukan ketiga fenotipe dalam kelimpahan sebagai berikut.

| dominula | medionigra | bimacula |
|---|---|---|
| 72 | 35 | 11 |

Untuk mengetahui apakah distribusi ketiga fenotipe ada dalam kesetimbangan Hardy-Weinberg, kita dapat menghitung nilai statistik *Chi-square* ($\chi^2$) dalam derajat kebebasan (*degrees of freedom*) 2 dan *P-values* 0.05 menggunakan rumus berikut.

$$\chi^2 = \sum \frac{(o-e)^2}{e}$$

**Keterangan**: *o* = jumlah individu yang diamati pada populasi. *e* = jumlah individu yang diharapkan pada populasi.

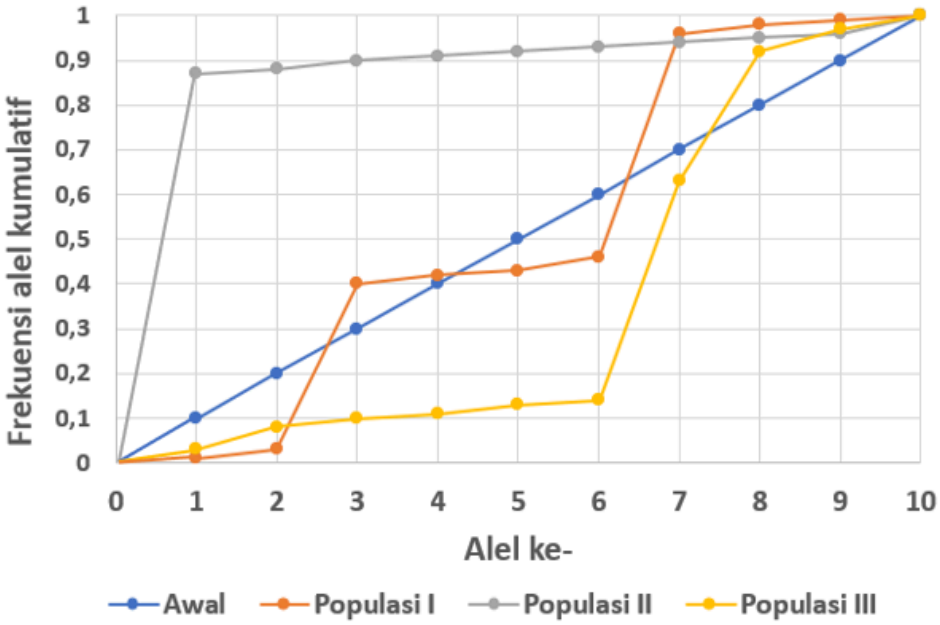
Berikut adalah Tabel *P-value* 0.99-0.001 distribusi Chi untuk derajat kebebasan 1-3.

| Table of $\chi^2$ | P values | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Degrees of freedom | 0.99 | 0.9 | 0.5 | 0.1 | 0.05 | 0.01 | 0.001 |
| 1 | 0 | 0.02 | 0.46 | 2.71 | 3.84 | 6.63 | 10.83 |
| 2 | 0.02 | 0.21 | 1.39 | 4.61 | 5.99 | 9.21 | 13.82 |
| 3 | 0.12 | 0.35 | 2.37 | 6.25 | 7.81 | 11.34 | 16.27 |

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Frekuensi alel A pada populasi tahun 1958-1959 lebih besar dari frekuensi alel a.
B. Jumlah fenotipe sangat gelap pada populasi tahun 1958-1959 lebih besar dari yang seharusnya jika populasi ada dalam kesetimbangan Hardy-Weinberg.
C. Populasi ngengat pada tahun 1958-1959 tidak berada dalam kesetimbangan Hardy-Weinberg dengan angka uji $\chi^2$ lebih besar dari angka uji pada *P-values* 0,05.
D. Dengan mengasumsikan penyimpangan Hardy-Weinberg sebanyak apapun adalah karena perkawinan sekerabat, penyimpangan ini disebabkan oleh lebih dari sepertiga populasi yang harusnya heterozigot digantikan dengan homozigot.

**37.** Gen *Osn25* diketahui memiliki 10 buah alel. Mas Budi mencoba menguji perubahan frekuensi alel tersebut seiring waktu pada 3 populasi berbeda (populasi I, II, dan III) yang saling terisolasi. Kondisi awal ketiga populasi adalah sama. Berikut adalah hasil perhitungan frekuensi kesepuluh alel pada ketiga populasi setelah 15 generasi.




**Keterangan**: Frekuensi alel kumulatif dihitung dengan menjumlahkan frekuensi alel ke-n dengan semua frekuensi alel urutan sebelumnya.

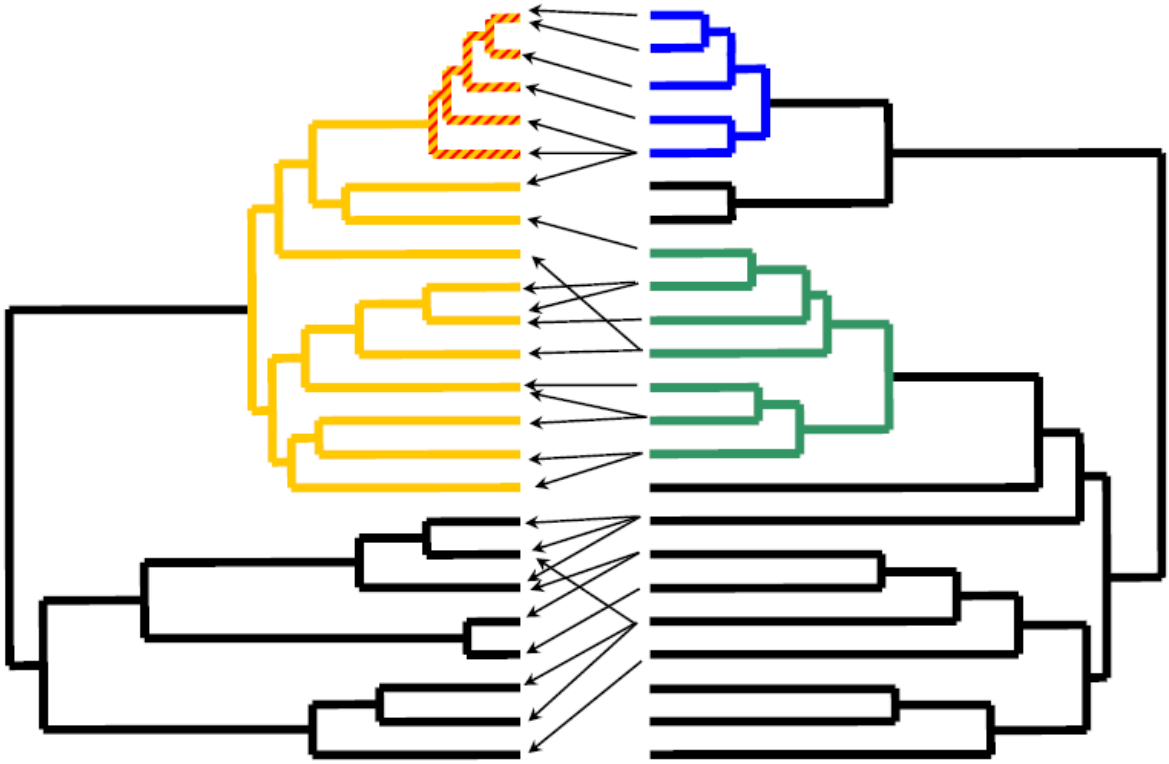
Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Frekuensi seluruh alel setara pada awal percobaan untuk ketiga populasi.
B. Terdapat 4 buah alel yang kemungkinan besar akan tersisa jika populasi I mempertahankan faktor seleksinya.
C. Pada populasi II, kesepuluh alel memiliki kesesuaian yang tinggi terhadap lingkungannya.
D. Jika tidak ada hanyutan genetik yang signifikan, frekuensi alel pada populasi III akan mengalami fiksasi di masa depan.

**38.** Tanpa adanya penyimpangan hukum Mendel, manakah pernyataan berikut yang benar (B) dan salah (S) mengenai alel dominan?

A. Alel dominan bersifat menutupi ekspresi alel resesif.
B. Alel dominan memiliki peluang lebih tinggi disalurkan ke generasi berikutnya dibandingkan alel resesif.
C. Alel dominan akan mengekspresikan fenotipe yang sama dalam kondisi homozigot maupun heterozigot.
D. Alel dominan akan lebih mudah bertahan dalam populasi yang terkena hanyutan genetik dibandingkan alel resesif.

**39.** Koevolusi dapat terjadi akibat interaksi yang erat, baik berupa mutualisme, parasitisme, predasi, ataupun jenis interaksi yang lain. Hasil studi berikut menggambarkan hasil koevolusi hipotetik pada beberapa spesies tumbuhan bersama serangga herbivora seperti yang tersaji berikut ini.

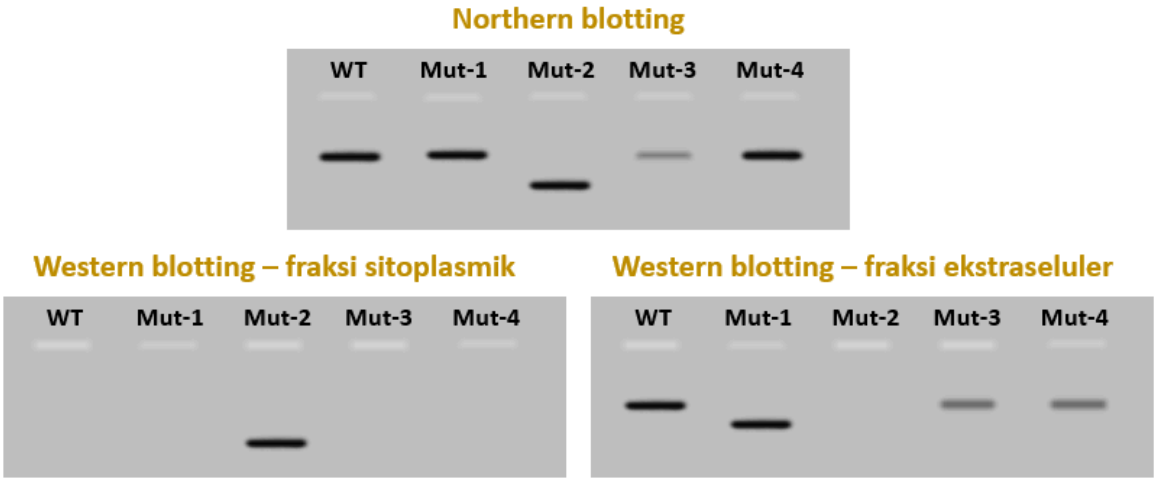


**Keterangan:** Filogeni sebelah kiri menunjukkan evolusi tumbuhan berbunga, sementara kanan menunjukkan evolusi serangga herbivora. Cabang berwarna hitam pada filogeni tumbuhan dan serangga masing-masing menggambarkan mekanisme pertahanan terhadap herbivora dan kemampuan melawan pertahanan tumbuhan. Warna lain menandakan munculnya mekanisme pertahanan baru bagi tumbuhan maupun munculnya mekanisme baru dari serangga untuk mengatasi pertahanan tersebut. Tanda panah menunjukkan hubungan herbivori.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Terbentuknya mekanisme perlawanan baru terhadap pertahanan tumbuhan tidak selalu menghilangkan kemampuan serangga untuk melawan pertahanan tumbuhan yang lebih awal muncul.
B. Eratnya hubungan koevolusi ditunjukkan dengan keberadaan klad serangga yang secara konsisten menjadi herbivora bagi klad tumbuhan tertentu.
C. Sifat herbivora menunjukkan keuntungan yang lebih besar dibandingkan nonherbivora.
D. Kemunculan *niche* baru adalah faktor penting yang mendorong spesiasi pada serangga herbivora.

**40.** Rifqi menemukan beberapa mutan (Mut-1 s.d. Mut-4) pada gen *daring25* dari bakteri *Tobibacillus efisiensius*. Diketahui gen tersebut mengode suatu protein sekretoris dan transkripsinya diinduksi oleh senyawa X. Rifqi memeriksa ekspresi gen tersebut menggunakan analisis *northern blotting*, *western blotting*, dan uji aktivitas protein untuk mengetahui bagian mana dari gen yang mengalami mutasi. Berikut hasil yang didapatkan.




| Genotipe | Aktivitas total protein |
|---|---|
| *Wild-type* (WT) | ++++ |
| Mut-1 | - |
| Mut-2 | + |
| Mut-3 | ++ |
| Mut-4 | ++ |

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Mut-1 mengalami delesi pada intron.
B. Mut-2 kehilangan beberapa nukleotida di awal *open reading frame* (ORF) sehingga menghilangkan bagian *signal sequence* protein.
C. Proses translasi pada Mut-3 tidak mengalami kelainan.
D. Mutasi pada Mut-4 kemungkinan besar menyebabkan perubahan struktur 3 dimensi protein sehingga menurunkan aktivitasnya.

## ETOLOGI

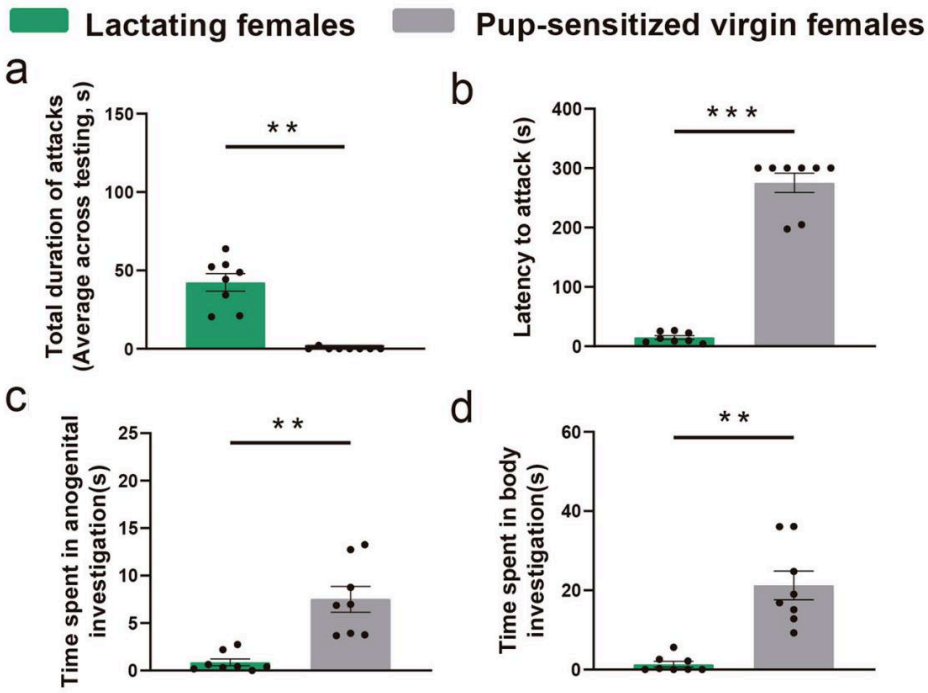
**41.** Larva kumbang merupakan predator dari kutu air, serangga, dan siput. Larva kumbang telah memiliki mandibula yang cukup keras untuk menghancurkan makanannya. Berikut adalah asumsi yang ada mengenai perilaku makan larva kumbang dengan level kelimpahan masing-masing mangsa diberikan dalam kode skala 1-4 untuk kelimpahan paling rendah hingga paling tinggi.

| Mangsa | Energi yang didapatkan per waktu konsumsi | Level kelimpahan di habitat 1 | Level kelimpahan di habitat 2 |
|---|---|---|---|
| **Siput** | 4 | 1 | 2 |
| **Serangga** | 2 | 3 | 3 |
| **Kutu air** | 1 | 4 | 4 |

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Pada habitat 2, perilaku makan optimal adalah hanya mengambil mangsa yang memiliki kelimpahan tertinggi.
B. Kutu air merupakan mangsa berkualitas paling tinggi di habitat 1 dan 2.
C. Serangga merupakan mangsa berkualitas paling tinggi di habitat 1.
D. Siput merupakan mangsa berkualitas paling rendah di habitat 2.

**42.** Perilaku agresif dapat dipicu oleh faktor eksternal maupun internal. Penelitian oleh Abellan-Alvaro *et al*. (2022) mengonfirmasi perilaku agresif pada mencit yang sedang menyusui (*lactating females*) dan mencit betina dewasa yang belum pernah melahirkan (virgin). Betina virgin tersebut sebelumnya telah dipaparkan pada anak-anak mencit (*pup-sensitized virgin females*). Stimulus yang digunakan untuk memicu perilaku agresif ini adalah interaksi dengan mencit jantan asing. Berikut hasil yang didapatkan.




**Keterangan:** Durasi dan latensi terjadinya perilaku. (a) Durasi penyerangan terhadap jantan asing, (b) Waktu tunggu (*latency*) sebelum penyerangan dilakukan, (c) Durasi investigasi individu betina terhadap organ reproduksi jantan, (d) Durasi investigasi bagian tubuh lain oleh mencit betina terhadap jantan.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Mencit betina yang sedang menyusui memiliki kemungkinan yang lebih kecil untuk hamil lagi dibandingkan betina virgin.
B. Stimulasi dari anakan tidak mampu meniru kondisi tubuh mencit betina virgin sehingga berperilaku seperti individu yang menyusui.
C. Kausasi proksimat yang masuk akal untuk perilaku di atas adalah perlindungan anak dan meningkatkan peluang kelulushidupan anak hingga dewasa.
D. Ketika ketersediaan makanan terbatas, adanya perilaku agresi induk lebih merugikan bagi anak-anak mencit dibandingkan tanpa agresi.

## EKOLOGI

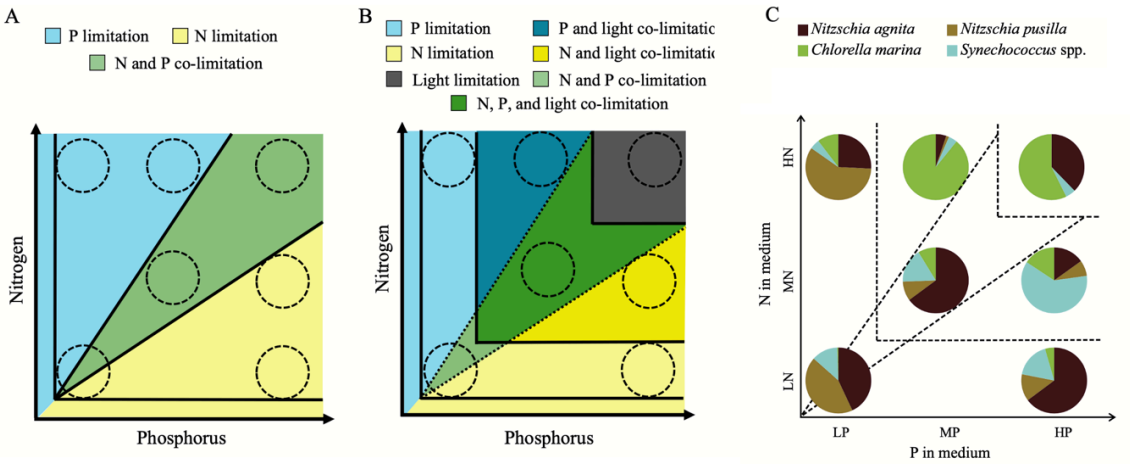
**43.** Pembentukan sedimen di bawah danau mampu menyebabkan akumulasi logam berat akibat proses alami dan aktivitas manusia. Introduksi polutan seperti logam berat mengalami peningkatan sejak pertengahan abad ke-20 akibat peningkatan jumlah serta aktivitas manusia di area Vilnius. Data di bawah merupakan kadar (mg/kg) dua jenis logam berat di sedimen bawah dari beberapa danau di area Vilnius, Lithuania.

| Danau | Tipe | Pb | Zn |
|---|---|---|---|
| Balsys | Mesotrofik | 4,74 | 26,94 |
| Didžiulis | Eutrofik | 6,48 | 27,69 |
| Salotė | Eutrofik | 13,68 | 139,02 |
| Gineitiškės | Eutrofik | 12,41 | 161,52 |
| Konsentrasi aman maksimum | | 140 | 300 |

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Danau Balsys berada di sekitar area pertanian intensif.
B. Biomagnifikasi paling berdampak bagi manusia pada tipe danau yang lebih jernih.
C. Semua danau berkategori aman dari dampak antropogenik terkait logam berat.
D. Degradasi lingkungan danau di atas lebih efisien dicegah menggunakan augmentasi biologis dibandingkan dengan bioremediasi.

**44.** Bagaimana suatu ekosistem bisa menunjang puluhan bahkan ratusan spesies untuk hidup berdampingan? Di banyak ekosistem akuatik, beragam spesies fitoplankton bisa berkoeksistensi meskipun mereka bersama-sama menggunakan beberapa sumber daya yang menjadi faktor pembatas. Burson dkk. (2018) melakukan eksperimen kompetisi untuk mengetahui bagaimana rasio faktor pembatas menentukan komposisi spesies akuatik. Komunitas fitoplankton *marine* diinokulasi ke dalam kemostat dan dipaparkan ke tujuh kombinasi kandungan N, P, dan cahaya untuk menghasilkan beragam kondisi pembatasan.

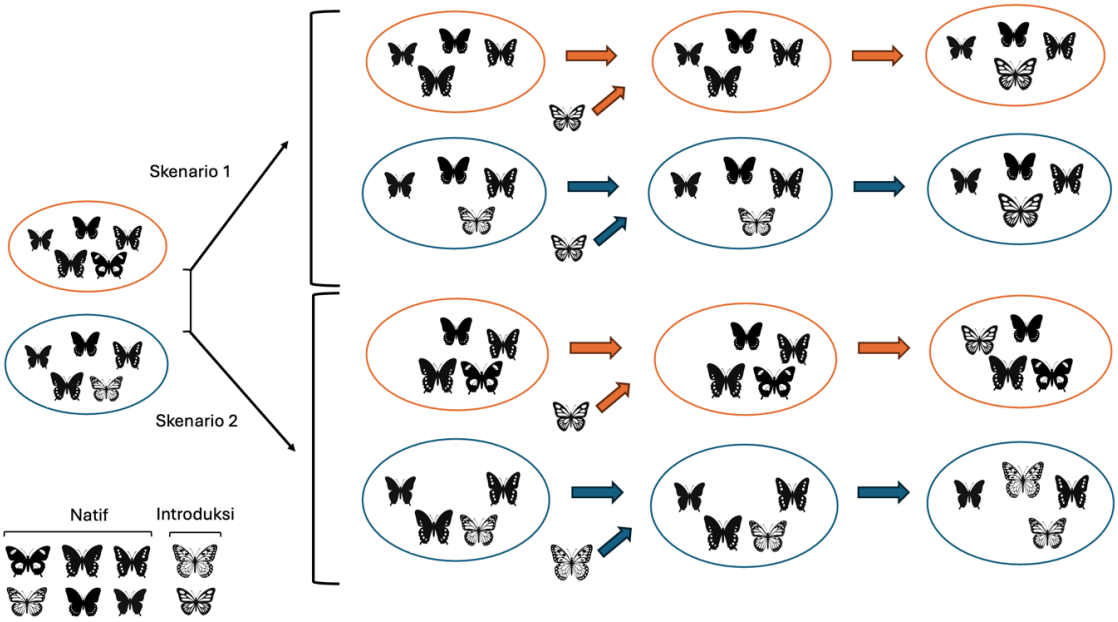



**Gambar 1**. A) Prediksi klasik yang hanya mempertimbangkan rasio nitrogen dan fosfat. B) Prediksi terkini yang menambahkan cahaya sebagai faktor pembatas ketiga dan juga mempertimbangkan jumlah absolut nitrogen dan fosfat. Lingkaran bergaris putus-putus menggambarkan kondisi yang dicapai pada tujuh komunitas eksperimen. C) Komposisi komunitas fitoplankton hasil eksperimen kompetisi berdasarkan proporsi relatif taksa terhadap total biovolume. Sumbu x dan y menunjukkan jumlah kandungan fosfor dan nitrogen yang diberikan (L = low, M = medium, H = high).

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Cahaya tidak menjadi pembatas pada lingkungan miskin nutrien karena biomassa fitoplankton yang ada belum cukup banyak untuk memicu penutupan (*shading*) antartaksa.
B. Kompetitor terbaik pada kondisi terbatas nitrogen, fosfor, dan cahaya berturut-turut adalah *N. agnita*, *N. pusilla*, dan *C. marina*.
C. *N. pusilla* mungkin memiliki spektrum absorbsi yang identik dengan *N. agnita*.
D. Eksperimen ini membuktikan bahwa dibandingkan jumlah absolut, rasio nitrogen dan fosfor lebih menentukan komposisi komunitas fitoplankton.

**45.** Keisya mengamati dua komunitas kupu-kupu di sebuah kota. Berdasarkan data dari ilmuwan setempat, terdapat total enam spesies asli di kota tersebut. Khawatir keberadaan spesies introduksi mengancam keanekaragaman, Keisya membuat model yang menggambarkan pengaruh invasi spesies introduksi terhadap keragaman lokal dan antar-komunitas. Keisya mendapat laporan tambahan bahwa beberapa ekor kupu-kupu mengalami kematian setelah berada terlalu dekat dengan *sound horeg* bervolume tinggi yang banyak dimainkan warga akhir-akhir ini. Keisya pun memperbarui modelnya dengan menambahkan pengaruh kepunahan spesies.




**Gambar 1**. Dua komunitas (oranye dan biru) dapat mengalami perubahan *alpha* dan *beta diversity* akibat hilangnya spesies dan kemunculan spesies baru dalam dua skenario yang berbeda.

Selanjutnya, Keisya menghitung indeks Jaccard pada masing-masing skenario menggunakan rumus berikut.

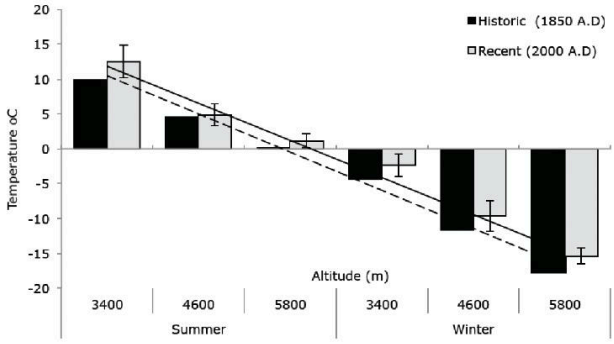
$$J = \frac{A}{A + B + C}$$

**Keterangan:**
A = jumlah spesies yang ditemukan di kedua komunitas
B = jumlah spesies yang hanya ditemukan di komunitas 1
C = jumlah spesies yang hanya ditemukan di komunitas 2

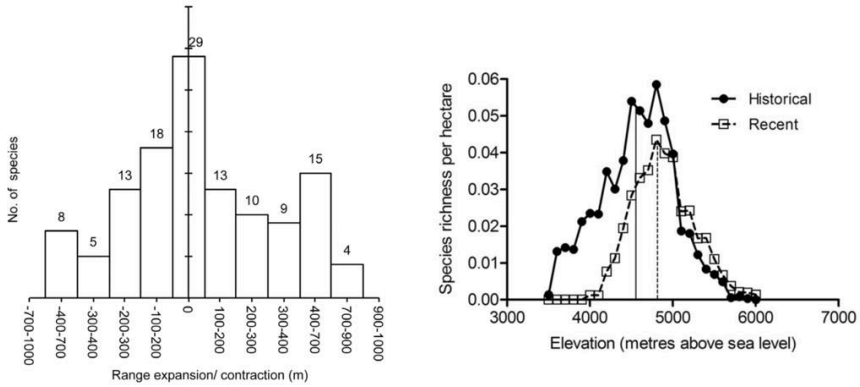
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Indeks Jaccard berkorelasi positif dengan *beta diversity*.
B. Kepunahan spesies selalu berdampak negatif pada *alpha diversity*, tapi belum tentu menghasilkan dampak yang sama pada *beta diversity*.
C. Introduksi spesies baru dapat memicu homogenisasi maupun diferensiasi antarkomunitas.
D. Apabila kedua komunitas terpapar gangguan berupa polusi suara yang sama besar, keberadaan spesies eksotik yang lebih toleran terhadap gangguan jenis itu akan mengarahkan komunitas kupu-kupu di kota menuju skenario 2.

**46.** Sekelompok peneliti menggunakan data historis dari abad ke-19 dan survei masa kini untuk menentukan pengaruh perubahan iklim terhadap distribusi berbagai spesies tumbuhan di pegunungan Himalaya, lebih tepatnya di lembah Lachen dan Lhonakh, India.




**Gambar 1.** Suhu rata-rata pada musim terpanas dan terdingin di pegunungan Himalaya.

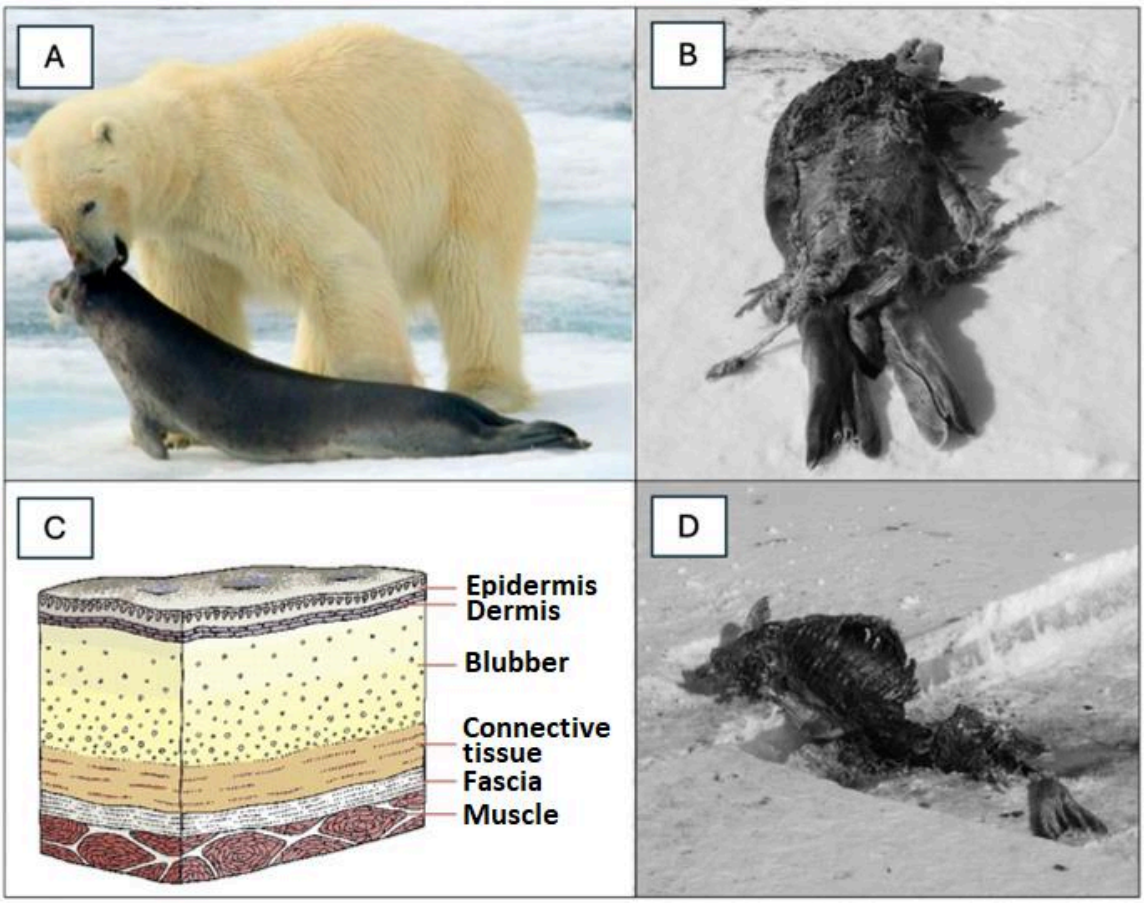



**Gambar 2.** Perubahan rentang habitat spesies (kiri), 0 artinya tidak ada perubahan, + terdapat pelebaran habitat, - berarti terdapat penyempitan habitat. Pola persebaran kekayaan spesies endemik perhektar (kanan). Garis vertikal mengindikasikan titik maksimum kekayaan (ketinggian yang memuat 50% kekayaan spesies).

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Perubahan iklim menyebabkan pergerseran puncak kekayaan spesies ke elevasi yang lebih tinggi, secara umum tidak berpengaruh negatif terhadap keberagaman tumbuhan di pegunungan Himalaya.
B. Perluasan persebaran beberapa spesies seiring dengan peningkatan suhu adalah bukti pengaruh positif perubahan iklim.
C. Dampak perubahan iklim terhadap kekayaan spesies lebih terlihat pada ketinggian kurang dari 5000 mdpl.
D. Spesies endemik lebih resilien menghadapi perubahan habitat akibat iklim karena mereka telah beradaptasi untuk waktu yang lama terhadap lingkungan setempat.

**47.** Beruang kutub (*Ursus maritimus*) adalah predator puncak di daerah Arktik yang mengandalkan lapisan es untuk berburu anjing laut. Sebagai mamalia yang sebagian besar hidupnya dihabiskan di bawah air pada suhu ekstrim, anjing laut memiliki lapisan tebal lemak yang tervaskularisasi bernama '*blubber*' di bawah kulitnya. Setiap kali memangsa anjing laut, beruang hanya akan menghabiskan seluruh *blubber* (80% dari total konsumsi) dan sedikit otot (20% dari total konsumsi).



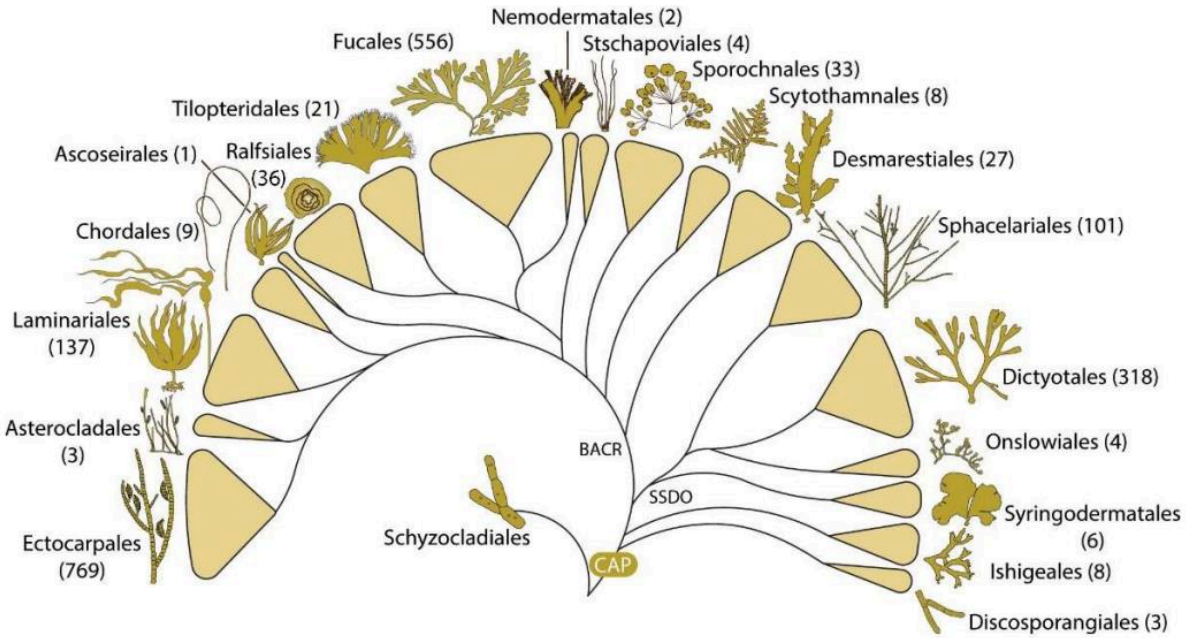

**Gambar 1**. Beruang kutub memangsa anjing laut di atas lapisan es (A) utamanya untuk mengonsumsi lapisan *blubber* dan menyisakan bagian lainnya (B). Lapisan *blubber* (C) berkalori sangat tinggi. Pemakan bangkai (*scavanger*) mengonsumsi bagian anjing laut yang tersisa hingga 'bersih' seperti pada gambar D.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Pemanasan global akan menghambat peran beruang kutub menyediakan energi untuk tingkatan trofik yang lebih rendah dan memfasilitasi transfer nutrien antara ekosistem *marine* dan terestrial.
B. Diketahui komposisi anjing laut adalah 40% *blubber*, 40% otot, dan 20% tulang. Setelah beruang kutub memangsa anjing laut dewasa bermassa 46 kg, kurang dari 15 kg bangkai akan tersedia untuk dikonsumsi oleh *scavanger*.
C. Bangkai hewan-hewan berukuran besar di daerah Arktik tersedia untuk konsumsi *scavanger* dalam durasi yang lebih singkat dibandingkan bangkai berukuran sama di daerah tropis.
D. Apabila sekumpulan peneliti ingin mengetahui preferensi makanan beruang kutub saat berada di wilayah terestrial, mereka sebaiknya melakukan perjalanan ke Arktik pada awal tahun.

## BIOSISTEMATIKA

**48.** Gambar di bawah memperlihatkan pohon filogenetik yang mencakup semua ordo dari rumput laut (CAP). Setiap ordo memiliki morfologi representatif beserta jumlah spesiesnya (angka di dalam kurung).




Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

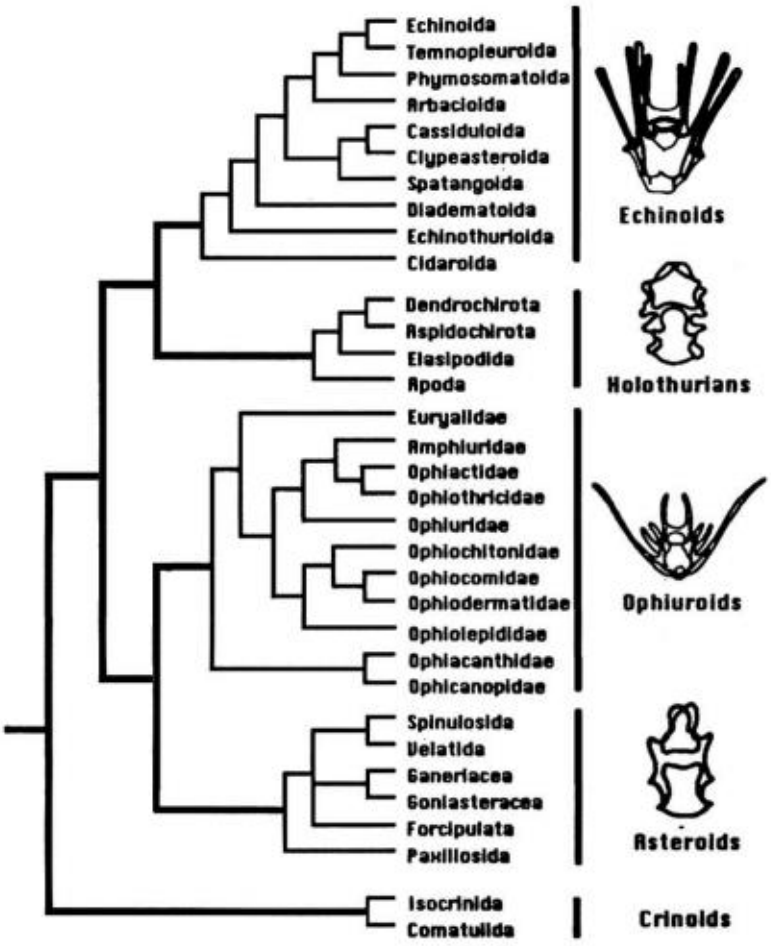
A. Laju spesiasi tertinggi dimiliki oleh ordo yang paling awal terpisah dari ordo lain.
B. Ordo Ralfsiales lebih berkerabat dekat dengan Ordo Tilopteridales dibandingkan Ordo Ascoseirales.
C. Ordo Chordales mencakup moyang uniseluler dari hewan (Animalia).
D. Ordo Ishigeales merupakan moyang dari kelompok BACR dan SSDO.

**49.** Perhatikan Gambar hewan berikut!

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Hewan di atas berada dalam kelompok Decapoda.
B. Hewan di atas merupakan spesies di dalam ordo Diptera.
C. Hewan di atas memiliki kemampuan untuk melompat.
D. Hewan di atas memiliki karakteristik khas berupa struktur *elytra*.

**50.** Perhatikan kladogram dari anggota Echinodermata yang dibuat berdasarkan data molekuler berikut!




**Keterangan**: Gambar di sebelah kanan pohon adalah morfologi larva dari setiap taksa.

Perhatikan juga representasi individu dewasa dari setiap klad berikut!

1)

2)

3)

4)

5)

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Pohon di atas menunjukkan bahwa morfologi larva memperlihatkan tingkat homoplasi yang lebih tinggi dibandingkan morfologi dewasa.
B. Pembuatan pohon kekerabatan dengan hanya mengandalkan morfologi larva dapat menyebabkan kesalahan topologi pohon.
C. Representasi individu dewasa setiap taksa (Echinoids, Holothurian, Ophiuroids, Asteroids, Crinoids) berturut-turut adalah: 3, 2, 4, 5, 1.
D. Pada umumnya hewan Echinodermata mengalami perubahan simetri tubuh dari bilateral menjadi radial.

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# MATEMATIKA

Kumpulan Soal OSN

# OSN-P MATEMATIKA SMA/MA 2025

## Bagian I. Isian Singkat

1. Diberikan suatu dadu tidak standar dengan bilangan pada sisi-sisinya 3, 5, 8, 13, 21, dan 34. Dadu tersebut dilemparkan dua kali. Banyaknya kemungkinan jumlah dua bilangan yang muncul merupakan suatu bilangan pada sisi dadu tersebut adalah $\boxed{8}$.

2. Misalkan $U_1, U_2, U_3, \ldots$ adalah barisan geometri yang memenuhi persamaan

$$U_2 + U_4 + U_6 + U_8 + \cdots = 26 \quad \text{dan} \quad U_1 + \frac{U_2}{U_1} = 125.$$

   Nilai $U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + \cdots = \boxed{156}$.

3. Diberikan segitiga lancip $ABC$ dengan titik $P$ dan $Q$ pada sisi $BC$, titik $R$ pada sisi $AB$ sehingga

$$|PB| = |PQ| = |PR| \quad \text{dan} \quad |QC| = |QR|.$$

   Diketahui bahwa $ACPR$ merupakan segiempat talibusur. Jika $\angle APR = 48^\circ$, maka $\angle ABC = \boxed{62}$.

   **Catatan:** Notasi $|XY|$ menyatakan panjang ruas garis $XY$.

4. Misalkan bilangan asli $a, b, c, d$ memenuhi persamaan

$$2^a + 2^b + 2^c = 4^d.$$

   Jika $a + b + c + d \leq 500$, maka nilai terbesar yang mungkin dari $d$ adalah $\boxed{72}$.

5. Misalkan $f$ suatu polinom monik berderajat 5 sehingga

$$f(1) = 4,\ f(2) = 7,\ f(3) = 12,\ f(4) = 19,\ f(5) = 28.$$

   Nilai $f(6) = \boxed{159}$.

   **Catatan:** Polinom $P(x)$ berderajat $n$ disebut polinom monik jika koefisien dari $x^n$ adalah 1.

6. Banyaknya bilangan asli 9 digit yang hanya terdiri dari digit-digit 1 atau 2 serta tidak memuat 121 maupun 212 adalah $\boxed{110}$.

   **Catatan:**

   - Contoh bilangan 5 digit yang memenuhi syarat tersebut adalah 12211 dan 22222.
   - Contoh bilangan 5 digit yang tidak memenuhi syarat adalah 11211 dan 21222.

7. Diberikan segiempat konveks $ABCD$ dengan luas 324, $AC$ tegak lurus $BD$, dan $AB$ tidak sejajar $CD$. Misalkan $P$ suatu titik di dalam segiempat $ABCD$. Selanjutnya, misalkan $Q$ dan $R$ berturut-turut merupakan proyeksi titik $P$ pada sisi $AC$ dan $BD$.

   Jika $|AQ| : |CQ| = 5 : 4$ dan $|BR| : |DR| = 7 : 2$, maka selisih luas segitiga $ABP$ dengan luas segitiga $CDP$ adalah $\boxed{108}$.

   **Catatan:** Segiempat konveks adalah segimpat yang memenuhi

- perpotongan kedua diagonalnya terletak di dalam segiempat dan
- keempat sudut dalam dari segiempat tersebut kurang dari $180°$.

8. Banyaknya bilangan asli $(a, b)$ dengan $1 \leq a, b \leq 23^2$ sehingga

$$a^4 + b^3 \text{ habis dibagi } 23^2$$

adalah $\boxed{1035}$.

## Bagian II. Uraian

1. Tentukan banyaknya bilangan asli $n \geq 2$ sedemikian sehingga terdapat $n$ bilangan bulat berurutan yang jumlahnya 2025.

2. Misalkan $S$ adalah himpunan semua tripel bilangan real positif $(a, b, c)$ yang memenuhi $a+b+c = ab + bc + ca$.

   (a) Buktikan bahwa ketaksamaan

   $$\min\{a + b, b + c, c + a\} > 1$$

   berlaku untuk setiap $(a, b, c) \in S$.

   (b) Apakah terdapat tripel $(a, b, c) \in S$ sehingga

   $$\min\{a + b, b + c, c + a\} < 1 + \frac{1}{20^{25}}?$$

   **Catatan:** Notasi $\min\{x, y, z\}$ menyatakan bilangan terkecil di antara $x, y, z$.

3. Pada segitiga $ABC$, misalkan $D$ titik tengah ruas garis $AB$ dan $E$ titik pada sisi $BC$. Misalkan garis yang melalui $E$ dan sejajar $AB$ memotong garis bagi $\angle ACB$ di titik $P$. Misalkan juga $I$ titik pusat lingkaran dalam segitiga $ABC$ dan $J$ titik pusat lingkaran singgung luar dari segitiga $ABC$ yang menyinggung sisi $CA$ (**bukan** perpanjangan sisi $CA$). Garis $DJ$ memotong sisi $CA$ di titik $F$.

   (a) Buktikan bahwa garis $IF$ sejajar dengan $AB$.

   (b) Buktikan bahwa garis $AP, BJ$, dan $EF$ berpotongan di satu titik.

4. Diberikan suatu segitiga pada bidang-$xy$ dengan ketiga titik sudutnya **bukan** merupakan titik latis dan ketiga sisinya **tidak** melalui titik latis. Diketahui juga bahwa segitiga tersebut memuat paling sedikit 10 titik latis di bagian dalamnya. Buktikan bahwa terdapat 4 titik latis di bagian dalam segitiga tersebut yang terletak pada satu garis.

   **Catatan:** Pada bidang-$xy$, titik latis adalah titik berbentuk $(a, b)$ dengan $a$ dan $b$ bilangan bulat.

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

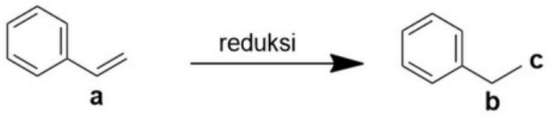
# KIMIA

Kumpulan Soal OSN

**BAGIAN 1/9 | RR Spektro**

By : Dr.rer.nat. Fainan Failamani, S.Si., M.Si

Reaksi reduksi berikut akan dikarakterisasi keberhasilannya dengan spektroskopi serapan UV-vis, NMR, FTIR, dan spektrometri massa.




stirena  etil benzena

a. Teknik karakterisasi pertama yang dilakukan adalah spektroskopi serapan UV-vis dimana diprediksi panjang gelombang serapan maksimum etil benzena akan berada pada panjang gelombang yang lebih **pendek** (3 poin) dibanding stirena. Fenomena ini disebut sebagai pergeseran **hipsokromik** (3 poin)

b. Jika diukur dengan spektrometri massa, maka massa eksak (exact mass) teoritis produk reaksi yang dijadikan acuan adalah **106.07825** (Jawaban dalam 8 angka penting, 5 poin)

c. Indikasi reaksi reduksi tersebut telah berhasil bisa dilihat dengan membandingkan spektrum FTIR stirena dengan produk dimana diamati **Hilangnya** (3 poin) puncak di daerah 1630 cm-1 yang diasumsikan berkorelasi dengan gugus **C=C** (3 poin)

d. Dengan spektroskopi 13C NMR, kedua senyawa akan memberikan jumlah sinyal karbon yang sama yaitu **6** (3 poin) sinyal karbon dimana konfirmasi keberhasilan reaksi dapat dilihat berdasarkan jumlah sinyal karbon yang berada dibawah geseran kimia 90 ppm. Pada daerah di bawah 90 ppm, stirena akan memberikan **0** sinyal (3 poin) dan etil benzena akan memberikan **2** sinyal (3 poin) (Jawaban bilangan bulat)

e. Berdasarkan skema reaksi di atas, jika diukur melalui teknik spektroskopi 1H-NMR, sinyal proton a akan memiliki geseran kimia yang lebih **down field** (3 poin) dibanding sinyal proton b. Selain pergeseran sinyal, konfirmasi terjadinya reaksi juga terlihat pada perubahan multiplisitas dimana proton b akan memiliki multiplisitas **quartet** (3 poin) yang sebelumnya proton a memiliki multiplisitas **triplet** (3 poin) . Pada produk etil benzena, rasio paling sederhana integrasi sinyal b terhadap sinyal c adalah **2** : **3** . (@2 poin, jawaban bilangan bulat)

Diketahui massa isotop

| **Hidrogen** | | **Karbon** | | **Klorin** | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1H | 1.007825 | 12C | 12.000000 | 35Cl | 34.968853 |
| 2H | 2.014102 | 13C | 13.003355 | 37Cl | 36.965903 |
| 3H | 3.016049 | 14C | 14.003242 | | |
| **Nitrogen** | | **Oksigen** | | **Bromin** | |
| 14N | 14.003074 | 16O | 15.994915 | 79Br | 78.918338 |
| 15N | 15.000109 | 17O | 16.999132 | 81Br | 80.916291 |
| | | 18O | 17.999160 | | |

**BAGIAN 2/9 | IM Asam Basa**

By : Dr.rer.nat. Fainan Failamani, S.Si., M.Si

Secara umum, garam nitrat logam transisi periode 4 larut baik dalam air dan menghasilkan larutan yang bersifat asam. Contohnya garam $Cr(NO_3)_3$, $Fe(NO_3)_3$, $Ni(NO_3)_2$, dan $Cu(NO_3)_2$.

Secara umum, garam nitrat logam transisi periode 4 larut baik dalam air dan menghasilkan larutan yang bersifat asam. Contohnya garam $Cr(NO_3)_3$, $Fe(NO_3)_3$, $Ni(NO_3)_2$, dan $Cu(NO_3)_2$.

a. Jika garam $M(NO_3)n$ dilarutkan dalam air, akan terbentuk larutan yang mengandung ion .... (2 poin)
   - o $[M(H_2O)_6]^{n+}$
   - o $[M(OH)_6]^{(n-6)-}$
   - o $Mn^+$
   - o Tidak tahu

b. Ion tersebut dapat terhidrolisis menjadi ion.... (2 poin)
   - o Tidak tahu
   - o $Mn^+$
   - o $[M(H_2O)_6]^{n+}$
   - o $[M(OH)(H_2O)_5]^{(n-1)+}$

c. Produk samping reaksi hidrolisis tersebut adalah .... (2 poin)
   - o Tidak tahu
   - o $Mn^+$
   - o $H_2O$
   - o $H_3O^+$

d. Dalam reaksi hidrolisis tersebut, air bersifat sebagai **Basa Bronsted-Lowry** (2 poin)

e. Adapun urutan sifat asam dari larutan garam nitrat tersebut adalah.... (4 poin)
   - o $Cr(NO_3)_3 < Fe(NO_3)_3 < Ni(NO_3)_2 < Cu(NO_3)_2$
   - o $Fe(NO_3)_3 < Cr(NO_3)_3 < Ni(NO_3)_2 < Cu(NO_3)_2$
   - o Tidak tahu
   - o $Cu(NO_3)_2 < Ni(NO_3)_2 < Fe(NO_3)_3 < Cr(NO_3)_3$

f. Bila larutan garam Fe(NO3)3 direaksikan dengan larutan NaOH berlebih akan menghasilkan .... (2 poin)
   - o [Fe(OH)4]-
   - o Fe(OH)3
   - o Fe(OH)2
   - o Tidak tahu

g. Perlakuan yang sama seperti soal (f) terhadap larutan Cr(NO3)3 akan menghasilkan.... (2 poin)
   - o Cr(OH)2
   - o Tidak tahu
   - o Cr(OH)3
   - o [Cr(OH)4]-

Titrasi kompleksometri merupakan salah satu metode untuk menentukan kadar ion logam transisi dalam suatu sampel limbah cair industri baja. Salah satu jenis agent pengkhelat yang umum digunakan dalam titrasi kompleksometri yaitu etilendiamin tetraasetat (EDTA)

h. EDTAmemiliki **4** atom donor oksigen (2 poin) dan **2** atom donor nitrogen (2 poin)

i. Reaksi antara larutan ion logam transisi dengan larutan etilendiamin tetraasetat dapat dijelaskan dengan teori asam basa **Lewis** (2 poin)

Berikut prosedur penentuan kadar ion besi(III) dan Cu(II) dalam sampel limbah cair dengan titrasi kompleksometri menggunakan EDTA. Tahap pertama, sampel limbah cair sebanyak 25.00 mL dititrasi dengan larutan EDTA 0.01 M dan diperlukan sebanyak 38.00 mL untuk mencapai titik akhir titrasi. Tahap kedua, ion Fe(III) terlebih dahulu dimasking dengan cara menambahkan padatan asam askorbat dan natrium fluorida ke dalam 25.00 mL sampel limbah cair. Hal ini bertujuan agar ion Fe(III) tidak bereaksi dengan EDTA. Selanjutnya, larutan limbah cair tersebut dititrasi dengan larutan EDTA 0.01 M dan mencapai titik akhir titrasi pada volume EDTA sebanyak 24.00 mL. Berdasarkan data titrasi tersebut,

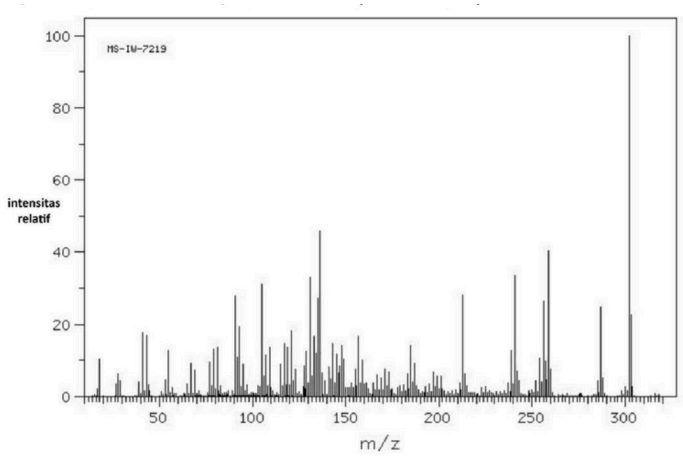
j. Konsentrasi ion besi(III) = **0.0056** M (3 poin) dan ion Cu(II) = **0.0096** M (3 poin)

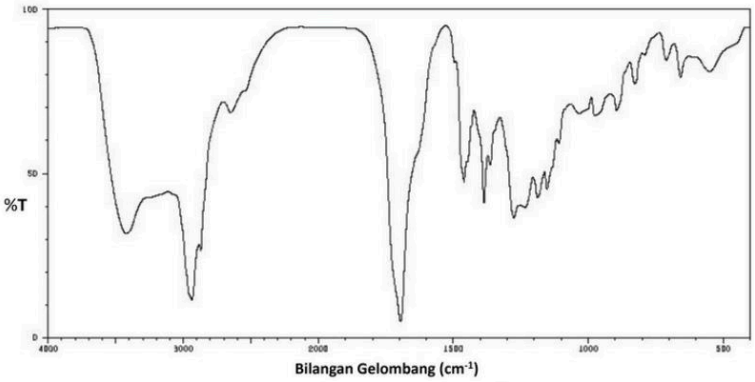
k. Bila total massa logam dalam 25 mL sampel limbah cair = 0.26 g, maka kadar ion Cu(II) = **5.8615** % (5 poin)

**BAGIAN 3/9 | DW Organik**

By : Dr.rer.nat. Fainan Failamani, S.Si., M.Si

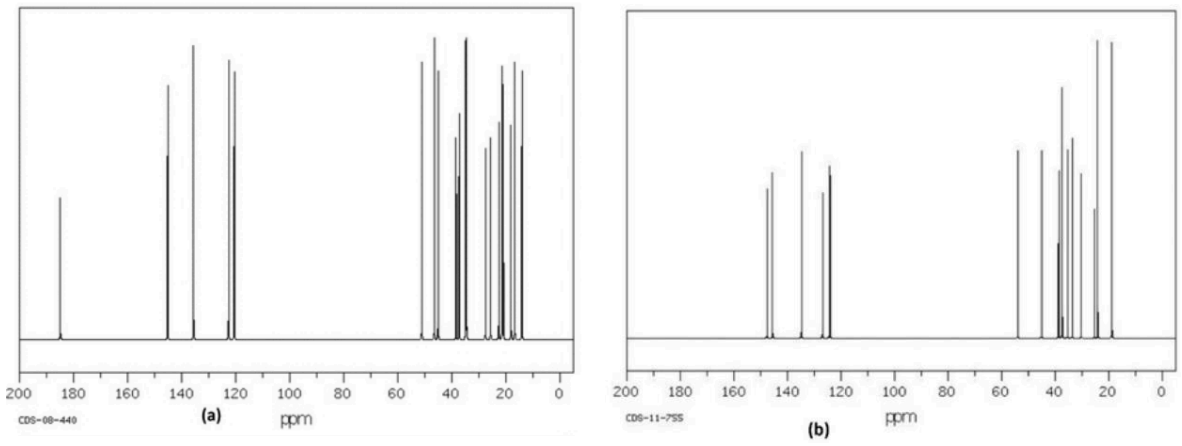
Senyawa X yang berasal dari resin tanaman pinus diketahui memiliki data analisis unsur sebagai berikut: C = 79.42%; H = 10.00%; O= 10.58%. Spektrum massa dan spektrum IR senyawa X ditunjukkan di bawah ini.




a. Rumus molekul senyawa X yang direpresentasikan sebagai CqHrOs, dengan nilai q, r, dan s secara berturut-turut adalah (isilah dengan bilangan bulat):q = **20** ; r = **30** ; s = **2** (3 poin), sehingga senyawa Xmemiliki nilai DBE ( double bond equivalent, isilah dengan bilangan bulat): **6** (2 poin), Berdasarkan spektrum IR, senyawa X memiliki gugus fungsi utama: **Asam Karboksilat** (3 poin).

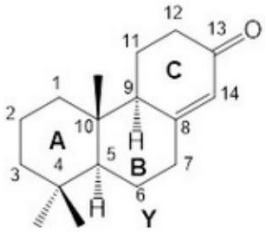
b. Spektrum 13C-NMR (100 MHz, pelarut $CDCl_3$) yang bersesuaian dengan senyawa X adalah **(a)** (3 poin).



Senyawa X mengalami reaksi disproporsionasi dan dehidrogenasi dalam katalis $Pd/Al_2O_3$ menghasilkan senyawa Z. Ketika larutan $Br_2/CCl_4$ ditambahkan ke dalam dua tabung reaksi berbeda yang didalamnya masing-masing hanya berisi larutan senyawa X dan senyawa Z saja di dalam $CCl_4$, warna khas brom hanya hilang di dalam tabung yang berisi senyawa X saja.Senyawa Z dapat membentuk kompleks berwarna kehijauan ketika ditambahkan larutan $FeBr_3$.

c. Berdasarkan informasi ini, senyawa Z memiliki nilai DBE (isilah dengan bilangan bulat) **7** (2poin), dan kemampuannya membentuk kompleks berwarna kehijauan dengan $FeBr_3$ disebabkan oleh adanya gugus fungsi: **Aromatik** (2 poin)

Senyawa X dapat ditransformasi menjadi senyawa Y berikut.




d. Senyawa Y memiliki (isi dengan bilangan bulat) **Aromatik** karbon kiral (2 poin) , sehingga memiliki stereokimia maximum yang dimiliki adalah (isi dengan bilangan bulat): **8** (2 poin) dan konfigurasi absolut pada karbon nomor 10 adalah **R** (2 poin)

e. Ketika senyawa Y direaksikan dengan H2O2 dalam suasana basa, maka reaksi akan terjadi pada **Gugus alkenapadaposisi karbonnomor 8-14** (3 poin)

f. Reagen yang paling sesuai mereduksi senyawa Y menjadi turunan alkoholnya tanpa mempengaruhi ikatan rangkapnya adalah .... (3 poin)

- $NH_2NH_2$, KOH, dalametilen glikol 180°C
- 1, NaBH4; 2, $H_3O^+$
- Tidak tahu
- $H_2$, Pd/C,25°C, 1 atm
- 1, Zn(Hg) dalam HCl

g. Reagen yang paling sesuai untuk memutuskan ikatan rangkap senyawa Y tanpa mempengaruhi gugus karbonilnya adalah ..... (3 poin)

- Tidak tahu
- 1, $K_2CrO_4$ dalam suasana asam; 2, Zn, HCl
- 1, 1,2-etandiol, pH 5-6; 2, O3 ; 3, $H_2O_2$, $OH^-$ ; 4, $H_3O^+$
- 1, 2 ekivalen etanol; 2, $OsO_4$; 3, $NaHSO_4$; 4, $H_3O^+$
- 1, O3; 2Zn, HCl

**BAGIAN 4/9 | DVW Termo**

By : Dr.rer.nat. Fainan Failamani, S.Si., M.Si

Dalam industri peleburan besi, reduksi senyawa besi(III) oksida menjadi logam besi merupakan proses utama yang terjadi dalam tanur tinggi (blast furnace). Salah satu reduktor yang umum digunakan adalah karbon monoksida. Reaksi reduksi yang berlangsung adalah sebagai berikut:

$$Fe_2O_3\ (s) = 3CO\ (g) \rightarrow 2Fe\ (s) + 3CO_2\ (g)$$

Proses ini berlangsung pada suhu tinggi, sekitar 1000–1800 K, dan sangat bergantung pada aspek termodinamika dan kinetika.

Diketahui data termodinamika standar pada suhu 1000 K:

- **$\Delta H° = -24.8$ kJ/mol reaksi**
- **$\Delta S° = -33.1$ J/mol.K**

a. Perubahan energi bebas Gibbs standar ($\Delta G°$) reaksi pada suhu 1000 K adalah **8.3** kJ/mol (2 poin)

b. Berdasarkan perhitungan $\Delta G°$, pernyataan berikut yang paling benar adalah **Reaksi tidak berlangsung spontan karena $\Delta G°$ bernilai positif** (1 poin)

c. Suhu maksimum agar reaksi masih berlangsung spontan secara termodinamika adalah **476** °C (2 poin)

d. Nilai konstanta kesetimbangan (K) reaksi tersebut pada 1000 K adalah **0.368**. (2 poin)

e. Jika tekanan parsial $CO_2$ dan CO masing-masing adalah 2 atm dan 1 atm pada 1000 K, nilai ΔG reaksi tersebut adalah **25.6** kJ/mol (4 poin)

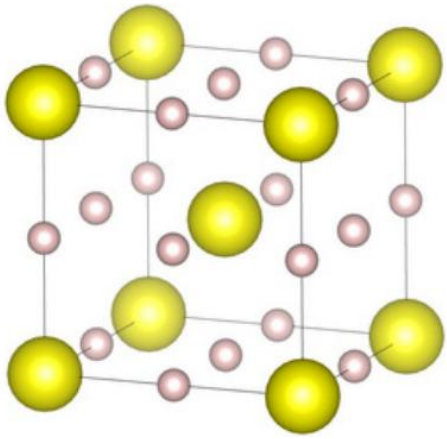
f. Setelah reaksi pada (e) mencapai kesetimbangan, tekanan parsial gas $CO_2$ adalah **1.2524** atm (4 poin)

g. Nilai perubahan entropi alam semesta $\Delta S_{as}$ untuk reaksi tersebut adalah **-8.3** J/mol.K (3 poin)

**BAGIAN 5/9 | FF Struktur**

By : Dr.rer.nat. Fainan Failamani, S.Si., M.Si

Senyawa biner antara H dan S dapat bersifat superkonduktor pada tekanan, p = 155 GPa dan suhu kritis, $T_c$ = 203K. Senyawa tersebut mengkristal dalam sel satuan kubus dengan ukuran: a = 3.0639 Å sesuai gambar berikut



a. Berdasarkan struktur diatas,
   - Jumlah atom H dalam sel satuan adalah **6** (2 poin) (Jawaban bilangan bulat)
   - Jumlah atom S dalam sel satuan adalah **2** (2 poin) (Jawaban bilangan bulat)
   - Jika rumus empiris senyawa tersebut ditulis sebagai $H_xS_y$, nilai x adalah **3** (1 poin) , sedangkan nilai y adalah **1** (1 poin)

b. Volume sel satuan senyawa tersebut adalah **0.02876** $nm^3$ (2 poin)

c. Massa jenis senyawa tersebut adalah **4.04074** $g/cm^3$ (3 poin)

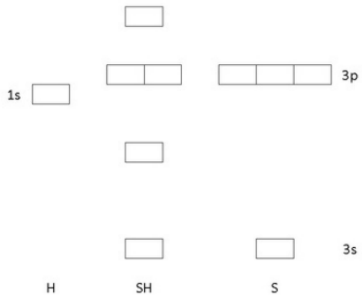
d. Panjang ikatan H-S dalam senyawa tersebut adalah **0.1532** nm (2 poin)

e. Berdasarkan struktur kristal di atas, orbital hibrida yang digunakan untuk berikatan pada senyawa di atas adalah .... (3 poin)
   - ○ Tidak berhibridisasi
   - ○ sp2
   - ○ sp3
   - ○ sp
   - ○ Tidak tahu
   - ○ sp3d

Selain senyawa tersebut, H dan S juga dapat membentuk hidrogen polisulfida yang memiliki rumus umum $H_2Sn$, n≥2. Senyawa hidrogen yang paling sederhana adalah $H_2S_2$, senyawa tersebut dapat terdisosiasi membentuk spesi SH menurut reaksi:

$H_2S_2 \rightarrow 2SH$

Berikut adalah diagram orbital molekul untuk SH.




Multiplisitas suatu konfigurasi elektron ditentukan dari rumus 2S+1 dengan S adalah nilai harga mutlak total spin. Nilai multiplisitas 1, 2 dan 3 secara berurutan disebut dengan singlet, doublet dan triplet.

f. HOMO SH pada keadaan dasar adalah ... (3 poin)
   - σ
   - Non bonding
   - π
   - σ*
   - π*

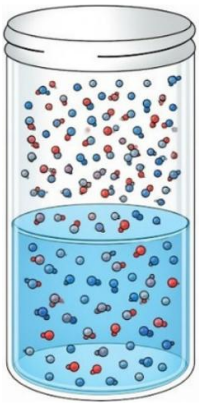
g. Spesi SH pada keadaan dasar memiliki multiplisitas **Doublet**. (2 poin)

h. Untuk spesi SH, SH+, dan SH–, urutan besarnya momen magnet yang sesuai adalah ... (3 poin)
   - SH- > SH > SH+
   - SH+ > SH > SH-
   - Tidak tahu
   - SH > SH+ > SH-
   - SH > SH- > SH+
   - SH+ > SH- > SH

**BAGIAN 6/9 | RMP Koligatif**

By : Dr.rer.nat. Fainan Failamani, S.Si., M.Si

Sebuah wadah dengan volume 2.0 L diisi air sebanyak 500.0 mL (densitas = 1.00 g $mL^{-1}$ ) pada 25.0 °C. Sebanyak 10.0 g asam lemah monoprotik yang mudah menguap, HA (MM = 60.0 g/mol dan Ka = 1.5 x $10^{-7}$), ditambahkan ke dalam air sehingga terbentuk larutan homogen. Wadah ditutup sehingga tercapai kesetimbangan antara fase gas dan fase cair, seperti yang ditunjukkan pada gambar. Fase gas hanya mengandung uap air dan uap HA yang tidak terdisosiasi. Pada 25.0 °C, tetapan Henry untuk HA, $K_H$ = 0.3 mol. $L^{-1}$. $atm^{-1}$.



a. Jika uap HA diasumsikan merupakan gas ideal, maka jumlah HA ($n_{HA}$) yang berada dalam fase cair pada kesetimbangan adalah **0.118** mol (4 poin) (Petunjuk: Ka dari HA sangat kecil sehingga jumlah fraksi terdeprotonasi dapat diabaikan).

b. Tekanan parsial HA ($p_{HA}$) dalam fase gas adalah **0.118** mmHg (3 poin)

c. Dengan mempertimbangkan bahwa sejumlah HA menguap ke fase gas, fraksi disosiasi HA ($\alpha_{HA}$) dalam fase cair adalah **0.000796**. (3 poin)

d. pH larutan saat kesetimbangan uap tercapai adalah **3.72**. (3 poin)

e. Tekanan osmosis larutan ($\pi$) saat kesetimbangan tercapai adalah **5.8** atm (2 poin)

f. Nilai tetapan Henry untuk HA berkurang sebesar 15% apabila suhu dinaikkan sebesar 10.0 $^{o}$C. Akibatnya, jumlah mol HA dalam fase cair akan **berkurang** (1 poin) sebesar **3.85** % (3 poin)

**BAGIAN 7/9 | UT Kinetika**

By : Dr.rer.nat. Fainan Failamani, S.Si., M.Si

Gas $Y_2$ dan oksigen adalah gas-gas yang terdapat di atmosfir bumi. Gas $Y_2$ dapat dihasilkan dari disosiasi $XY_2$ dalam air. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.

$$XY_2(aq) \rightarrow X(aq) + Y_2(g)$$

Data berikut adalah volume gas $Y_2$ yang dihasilkan selama selang waktu tertentu. Data ini merupakan dekomposisi larutan $XY_2$ 0.085 M pada 55 °C. Ketika t = ∞ menunjukkan bahwa reaksi telah selesai sempurna.

| Waktu (menit) | Volume gas Y2 (mL) |
|---|---|
| 0 | 0 |
| 4 | 16.31 |
| 8 | 28.51 |
| 12 | 37.65 |
| 16 | 44.48 |
| 20 | 49.60 |
| 24 | 53.43 |
| 28 | 56.29 |
| 32 | 58.43 |
| 36 | 60.03 |
| 40 | 61.23 |
| ∞ | 64.80 |

a. Tentukan konsentrasi XY2 yang tersisa (dalam mM) pada waktu 8, 20, dan 32 menit. (@2 poin)

   [$XY_2$] pada 8 menit = **47.2** mM

   [$XY_2$] pada 20 menit = **19.9** mM

   [$XY_2$] pada 32 menit = **8.4** mM

b. Orde total untuk reaksi diatas adalah **1**. (3 poin)

c. Konstanta laju untuk reaksi di atas adalah **0.00725**. (4 poin) dengan satuan **1/menit**. (2 poin)

d. Waktu paruh yang sesuai untuk reaksi dengan kondisi di atas adalah **9.56** menit (3 poin)

e. Asumsikan waktu paruh reaksi di atas pada 55 oC adalah 15 menit dan pada 65 oC adalah 6 menit. Energi pengaktifan (EA) untuk reaksi di atas adalah **84.457** kJ/mol (4 poin)

Gas Y2 cenderung bersifat inert dibandingkan gas oksigen. Gas oksigen dapat digunakan untuk mengoksidasi HBr. Berikut adalah mekanisme yang diusulkan

$$HBr + O_2 \xrightarrow{k1} HOOBr \text{ (Tahap 1)}$$
$$HOOBr + HBr \xrightarrow{k2} 2HOBr \text{ (Tahap 2)}$$
$$HOBr + HBr \xrightarrow{k3} H_2O + Br_2 \text{ (Tahap 3)}$$

Diketahui bahwa berdasarkan pengamatan, laju reaksi oksidasi HBr memiliki orde 1 terhadap HBr dan orde 1 terhadap O2, selain itu tidak ditemukan HOBr dalam hasil reaksi akhir.

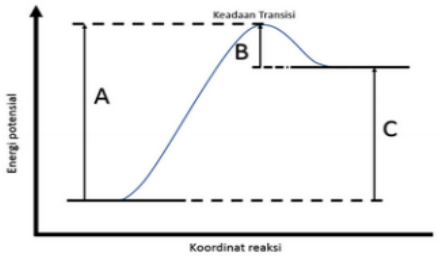
f. Tahap yang menjadi penentu laju adalah **Tahap 1** . (2 poin)

g. Apakah usulan mekanisme di atas dapat diterima? **Tidak** . (2 poin), karena **Pada reaksi total masih ditemukan HOBr pada bagian produk** . (2 poin)

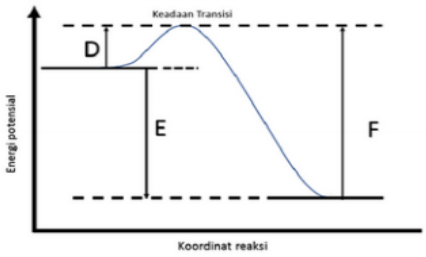
Selain dapat dioksidasi menggunakan O2, ternyata HBr juga dapat bereaksi dengan Cl. Sehingga persamaan reaksi:

$$Cl\,(g) + HBr\,(g) \rightarrow HCl\,(g)$$

Reaksi ini memiliki; Eat (forward) = 8 kJ dan Ea (reverse) = 74 kJ. Perhatikan diagram reaksi berikut.




Gambar 1




Gambar 2

h. Manakah kurva yang sesuai untuk reaksi antara HBr danCl? **Gambar 2** . (3 poin)

i. Reaksi HBr + Cl adalah reaksi yang bersifat **Eksoterm** . (2 poin) dengan nilai Δhreaksi sebesar **-66** kJ (2 poin).

j. Bentuk keadaan transisi yang terjadi adalah **Cl-H-Br** . (2 poin)

**BAGIAN 8/9 | IA Kelarutan**

By : Dr.rer.nat. Fainan Failamani, S.Si., M.Si

Enamel gigi merupakan lapisan terluar gigi yang berfungsi melindungi gigi dari kerusakan. Enamel gigi tersusun dari hidroksiapatit, mineral yang memiliki rumus $Ca_5(OH)(PO_4)_3$. Hidroksiapatit memiliki Ksp sebesar $6.8x10^{-37}$. Ketika hidroksiapatit direaksikan dengan fluorida, terbentuk fluoroapatit yang memiliki Ksp = $1x10^{-60}$.

a. Kelarutan hidroksiapatit dalam air murni adalah **$2.7x10^{-5}$** mol/L (3 poin)

b. Jika rumus empiris fluoroapatit dituliskan sebagai CaxPyOzHaFb, maka nilai x = **5** , y = **3** , z= **12** , a = **0** , b = **1** . (Jawaban bilangan bulat, @0.5 poin)

c. Kelarutan fluoroapatit dalam air bernilai **Lebih kecil** dibanding hidroksiapatit (1 poin). Nilai kelarutannya adalah **$6.1x10^{-8}$** mol/L (2 poin)

d. Pada kondisi asam, kelarutan hidroksiapatit akan **Bertambah** . (1 poin) , sedangkan dalam larutan garam EDTA (EDTA = ethylenediaminetetraacetic acid), kelarutan hidroksiapatit akan **Bertambah** . (1 poin).

e. Kelarutan hidroksiapatit dalam larutan dengan pH 12 adalah **1.3x10-5** mol/L (2 poin).

f. Jumlah mol HCl teoritis yang diperlukan untuk melarutkan hidroksiapatit hingga membentuk spesi $Ca^{2+}$(aq) dan $H_2PO_4^-$ (aq) adalah **1.4** mol/mol Ca2+.(2 poin)

g. Untuk mencegah terjadinya kerusakan gigi, dilakukan fluoridasi air atau menambahkan fluorida pada pasta gigi. Pada fluoridasi air, konsentrasi fluorida yang direkomendasikan adalah sebesar 1 ppm. Namun keberadaan $Ca^{2+}$ dalam air dapat mengendapkan fluorida. Jika air yang diberikan proses fluoridasi berupa air sadah dengan kandungan $Ca^{2+}$ 50 ppm, maka **Belum terbentuk endapan .** (2 poin) Konsentrasi maksimum Ca2+ yang masih dapat ditoleransi agar ion $F^-$ tetap tersedia dalam air sebesar 1 ppm adalah **0.014** M. (2 poin) ($K_{sp}$ $CaF_2 = 3.9x10^{-11}$)

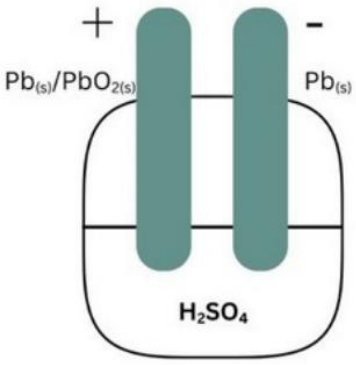
h. Jika sebanyak 100 mL air sadah yang mengandung ion $Ca^{2+}$ bebas 50 ppm dicampurkan dengan 100 mL larutan garam Na-EDTA 0.2 M pada pH 10, maka konsentrasi ion $Ca^{2+}$ bebas yang masih tersisa dalam larutan adalah **$3.5x10^{-13}$** mol/L. (3 poin). Diketahui pada kondisi tersebut, konstanta pembentukan kompleks Ca-EDTA adalah 1.75 x 1010.

**BAGIAN 9/9 | DAN Elektrokimia**

By : Dr.rer.nat. Fainan Failamani, S.Si., M.Si

Pada kendaraan bermotor, aki digunakan sebagai sumber energi utama untuk menghidupkan mesin dan menyediakan daya sistem kelistrikan saat mesin mati. Aki merupakan salah satu jenis baterai yaitu baterai asam timbal (Lead acid) yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik melalui reaksi elektrokimia. Komponen yang terdapat pada aki terdiri dari elektroda positif $Pb(s)/PbO_2(s)$ dan elektroda negatif Pb(s) dengan elektrolit $H_2SO_4$ (lihat Gambar berikut). Potensial elektroda standar untuk beberapa reaksi setengah sel pada T = 298 K diberikan sebagai berikut :

| Reaksi | E° (V) |
|---|---|
| $PbO_2(s) + SO_4^{2-}(aq) + 2e^- \rightarrow PbSO_4(s) + 2H_2O/(l)$ | +1.69 |
| $PbO_2(s) + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Pb^{2+}(aq) + 2H_2O(l)$ | +1.46 |
| $Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Pb(s)$ | -0.13 |
| $PbSO_4(s) + 2e^- \rightarrow Pb(s) + SO_4^{2-}(aq)$ | -0.36 |
| $O_2(g) + 4H^+(aq) + e^- \rightarrow 2H_2O(l)$ | +1.23 |
| $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$ | 0.00 |




Perubahan entalpi pembentukan standar beberapa spesi pada 298K :

| Spesi | $\Delta H_f°$ (kJ/mol) |
|---|---|
| $PbO_2(s)$ | -277.4 |
| $H_2O(l)$ | -285.8 |
| $Pb^{2+}(aq)$ | 1.6 |
| $SO_4^{2-}(aq)$ | -909.3 |
| $PbSO_4(s)$ | -920.0 |

a. Zat yang berperan sebagai anoda adalah .... (2 poin)
   - $Pb^{2+}(aq)$
   - **$PbO_2(s)$**
   - $H_2O(l)$
   - Tidak tahu
   - Pb(s)
   - $PbSO_4(s)$

b. Zat yang berperan sebagai katoda adalah .... (2 poin)
   - **Pb(s)**

- $PbSO_4(s)$
- $PbO_2(s)$
- $H_2O(l)$
- Tidak tahu
- $Pb^{2+}(aq)$

c. Nilai potensial sel standar (E°sel) aki pada kondisi discharge adalah **2.05** V. (3 poin)

d. Nilai perubahan entalpi dan perubahan energi bebas Gibbs untuk reaksi total sel elektrokimia pada keadaan standar adalah: $\Delta H°_r$ = **-315.6** kJ/mol. (3 poin); $\Delta G°_r$ = **-395.6** kJ/mol. (3 poin)

Energi kimia yang dihasilkan dari reaksi elektrokimia selama proses discharge digunakan untuk melakukan kerja listrik. Perubahan energi bebas pada reaksi discharge menunjukan nilai maksimum kerja listrik $W_{maks}$ sesuai persamaan :

$W_{maks} = \Delta G°_r$

Nilai $W_{maks}$ diperoleh ketika sel elektrokimia berlangsung secara reversibel misalnya pada saat diberikan arus yang sangat rendah. Asumsikan sel menerima/melepaskan panas terhadap lingkungan untuk mencegah sel mengalami panas/ dingin berlebih.

e. Jumlah kalor yang diterima sel dari lingkungan adalah **80** kJ/mol. (4 poin)

f. Fraksi $W_{maks}$ yang diperoleh dari pertukaran panas sel dengan lingkungan secara reversibel adalah **0.2** . (3 poin)

Proses discharge pada aki disertai penurunan konsentrasi elektrolit $H_2SO_4(aq)$. Dalam larutan jenuh nilai Quosien (Q) harus dinyatakan dalam nilai aktifitas (a). Konsentrasi spesi dalam larutan (c) yang dipengaruhi oleh nilai koefisien aktifitas (γ) adalah:

$a = c \times \gamma$

nilai aktifitas $H_2O$ ($aH_2O$) dn hasil kali aktifits spesi $H_2SO_4$ ($aSO_4^{2-}$).$(aH^+)^2$ dalam kondisi discharge dan charged pada T = 298 K dapat dilihat pada tabel berikut:

| Kondisi | $H_2SO_4$ (molal) | $aH_2O$ | $(aSO_4^{2-}).(aH^+)^2$ |
|---|---|---|---|
| Discharge | 1.00 | 0.9618 | 0.0018 |
| Charged | 5.00 | 0.7032 | 0.8847 |

g. Perubahan nilai potensial sel ($E_{sel}$) ketika aki mengalami kondisi discharge pada T = 298 K adalah **0.08** V. (5 poin). (Petunjuk : Asumsikan $H_2SO_4$ terdisosiasi sempurna dan semua spesi padat berada dalam keadaan standar)

h. Pada kondisi tertentu, elektrolisis air dapat mengganggu proses pengisian daya (charging) aki. Pilih benar/salah untuk pernyataan-pernyataan berikut ini (masing-masing soal bernilai 1 poin):

- Pada proses pengisian daya (charging), kutub positif dari arus listrik dihubungkan dengan elektroda yang mengalami reduksi sedangkan kutub negatif pada elektroda yang mengalami oksidasi. **Salah**
- Potesial sel dipengaruhi jumlah spesi Pb(s) di dalam sel elektrokimia. **Salah**
- Pengisian daya berlebih (overcharging) pada sel aki dalam waktu yang cukup lama menyebabkan perubahan gas oksigen dan hidrogen di permukaan elektroda menjadi campuran gas yang mudah meledak. **Benar**
- Jika pengisian daya selesai, oksigen akan terbentuk pada elektroda negatif. **Salah**
- Total energi yang tersimpan dalam sel dibatasi oleh jumlah mol Pb(s) pada elektroda negatif atau jumlah mol $Pb^{4+}$ pada elektroda positif, tergantung mana yang jumlahnya lebih sedikit. **Benar**

i. Nilai potensial sel standar ($E°_{sel}$) pada baterai Lead-MSA adalah **1.59** V. (3 poin).

j. Kadar timbal dalam elektrolit baterai lead-MSA ditentukan dengan pengukuran menggunakan elektroda selektif ion (ESI) $Pb^{2+}$. Sebanyak 10.0 mL sampel dipindahkan kedalam labu ukur 100.00 mL dan diencerkan hingga tanda batas. Selanjutnya, sebanyak 50.0 mL aliquot diambil dan dimasukan kedalam gelas kimia lalu diukur dengan metoda ESI-$Pb^{2+}$. Potensial yang diperoleh dari hasil pengukuran aliquot sampel adalah –0.0529 V. Setelah itu 1.00 mL larutan standar $Pb^{2+}$ 0.05 M dimasukan kedalam larutan yang sama lalu diukur kembali dan menghasilkan potensial –0.0442 V. Konsentrasi $Pb^{2+}$ yang terukur dalam sampel adalah **0.0098** M. (5 poin).

# BAB 3
# OSN Semi Final

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# ASTRONOMI

Kumpulan Soal OSN

SOAL UJIAN SELEKSI CALON PESERTA OLIMPIADE SAINS NASIONAL 2025
SEMI FINAL : ASTRONOMI

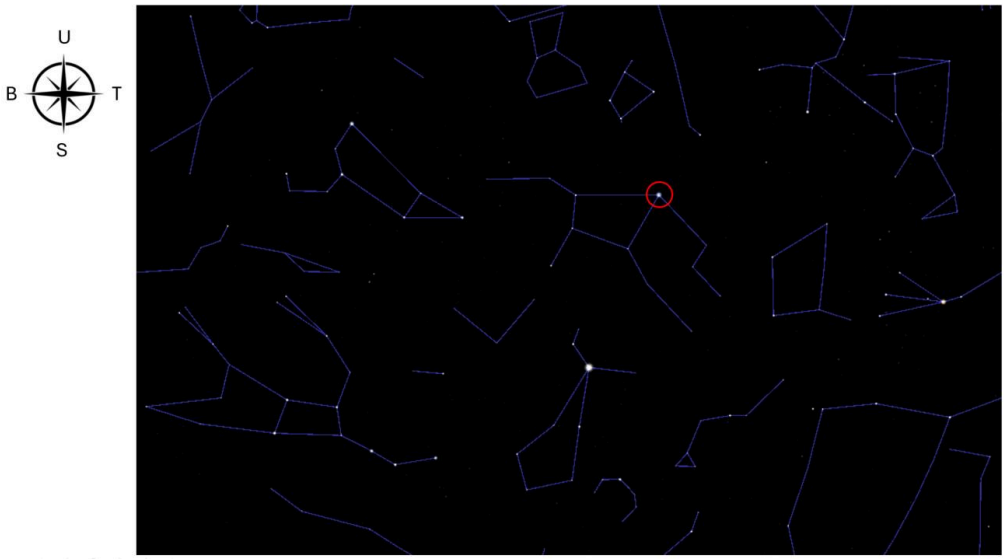
Petunjuk:

1. Jawablah seluruh soal hanya di lembar jawaban dan jangan di berkas soal ini.
2. Dalam naskah ini terdapat 20 soal yang terdiri atas jenis soal pilihan ganda biasa, pilihan ganda kompleks, dan isian singkat.
3. Gunakan konstanta dan data astronomi yang telah disediakan di soal.
4. Kalkulator tanpa fitur grafik boleh digunakan.

*Soal Pilihan Ganda Biasa dan Pilihan Ganda Kompleks*

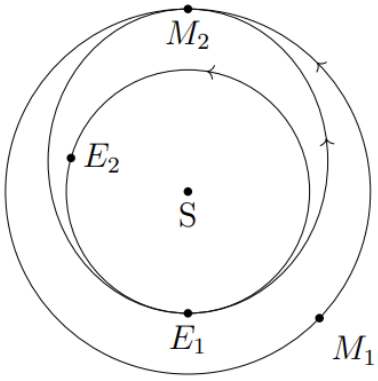
1. Jika diketahui radius Bumi adalah 6400 km, berapa jarak horison yang tampak dari atap bangunan setinggi 180 meter (sekitar 50 lantai)?
   a. 32 km
   b. 48 km
   c. 56 km
   d. 64 km
   e. 90 km
   Jawab: **b**

2. Berdasarkan carta bintang berikut, pilihlah pernyataan yang BENAR.




   a. Bintang yang ditandai adalah Markab.
   b. Bintang yang ditandai adalah Spica.
   c. Bintang yang ditandai berada di rasi Pegasus.
   d. Bintang yang ditandai berada di dekat ekliptika.
   e. Bintang paling terang di carta bintang tersebut adalah Vega.
   f. Titik-titik kardinal di carta bintang tersebut benar.
   Jawab: **b**, **d**

3. Elon ingin meluncurkan roket ke Mars dengan bahan bakar minimum. Untuk itu ia harus pergi mengikuti orbit transfer Hohmann, yakni lintasan roket berbentuk elips dengan Matahari di titik fokus, roket berangkat saat Bumi berada di perihelion dan roket sampai di Mars saat Mars berada di aphelion.
Ilustrasi orbit Bumi, Mars, dan orbit Hohmann sebagai berikut.




$E_1$ dan $M_1$ adalah posisi Bumi dan Mars saat roket berangkat.
$E_2$ dan $M_2$ adalah posisi Bumi dan Mars saat roket tiba.
$S$ adalah Matahari di titik fokus ortbit Hohmann.
Jika diketahui jarak Mars ke Matahari adalah 1,52 sa dan asumsikan orbit Bumi dan Mars adalah lingkaran, pernyataan manakah yang BENAR?

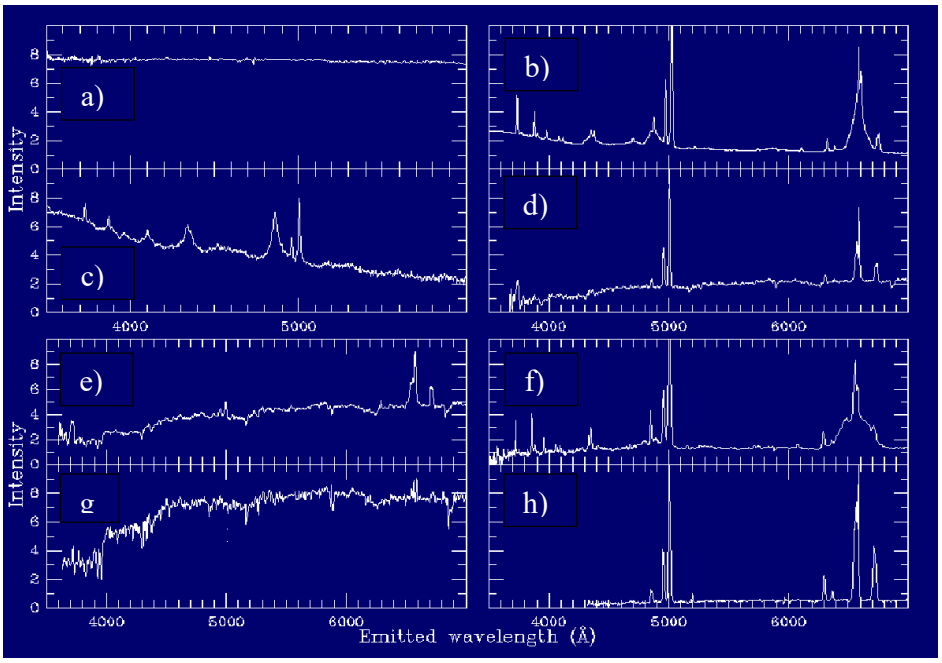
a. Panjang sumbu mayor orbit Hohmann adalah 1,26 sa.
b. Energi kinetik roket di orbit Hohmann mencapai maksimum di dekat titik $M_2$.
c. Waktu yang diperlukan untuk perjalanan adalah 0,7 tahun
d. Jarak sudut Bumi dan Mars saat roket berangkat (besar sudut $\angle E_1SM_1$) adalah 45°
e. Perbedaan posisi Mars saat roket tiba dan roket berangkat (besar sudut $\angle M_1SM_2$) adalah 120°

Jawab: **c**, **d**

4. Dalam konteks kosmologi, peristiwa rekombinasi berlangsung sekitar 380000 tahun setelah Big Bang pada temperatur sekitar 3000 K. Secara sederhana, rekombinasi dapat dipahami terjadi ketika energi rata-rata foton latar belakang gelombang mikro kosmik (CMB) turun di bawah energi ikat atom hidrogen. Bagaimana kamu menilai pernyataan di atas? (Diketahui konstanta Boltzmann dalam eV adalah $8{,}617 \times 10^{-5}$ eV $\mathrm{K}^{-1}$)
a. Pernyataan di atas selaras antara fakta pengamatan kosmologis dengan hukum fisika yang berlaku dalam skala atomik.
b. Pernyataan di atas tidak terkait antara satu peristiwa di masa lalu dengan hukum fisika yang dikenal saat ini.
c. Peristiwa di atas keliru secara perhitungan karena tidak memperhitungkan ketidakseragaman distibusi temperatur CMB.
d. Peristiwa di atas keliru karena belum memperhitungkan evolusi alam semesta dini dan juga peristiwa inflasi.
e. Peristiwa di atas kurang tepat karena saat temperatur sekitar 3000 K di alam semesta telah memasuki era reionisasi.
Jawaban: **c**

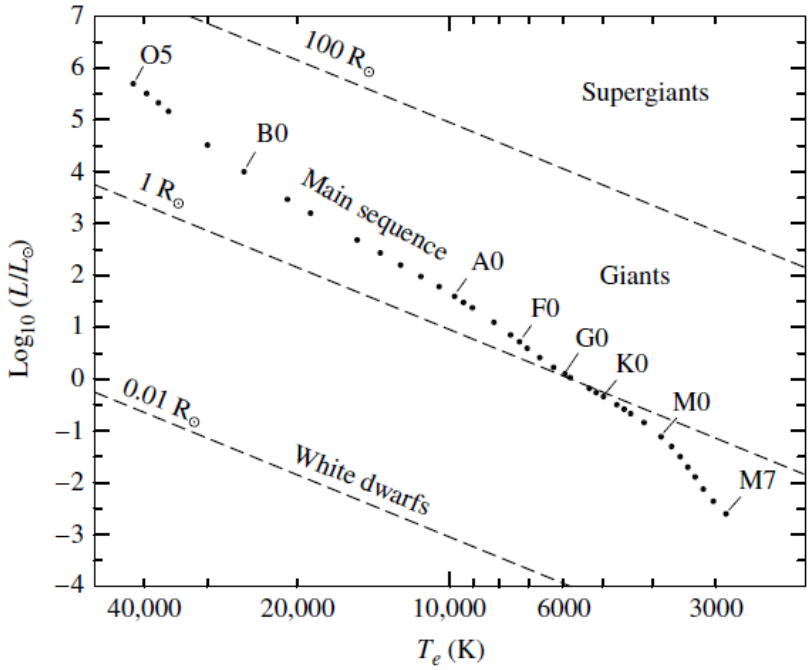
5. Pernyataan manakah di bawah ini yang BENAR?
   a. Dalam skala waktu kosmologis, gugus galaksi termasuk struktur paling awal yang terbentuk
   b. Jika skala waktu dinamik gugus galaksi dibandingkan dengan usia alam semesta, maka setiap galaksi anggota telah memiliki cukup waktu untuk melintasi gugus berulang kali
   c. Puncak pertama pada spektrum daya temperatur CMB berasal dari gelombang akustik berdiri dalam fluida foton-baryon yang terbentuk sebelum era rekombinasi
   d. Skala waktu dinamik pada gugus galaksi jauh lebih singkat dibandingkan dengan skala waktu dinamik Matahari
   e. Teori inflasi dipandang sebagai konsekuensi logis yang muncul dari upaya untuk mempertahankan gagasan alam semesta statik
   Jawaban: **c**

6. Cermati spektrum galaksi di bawah ini. Manakah yang BENAR?




   a. Spektrum a) adalah spektrum Blazar (galaksi inti aktif) yang dicirikan oleh ketiadaan fitur dominan dengan intensitas relatif tinggi dan stabil
   b. Spektrum b) adalah spektrum galaksi elips yang dicirikan oleh keberadaan garis-garis emisi yang menonjol
   c. Spektrum e) dan g) memperlihatkan karakteristik khas galaksi spiral tipe Sb dan SBa
   d. Spektrum f) mengindikasikan sebuah galaksi inti aktif yang diklasifikasikan ke dalam tipe garis emisi sempit
   e. Spektrum h) adalah spektrum bintang B-emisi yang berada di dalam sebuah gugus bintang terbuka
   Jawaban: **a**

7. Look carefully at the following Hertzprung-Russell diagram,




choose the right answer:
a. White dwarf typical radius around 695700 km
b. Density of white dwarf with mass of $1M_\odot$ is $1.41 \times 10^8$ kg m$^{-3}$
c. Surface gravity acceleration of O5 V star is 1 m s$^{-2}$
d. Density of F0 III star with mass of $1.7M_\odot$ is $1.41 \times 10^9$ kg m$^{-3}$
e. M7 V star achieves radius of $100R_\odot$ at the time it reaches Giant stage
Answer: **b**

8. Astronom mengamati awan molekular CO $(l, b) = (13{,}5°, 0°)$ yang bergerak mengelilingi Pusat Galaksi. Jika pengamatan garis CO menunjukkan pergeseran biru dengan kecepatan radial sebesar 20 km s$^{-1}$ dan jarak matahari ke pusat galaksi adalah sebesar 8,5 kpc, maka tentukanlah pernyataan yang benar.
*Petunjuk*: perhatikan skema dan kurva rotasi galaksi.
a. Sudut yang dibentuk antara matahari, Awan CO, dan Pusat Galaksi adalah sebesar 7°
b. Sudut yang dibentuk antara matahari, Awan CO, dan Pusat Galaksi adalah sebesar 13°
c. Jarak Awan CO ke matahari adalah sekitar 22 kpc
d. Jarak Awan CO ke matahari adalah sekitar 14,5 kpc
e. Kecepatan Awan CO mengelilingi pusat galaksi sebesar 220 km s$^{-1}$
Jawab: **a**, **c**, **e**

9. Sebuah elektron bergerak tegak lurus terhadap garis medan magnet Bumi yang bernilai $B = 30\ \mu$T dengan laju sebesar $2 \times 10^6$ m s$^{-1}$. Hitunglah frekuensi cyclotron akibat gerak melingkar elektron dalam medan magnet tersebut dalam MHz. *Petunjuk*: muatan dan massa elektron masing-masing $-1{,}6 \times 10^{-19}$ C dan $9{,}1 \times 10^{-31}$ kg.

a. 8,4
b. 0,84
c.1,6
d. 3,4
e. 0,042
Jawaban: **b**

10. Bintang A memiliki radius sebesar $20R_{\odot}$. Jika diketahui kecerlangan semu bintang tersebut 0,5 magnitudo dengan besar sudut paralaks 5 milidetik busur, hitunglah temperatur bintang A. Nyatakan dalam $T_{\text{eff},\odot}$ (Diketahui $M_{V,\odot} = +4{,}8$ magnitudo, tetapan Wien sebesar 0,002897 m K)
    a. 1,7
    b. 2,7
    c. 3,7
    d. 4,7
    e. 5,7
    Jawaban: **b**

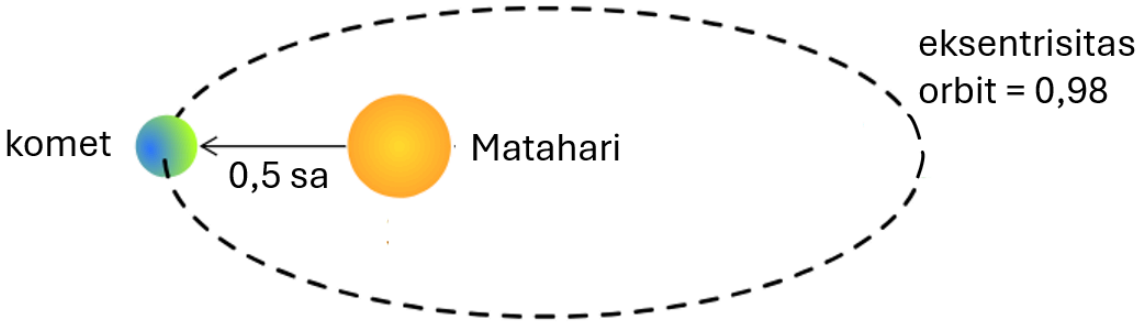
*Soal Isian Singkat*

11. Berikut adalah sinyal gelombang gravitasi GW150914 yang terdeteksi LIGO di tahun 2015. Data ini menunjukkan momen terakhir sebelum kedua lubang hitam bergabung (*merger*). Pada mulanya orbit kedua lubang hitam makin mengecil hingga minimum dan ditunjukkan oleh sinyal yang mencapai puncak amplitudo. Peristiwa ini diikuti dengan fase "*ringdown*" dimana amplitudo sinyal melemah dan kedua lubang hitam mulai menyatu.
    Asumsikan kedua lubang hitam memiliki massa yang sama.
    a. Dari data yang diberikan, perkirakan frekuensi gelombang gravitasi saat amplitudonya maksimum. Tuliskan dengan ketelitian tiga angka setelah tanda desimal.
    b. Hitung kecepatan sudut saat amplitudo sinyal maksimum. Lakukan pembulatan sampai angka satuan terkecil.
    c. Laju hilangnya energi orbit dapat ditentukan dari gelombang gravitasi. Jika frekuensi dan waktu saat gelombang gravitasi mencapai maksimum disimbolkan sebagai $f_{maks}$ dan $t_{maks}$, massa lubang hitam adalah $M$, dan waktu teoritik saat kedua lubang hitam menyatu sepenuhnya adalah $t_{merger} = 0{,}462$ detik, relasi antara frekuensi gelombang gravitasi dan waktu yang dibutuhkan lubang hitam untuk menyatu (merger) dinyatakan sebagai,
    $$f_{maks}^{-8/3} = \left(\frac{8\pi}{5}\right)^{\frac{8}{3}} \left(\frac{GM}{c^3}\right)^{\frac{5}{3}} (t_{merger} - t_{maks})$$
    Hitunglah massa lubang hitam yang dinyatakan dalam massa Matahari. Tuliskan dengan ketelitian hingga dua angka di belakang tanda desimal.
    *Diketahui* $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ m$^3$ kg$^{-1}$ s$^{-2}$ , $c = 3 \times 10^8$ m s$^{-1}$ , massa Matahari $= 1{,}99 \times 10^{30}$ kg.
    d. Hitunglah radius orbit saat gelombang gravitasi mencapai maksimum. Nyatakan dalam satukan km dan lakukan pembulatan hingga satuan terdekat.

Jawaban:

a. 200 (Hz)
b. 628 (rad $s^{-1}$, nilai penuh); 1257 (rad $s^{-1}$, nilai separuh)
c. 22,22 ($M_{\odot}$)
d. 123 (km, nilai penuh); 78 (km, nilai separuh)

12. Berikut adalah ilustrasi orbit sebuah komet di perihelion (titik terdekat dari Matahari).




Diketahui konstanta gravitasi $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ $m^3$ $kg^{-1}$ $s^{-2}$, massa Matahari $= 1{,}99 \times 10^{30}$ kg, 1 satuan astronomi $= 1{,}496 \times 10^{8}$ km.

a. Hitung kecepatan maksimum komet tersebut di orbitnya. Nyatakan dalam satuan km per detik dengan ketelitian satu angka setelah tanda desimal.
b. Berapa periode orbit komet tersebut? Nyatakan dalam satuan tahun dengan ketelitian satu angka setelah tanda desimal.
c. Jika komet tersebut tampak di perihelion terakhir kali pada tanggal berwarna merah di kalender berikut, pada hari apa komet tersebut berada di perihelion lagi?

**September 2025**

| Minggu | Senin | Selasa | Rabu | Kamis | Jumat | Sabtu |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| 28 | 29 | 30 | | | | |

d. Jika kecerlangan komet dihitung menggunakan persamaan modulus jarak berikut,

$$m = M + \frac{5}{2} K \log_{10}\left(\frac{\text{jarak komet-Matahari}}{1\text{ sa}}\right) + 5\log_{10}\left(\frac{\text{jarak komet-Bumi}}{1\text{ sa}}\right)$$

dengan $K$ adalah parameter terkait aktivitas komet, umumnya bernilai 4 di perihelion dan 2 di aphelion. Jarak komet ini dari Bumi saat perihelion adalah 1,12 sa dan diasumsikan komet ini memiliki magnitudo mutlak yang sama dengan Komet Halley yakni 5 magnitudo. Hitung berapa magnitudo semu komet tersebut di perihelion. Tulis jawaban dengan ketelitian satu angka setelah tanda desimal.
e. Hitung berapa magnitudo semu komet tersebut di aphelion. Asumsikan jarak komet ke Bumi dan Matahari adalah sama saat aphelion. Tulis jawaban dengan ketelitian satu angka setelah tanda desimal.
f. Hitunglah perbandingan fluks komet saat di perihelion dan aphelion. Seberapa terangkah komet di perihelion ketimbang di aphelion? (tuliskan dengan pembulatan dalam satuan jutaan terdekat)

Jawaban:

a. 59,6 (km/s)
b. 125,0 (tahun)
c. Jumat
d. 2,4
e. 21,9
f. 63.000.000 (kali lipat)

13. Sebuah bintang deret utama berjarak 30 parsek diamati dengan sebuah teleskop. Saat memasuki tahap raksasa, temperaturnya turun 4 kali lebih dingin dan radiusnya menjadi 100 kali lebih besar. Jika bintang ini tidak diam posisinya terhadap Bumi, maka berapakah jarak maksimum bintang (dalam parsek) agar dapat diamati teleskop seterang saat pada masa deret utamanya?
Jawaban: 187,5 parsek (186 – 188 parsek)

14. Pada panjang gelombang 6300 Å, fluks dari sebuah sumber pemancar adalah $10^{-18}$ W m$^2$ Å$^{-1}$.
    a. Tentukanlah laju foton (jumlah foton perdetik) yang tiba pada sebuah teleskop dengan diameter $D = 2{,}2$ meter.
    b. Berapakah jumlah foton yang dideteksi sebuah sensor dengan efisiensi kuantum 90% yang dipasangkan pada teleskop tersebut dengan transmisivitas 30%, dalam selang panjang gelombang 100 Å dan dalam waktu eksposur 10 detik?

    Jawaban:
    a. 1200 (foton s$^{-1}$)
    b. 3260 (foton)

15. Tujuh buah bintang yang menjadi objek pengamatan:
    - Bintang 1: $\alpha = 13{,}0$h, $\delta = +69{,}4°$
    - Bintang 2: $\alpha = 3{,}7$h, $\delta = 41{,}1°$
    - Bintang 3: $\alpha = 1{,}2$h, $\delta = +31{,}2°$
    - Bintang 4: $\alpha = 17{,}4$h, $\delta = +7{,}6°$
    - Bintang 5: $\alpha = 20{,}2$h, $\delta = -20{,}2°$
    - Bintang 6: $\alpha = 9{,}1$h, $\delta = -40{,}0°$
    - Bintang 7: $\alpha = 20{,}7$h, $\delta = -71{,}4°$

    Asumsikan tidak ada pengaruh atmosfer dan horizon pengamat tidak terhalang.
    a. Untuk pengamat yang berada di posisi 72,5 LU dan 102,5 BT, bintang mana saja yang tidak bisa diamati, dan bintang mana saja yang sirkumpolar?
    b. Tentukan posisi pengamat (rentang lintang dan rentang bujur) dimana jumlah bintang yang sirkumpolar terbanyak dan jumlahnya sama dengan jumlah bintang yang tidak bisa diamati.

c. Tentukan batas atas dan batas bawa lintang posisi pengamat dimana semua bintang bisa diamati.

Jawaban:

a. Bintang 5, Bintang 6, dan Bintang 7 (tidak bisa diamati); Bintang 1, Bintang 2, dan Bintang 3 (sirkumpolar)
b. $69{,}8° < \text{Lintang} < 82{,}4°$ ; $0° \leq \text{Longitude} \leq 360°$ (tidak ada batasan longitude atau bujur)
c. $18{,}6\ \text{LS} \leq \text{Lintang} \leq 18{,}6\ \text{LU}$

16. Besar sudut refraksi $R$ dapat dihitung dengan sepasang rumus berikut ini

$$R = \frac{1{,}02}{\tan\left(h + \frac{10{,}3}{h + 5{,}11}\right)}$$

$$R = \frac{1}{\tan\left(h_{ob} + \frac{7{,}31}{h_{ob} + 4{,}4}\right)}$$

Kedua rumus memberikan nilai $R$ dalam menit busur, dimana $h$ adalah tinggi yang sebenarnya dan $h_{ob}$ adalah tinggi yang diamati, $h$ dan $h_{ob}$ dinyatakan dalam derajat. Rumus kedua bisa ditingkatkan akurasinya dengan menambahkan koreksi

$$\text{Corr} = -0{,}06 \sin(14{,}7R + 13),$$

dimana koreksi tersebut sudah dinyatakan dalam menit busur.

Diasumsikan tekanan udara $P = 1{,}010$ milibar dan temperatur $T = 10°$ C. Pada $P$ dan $T$ berbeda, $R$ harus dikoreksi dengan mengalikannnya dengan

$$\left(\frac{P}{1{,}010}\right) \times \left(\frac{283}{273 + T}\right)$$

Jika saat Matahari menjelang terbenam, pinggiran bawah piringan matahari diamati memiliki tinggi $30'$, dan diameter sudut Matahari adalah $32'$, hitunglah pemepatan piringan Matahari (perbandingan diameter vertikal dengan diameter horizontal) jika tekanan udara 1,023 milibar dan temperatur 13° C

Jawaban: 0,8725

17. Andaikan periode rotasi Bumi dapat melambat 1 detik dalam 100 milenium dan panjang satu tahun surya dianggap tetap sepanjang 365,25 hari. Jika dirata-ratakan untuk 4 milenium dan merujuk ke nilai perubahan periode di titik tengah rentang 4 milenium, hitunglah rata-rata akumulasi kehilangan periode rotasi selama 4 milenium tersebut dalam satuan jam (tanpa angka desimal).

Jawaban: 8 (jam)

18. Pada suatu peristiwa gerhana, panjang garis yang menghubungkan titik puncak kerucut bayangan umbra Bulan ke titik pusat Bumi diperkirakan sepanjang 7844 km. Diketahui pula bahwa garis tersebut membentuk sudut 30 derajat terhadap suatu garis yang

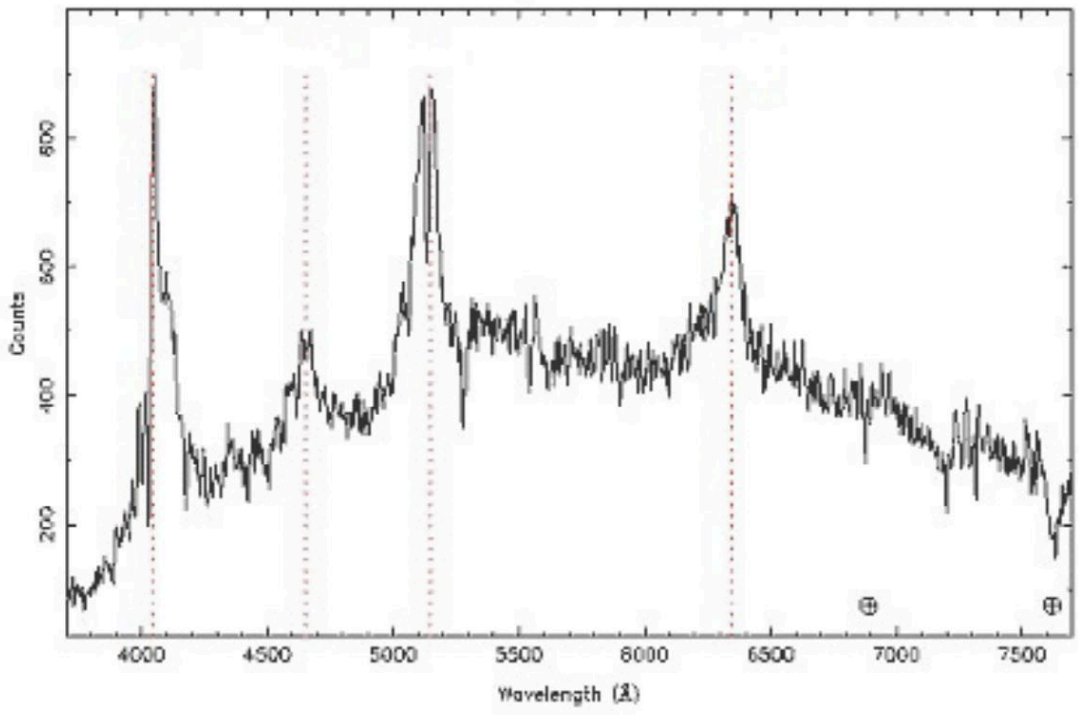
menghubungkan titik pusat Bumi ke garis sumbu kerucut bayangan umbra Bulan secara tegak lurus.

a. Hitunglah jarak minimum dari titik pusat Bumi ke garis sumbu kerucut bayangan umbra Bulan dalam satuan km.
b. Jika jejari ekuatorial dan polar Bumi masing-masing adalah 6378 km dan 6357 km, serta titik pucak kerucut bayangan umbra Bulan berada di wilayah Utara Bumi, hitunglah besaran gamma ($\gamma$) untuk persitiwa gerhana tersebut dan nyatakan hingga tiga angka di belakang tanda desimal. Besaran $\gamma$ adalah rasio antara jarak minimum yang dimaksud di soal (a) terhadap jejari yang terpanjang dari Bumi.
c. Di antara empat jenis gerhana: total, parsial, cincin, dan hibrida, peristiwa gerhana tersebut dapat masuk ke salah satu dari empat jenis tersebut. Jenis yang manakah itu?

Jawaban:

a. 6793 (km)
b. 1,065
c. parsial

19. Gambar berikut merupakan spektrum dari sebuah quasar dengan 4 garis emisi yang kuat, sedangkan tabel menunjukkan daftar garis emisi kuat pada spektrum quasar pada panjang gelombang diam. Tentukanlah pergesaran merah (*redshift*) dari quasar tersebut dalam 1 digit di belakang koma.

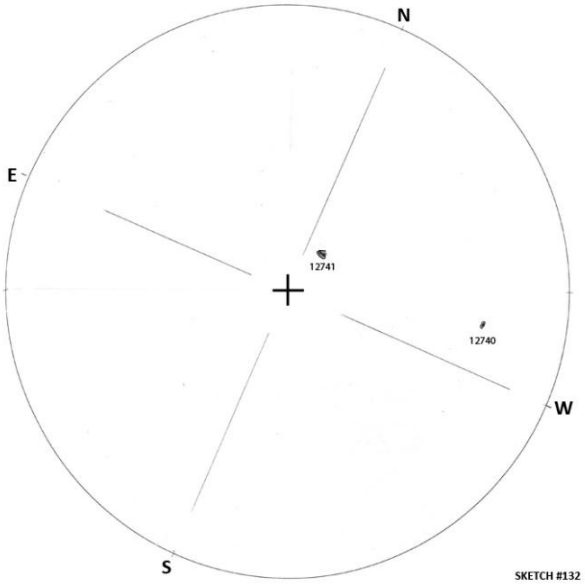


| No. | Nama Garis | $\lambda_{rest}$ (Å) |
|---|---|---|
| 1 | H Lyman α | 1216 Å |
| 2 | N V | 1241 Å |
| 3 | Si IV | 1402 Å |
| 4 | C IV | 1549 Å |
| 5 | [C III] | 1909 Å |
| 6 | Mg II | 2799 Å |
| 7 | [O II] | 3728 Å |
| 8 | [Ne III] | 3869 Å |
| 9 | H δ | 4102 Å |
| 10 | H γ | 4340 Å |
| 11 | [O III] | 4363 Å |
| 12 | H β | 4861 Å |
| 13 | [O III] | 4956 Å |
| 14 | [O III] | 5007 Å |
| 15 | H α | 6563 Å |

Jawaban: 2,4 (angka akurat) atau angka antara 2 – 3

20. Gambar di bawah merupakan sketsa piringan Matahari hasil pengamatan di Balai Pengamatan Antariksa dan Atmosfer Sumedang pada tahun 2019. Pada citra tersebut terlihat dua bintik Matahari pada hari itu. Di bagian kanan terdapat tabel yang berisi data kondisi pengamatan dan data masing-masing bintik Matahari. Bagian yang diarsir merah berisi data nomor bintik Matahari dan koordinat posisi bintik di permukaan Matahari. Koordinat bintik Matahari dituliskan dengan kode arah diikuti dua digit bilangan koordinat. Sebagai contoh, N08W41 dibaca sebagai 8 derajat lintang utara (N08) dan 41 derajat bujur barat (W41). Berdasarkan data tersebut, hitung jarak sudut antara bintik 12740 dan bintik 12741 (dalam derajat).

| Balai Pengamatan Antariksa dan Atmosfer Sumedang (6°54'10" S, 107°50'24" E) | | | |
|---|---|---|---|
| 13 May 2019 | | | |
| TIME (UT) | | 01:55 | |
| WEATHER | | Fine | |
| SEEING | | 4/5 | |
| SCINTILLATION | | 4/5 | |
| IMAGE | | 5/5 | |
| P | | - 21,58 | |
| $B_0$ | | - 2,95 | |
| $L_0$ | | 268,13 | |
| ΔL | | 1,05 | |
| L | | 267,8 | |
| JD | | 2458616,5 | |
| SPOT | g | F | R |
| NORTH<br>SOUTH | 2<br>0 | 5<br>0 | 18,00<br>0 |
| TOTAL | 2 | 5 | 18,00 |
| NO | POSITION | CLASS | AREA |
| 12740<br>12741 | N08W41<br>N06W03 | Hax<br>Hsx | 70<br>210 |
| NOTE<br>Experimental flare prediction:<br>75 % C, 8 % M, - % X | | | |
| OBSERVER: ADHITIA WIGUNA | | | |




Jawaban: 37,75 (satuan °, angka akurat, nilai penuh) atau angka antara 37° – 38° (nilai penuh); 36° – 39° (nilai separuh)

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

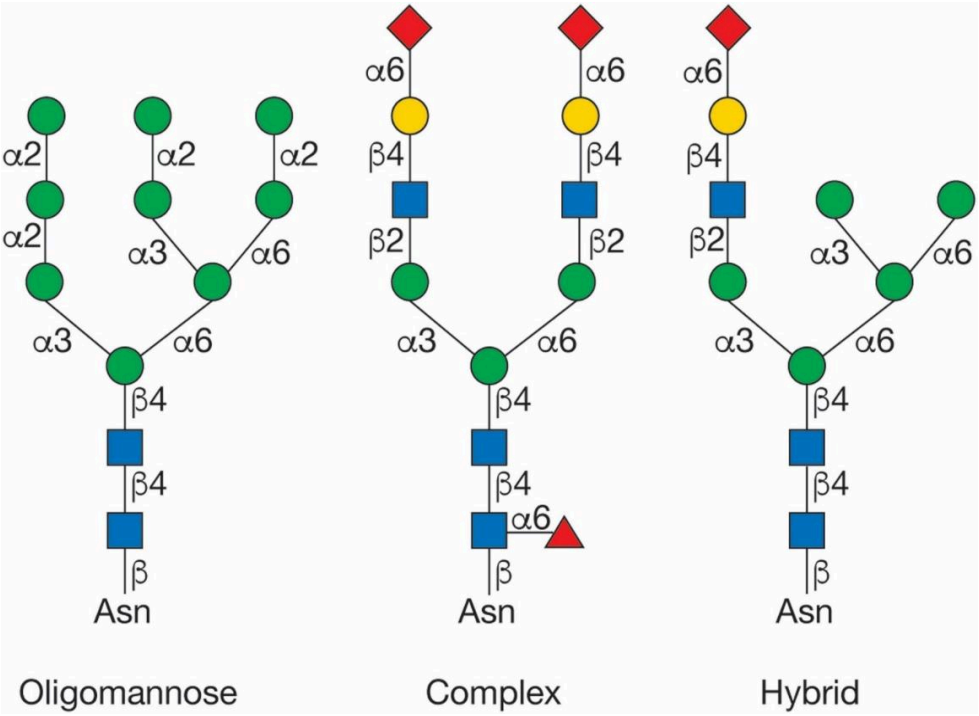
#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA
KEMENDIKDASMEN RAMAH

# BIOLOGI

Kumpulan Soal OSN

## BIOLOGI SEL MOLEKULER

**1.** *N-glycans* berikatan secara kovalen dengan protein pada residu asparagin (Asn). Semua *N-glycans* eukariot mengandung sekuens inti yang sama, yaitu $Man_3GlcNAc_2Asn$ dan dapat dibagi menjadi tiga jenis: (1) *oligomannose*, (2) *complex*, dan (3) *hybrid* (Gambar 1).




**Gambar 1**. Tiga jenis N-*glycans* pada eukariot.

Tentukan pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Simbol persegi biru pada gambar adalah *mannose* (Man) sedangkan simbol lingkaran hijau adalah *N-acetylglucosamine* (GlcNAc).
B. Salah satu monomer sekuens inti *N-glycans* merupakan komponen penyusun eksoskeleton Arthropoda.
C. Cabang-cabang terminal (ujung) pada *N-glycans* tipe *complex* selalu diinisiasi oleh GlcNAc.
D. Penambahan *N-glycans* (glikosilasi) pada protein terjadi pada retikulum endoplasma.

**2.** Beberapa gen berevolusi dengan cepat, sedangkan gen lainnya sangat lestari. Untuk mengetahui apakah suatu gen berevolusi secara cepat atau membutuhkan waktu yang lama untuk berdivergensi dari saudaranya, dilakukan perbandingan beberapa gen yang sama dari dua spesies. Laju perubahan nukleotida antara gen dua spesies dibagi menjadi dua jenis, yaitu perubahan yang mengakitbatkan mutasi sinonim dan mutasi nonsinonim. Data laju perubahan antara gen-gen dari mencit dan manusia ditunjukkan pada tabel berikut (Tabel 1).

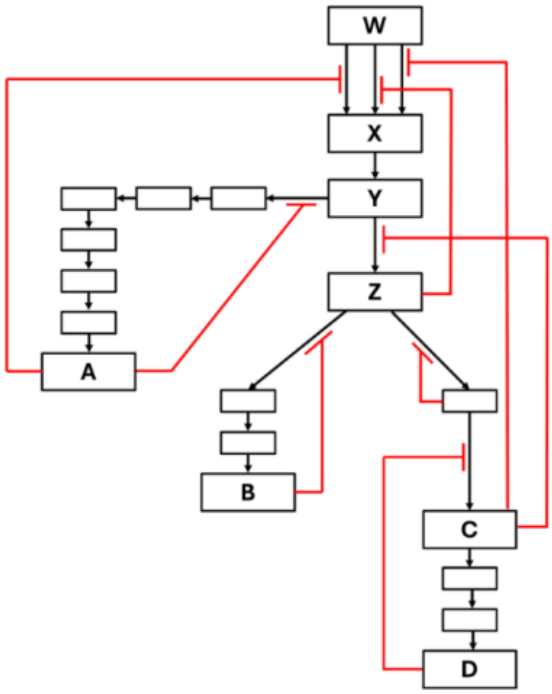
**Tabel 1**. Laju perubahan nukleotida tiga gen dari mencit dan manusia.

| Gen | Jumlah residu asam amino | Laju Perubahan (nukleotida per situs per $10^9$ tahun) | |
|---|---|---|---|
| | | Nonsinonim | Sinonim |
| A | 135 | 0.0 | 4.5 |
| B | 141 | 0.6 | 4.4 |
| C | 136 | 3.1 | 5.5 |

Jika rata-rata laju perubahan nonsinonim dari puluhan gen manusia dan mencit adalah 0.8 nukleotida per situs per $10^9$ tahun. Tentukan pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Laju mutasi sinonim rata-rata dari ketiga gen tersebut adalah $4.8 \times 10^{-9}$ mutasi tahun$^{-1}$.
B. Gen A kemungkinan merupakan protein yang sangat penting untuk kesintasan sel.
C. Gen B lebih mungkin merupakan gen pengode antibodi daripada gen C.
D. Secara prinsip, suatu gen dapat menjadi sangat lestari karena berlokasi di situs "khusus" dalam genom yang memiliki laju mutasi rendah.

**3.** Perhatikan regulasi jalur biosintesis gula di sel tumbuhan karet pada gambar berikut (Gambar 1). Setiap panah hitam menandakan proses yang dikatalisis oleh enzim sedangkan garis merah menandakan inhibisi enzim oleh senyawa tertentu. A, B, C, D, W, X, Y, dan Z menandakan semua gula utama yang ada di dalam jalur.

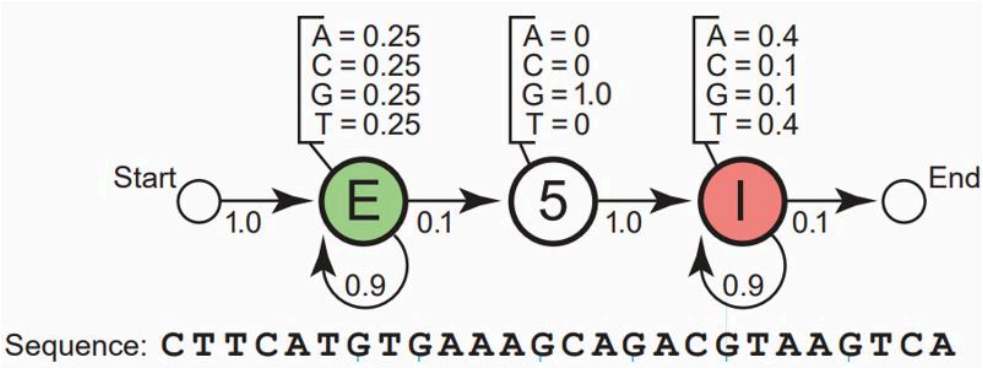



**Gambar 1**. Jalur regulasi biosintesis gula di tumbuhan karet

Tentukan pernyataan berikut yang benar atau salah!

A. Terdapat setidaknya 1 proses pada jalur diatas yang melibatkan isoenzim (enzim-enzim berbeda yang mengkatalisis reaksi yang sama).
B. Apabila gula C ditambahkan ke dalam sel dalam jumlah banyak, gula Y akan lebih banyak masuk ke jalur sintesis gula A.
C. Gula A, B, dan D menghambat langkah enzimatis pertama pada cabang jalur biosintetik mereka masing-masing.
D. Mekanisme regulasi produksi enzim ditunjukkan pada regulasi metabolisme di atas.

**4.** *Hidden Markov Model* (HMM) adalah sebuah model probabilistik yang dapat digunakan untuk memprediksi gen eukariot, terutama untuk lokasi pertemuan ekson-intron. Perhatikan diagram HMM untuk prediksi situs *splicing* berikut (Gambar 1). Setiap lingkaran adalah *state*: E (ekson), 5 (situs *splicing*), I (intron). Setiap panah menggambarkan probabilitas *state* transisi sepanjang gen (5'->3'). Setiap *state* mengandung nilai probabilitas untuk basa nukleotida yang teramati (*emitted state*).



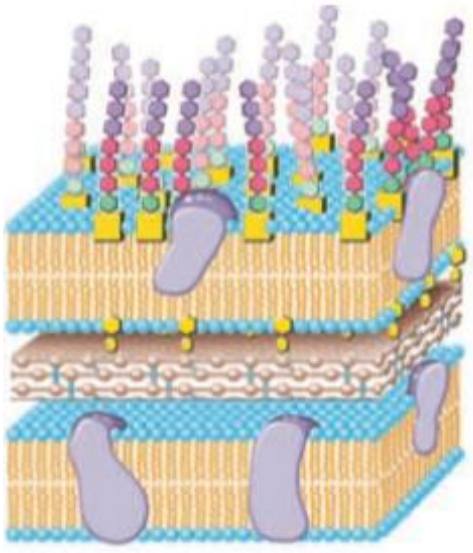

**Gambar 1**. Model HMM untuk prediksi situs *splicing*. Sekuens di atas merupakan 26 basa pertama dari gen X.

Probabilitas dari posisi situs *splicing* dapat dihitung dari perkalian setiap probabilitas *state* transisi dan probabilitas *emitted state*.

Tentukan pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Hanya terdapat 6 kemungkinan posisi situs *splicing* pada sekuens gen X di atas.
B. Model HMM di atas cukup untuk memprediksi semua situs *splicing* pada keseluruhan gen X.
C. Probabilitas situs *splicing* gen X berada di basa G ke-5 adalah $5{,}29 \times 10^{-18}$.
D. Posisi situs *splicing* gen X yang paling mungkin adalah pada basa G ke-3.

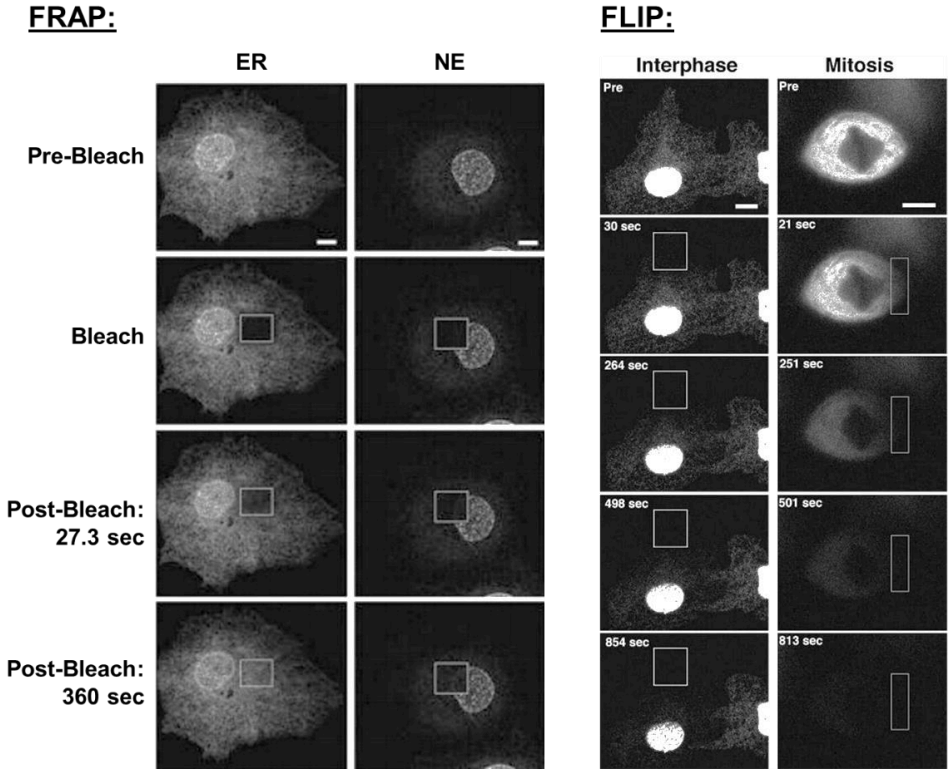
**5.** Anda merupakan seorang peneliti keamanan pangan yang sedang menginvestigasi kasus keracunan makanan di beberapa sekolah. Kasus tersebut ternyata disebabkan oleh suatu mikroorganisme dengan struktur seperti gambar di bawah.



Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Mikroorganisme tersebut kemungkinan besar memiliki intron.
B. Jenis polisakarida penyusun dinding sel di atas berbeda dengan milik ragi.
C. Mikroorganisme tersebut tidak terlihat berbeda dengan hasil yang seharusnya jika pewarnaan Gram tanpa alkohol 95% dilakukan.
D. Untuk mengatasi efek negatif dari patogen di atas, dapat dilakukan dengan mengonsumsi antibiotik yang menarget lipopolisakarida.

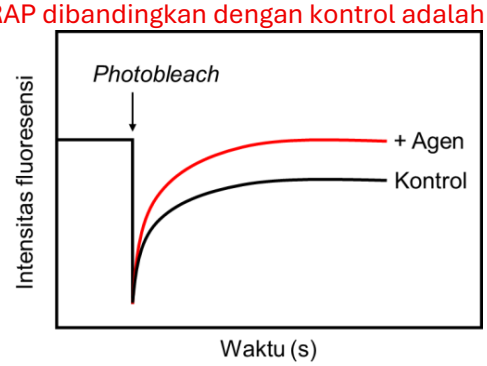
**6.** *Photobleaching* adalah fenomena hilangnya fluorosensi suatu molekul setelah dipaparkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Anda menguji mobilitas reseptor lamin B yang difusikan dengan GFP (LBR-GFP) pada membran retikulum endoplasma (ER) dan membran inti (NE) menggunakan teknik FRAP (*fluorescence recovery after photobleaching*) pada sel ginjal monyet tahap interfase. Uji ini juga bertujuan mengamati dinamika protein membran inti selama mitosis. Selain itu, dilakukan pula uji FLIP (*fluorescence loss in photobleaching*) pada LBR-GFP dari sel yang sama. FLIP, sebagai variasi dari teknik FRAP, melakukan *photobleaching* secara berulang di daerah yang sama dan memantau hilangnya sinyal fluoresensi di seluruh bagian sel target. Pada hasil berikut, area persegi menunjukkan daerah target *photobleaching*.




Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Mobilitas LBR-GFP yang menempati membran retikulum endoplasma lebih tinggi daripada yang menempati membran nukleus.

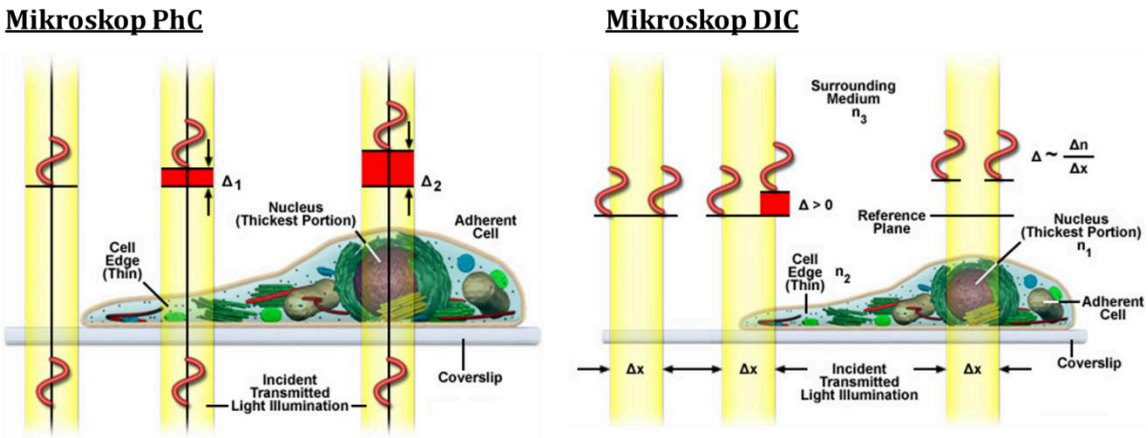
B. Jika membran ER yang mengandung LBR-GFP dipaparkan agen hidrogenasi rantai asam lemak, ekspektasi hasil FRAP dibandingkan dengan kontrol adalah sebagai berikut.



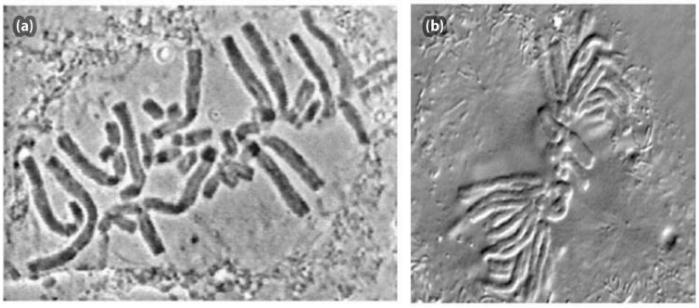

C. Seluruh LBR-GFP yang berinteraksi dengan nukleoplasma dipindahkan ke membran retikulum endoplasma ketika mitosis berlangsung.

D. Sel ginjal monyet yang berada dalam tahap interfase memiliki membran nukleus dan membran retikulum endoplasma yang saling terhubung satu sama lain.

**7.** Salah satu alat fundamental dalam eksperimen biologi sel adalah mikroskop cahaya. Jenis mikroskop cahaya yang seringkali dipakai untuk pengamatan sel hidup adalah mikroskop *phase-contrast* (PhC) dan mikroskop *differential interference contrast* (DIC) (**Gambar 1**). Berikut ditampilkan pula hasil tangkapan mikroskop cahaya pada dua jenis sampel sel (**Gambar 2**).




**Gambar 1**. Prinsip kerja mikroskop cahaya tipe PhC & DIC, keterangan: Δ = beda fasa gelombang cahaya, *n* = indeks bias, Δx = selisih kecil jarak antara dua berkas gelombang cahaya.

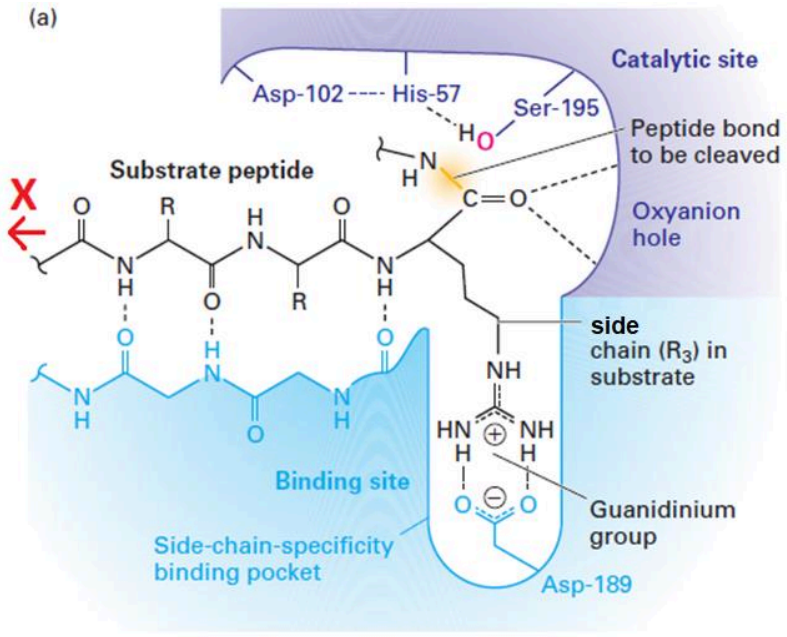


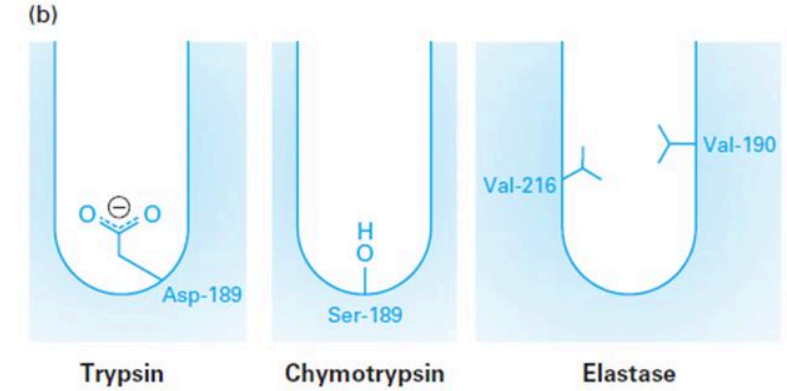

**Gambar 2. (a)** Sel endosperma bunga lili dan **(b)** sel epitel paru-paru salamander yang sama-sama dalam tahap metafase.

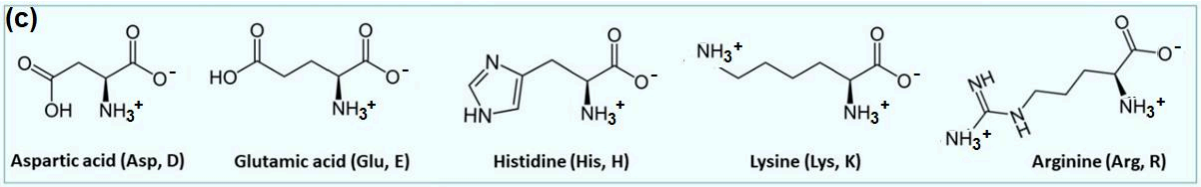
Tentukan apakah pernyataan berikut ini Benar (B) atau Salah (S)!

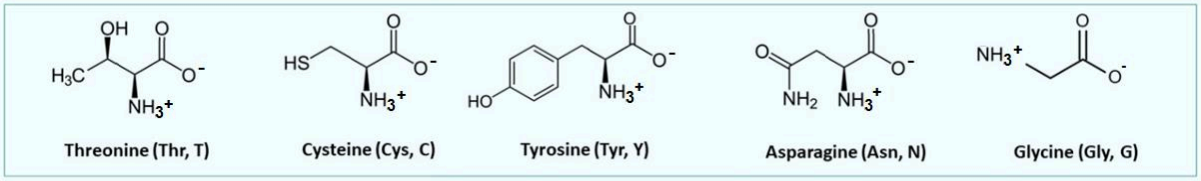
A. Mikroskop DIC lebih cocok untuk menampilkan kontur tepi objek dan struktur bergradien tajam, sedangkan mikroskop PhC lebih cocok untuk menampilkan variasi ketebalan internal.
B. Perbedaan fasa gelombang cahaya yang melewati bagian pinggir objek kromosom pada sampel (a) muncul akibat adanya pembiasan dan interferensi, sehingga menimbulkan kesan pendaran (putih) di sekitarnya.
C. Pada sel interfase, mikroskop yang digunakan untuk sampel (b) menghasilkan kontras inti–sitoplasma yang lebih menonjol dibandingkan dengan mikroskop pada sampel (a).
D. Berdasarkan hasil tangkapan, mikroskop DIC dapat dianalogikan dengan mikroskop elektron transmisi (TEM).

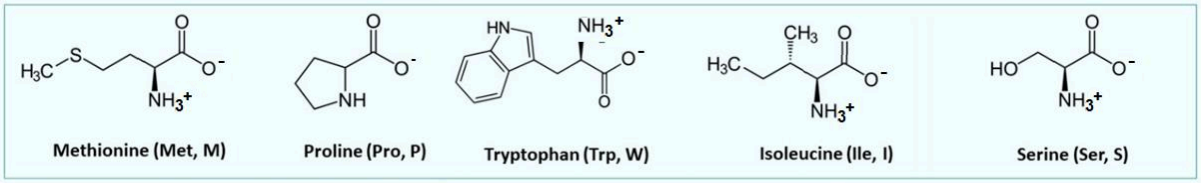
**8.** Protease merupakan enzim yang berperan dalam memecah protein. Salah satu jenis protease yang umum dijumpai adalah kelompok serin-protease, yang mana sisi aktif enzim mengandung residu serin. Protease umum memiliki sisi spesifitas (*side-chain-specifity binding pocket*) yang membuat tidak sembarang ikatan peptida dapat dipotong. Bagian ini pula yang menyebabkan pemecahan protein pada sistem pencernaan mamalia menghasilkan produk awal berupa oligopeptida. Gambar berikut menunjukkan ilustrasi katalisis salah satu serin-protease (a), beberapa contoh protease serupa dengan sisi spesifitas yang berbeda (b), dan struktur asam amino umum penyusun protein pada pH 7 (c).

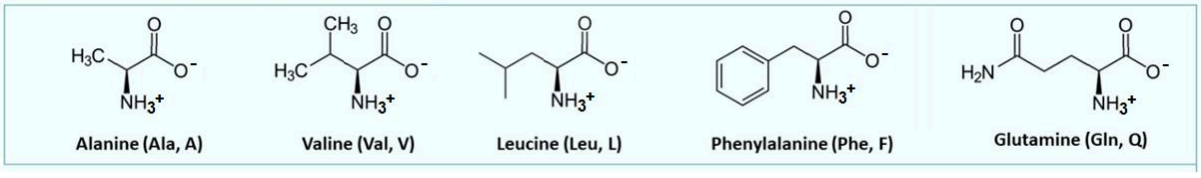

(a)
Catalytic site
Asp-102 ---- His-57
Ser-195
Peptide bond to be cleaved
Substrate peptide
Oxyanion hole
side chain ($R_3$) in substrate
Binding site
Guanidinium group
Side-chain-specificity binding pocket
Asp-189


(b)
Asp-189
Ser-189
Val-216
Val-190
Trypsin
Chymotrypsin
Elastase


(c)
Aspartic acid (Asp, D)
Glutamic acid (Glu, E)
Histidine (His, H)
Lysine (Lys, K)
Arginine (Arg, R)


Threonine (Thr, T)
Cysteine (Cys, C)
Tyrosine (Tyr, Y)
Asparagine (Asn, N)
Glycine (Gly, G)


Methionine (Met, M)
Proline (Pro, P)
Tryptophan (Trp, W)
Isoleucine (Ile, I)
Serine (Ser, S)

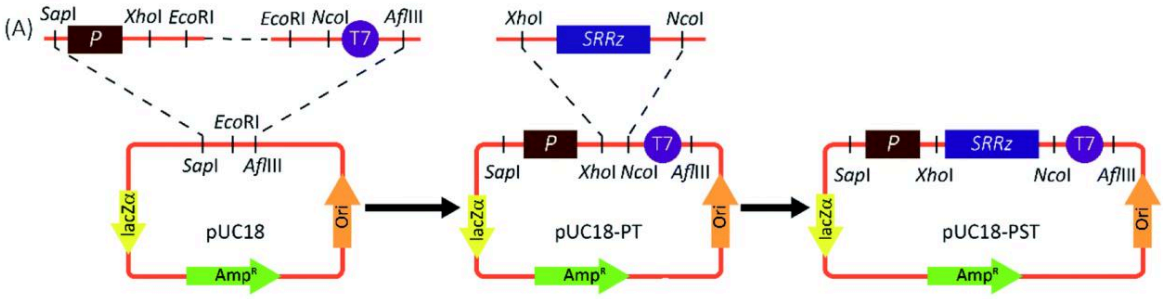

Alanine (Ala, A)
Valine (Val, V)
Leucine (Leu, L)
Phenylalanine (Phe, F)
Glutamine (Gln, Q)

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Panah X menunjukkan bagian ujung N protein substrat.
B. Jika peluang munculnya setiap asam amino adalah sama rata pada suatu protein, pemotongan oleh *trypsin* akan menghasilkan jumlah fragmen yang lebih sedikit dibandingkan *chymotrypsin*.
C. Dibandingkan alanin, residu fenilalanin lebih mungkin dikenali oleh sisi spesifitas elastase.
D. Apabila dipotong oleh enzim *trypsin* pada media buffer dengan pH 7, polipeptida berikut akan terpecah menjadi maksimal 7 fragmen: $NH3^+$ – KAKICHALKERENSEKALI – $COO^-$.

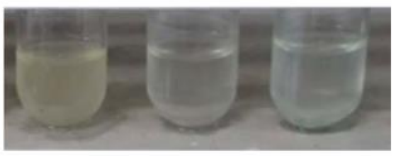
**9.** Sekelompok peneliti ingin menguji efektivitas beberapa senyawa antibakteri. Desain penelitian unik dirancang dengan prinsip biologi sintetik dengan inang *Escherichia coli* BL21. Plasmid pUC18 rekombinan dibuat dengan melakukan insersi-ligasi sebanyak dua tahap.

I) Kloning promoter dan terminator. Promoter yang digunakan bersifat khusus, disebut promoter SOS, yang aktif menginisiasi transkripsi gen di hilirnya ketika terdapat kerusakan DNA. Terminator yang digunakan berasal dari bakteriofaga T7.
II) Kloning gen *SRRz* di antara promoter dan terminator di atas. Gen ini menyebabkan lisis bakteri ketika terekspresi.




**Keterangan**: Bagian bertanda P adalah promoter SOS, T7 adalah terminator T7.

Untuk mengukur toksisitas beberapa senyawa, *E. coli* rekombinan diuji langsung (*challenge*). Respons berupa terlihatnya lisis sel diukur dengan mengamati perubahan turbiditas (kekeruhan) kultur cair *E. coli* berdasarkan $OD_{600}$, kemudian nilai *limits of detection* (LOD) diukur. Pada penelitian ini, LOD merupakan konsentrasi minimum senyawa toksik yang dibutuhkan agar OD (turbiditas kultur cair) menurun. Hasil yang didapatkan ditampilkan pada data berikut.



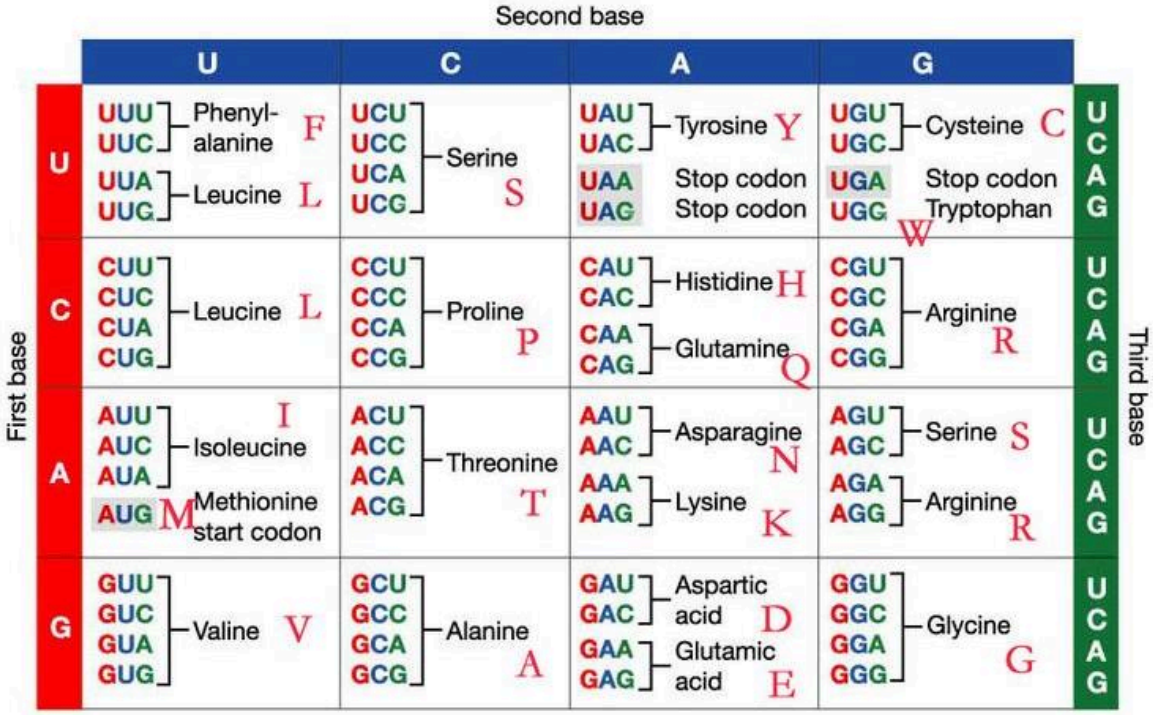
**Perubahan turbiditas**

| Chemicals | LOD (μM) |
|---|---|
| MMC | 0.026 |
| Azinphos-methyl | 320.4 |
| MMS | 34.4 |
| Dithianone | 4.6 |
| Dichlofluanid | 6.0 |
| $K_2Cr_2O_7$ | 0.0271 |

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Pada tahap desain vektor, deteksi berhasilnya transformasi plasmid rekombinan dilakukan dengan seleksi biru-putih pada media yang mengandung antibiotik ampisilin.
B. Dengan konsentrasi senyawa toksik yang sama, ekspresi *SRRz* pada *E. coli* rekombinan mestinya bernilai paling tinggi pada perlakuan MMC dan $K_2Cr_2O_7$.
C. Dibandingkan *dithianone*, dibutuhkan konsentrasi MMS yang lebih tinggi untuk memicu aktivasi faktor transkripsi yang dikenali promoter SOS.
D. Perubahan turbiditas seperti hasil di atas juga akan teramati jika efek ekspresi *SRRz* bersifat *bacteriocidal*.

**10.** ERF105 (*ethylene-responsive transcription factor*) merupakan salah satu faktor transkripsi yang berperan dalam pengaturan ekspresi gen terkait etilen. Protein ini terlibat dalam respons biotik dan abiotik. Analisis sekuens protein ERF dari beberapa spesies menunjukkan adanya segmen lestari yang ditandai dengan warna biru. Zm = *Zea mays*, At = *Arabidopsis thaliana*, Os = *Oryza sativa*, Sb = *Sorghum bicolor*, Si = *Setaria italica*.

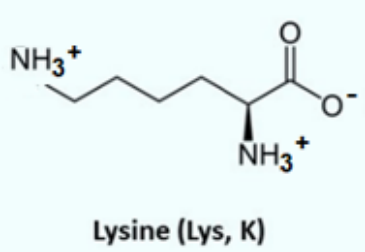



Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Homologi yang tinggi antarspesies pada elemen YRG dan RAYD menandakan bahwa ERF105 kemungkinan mempertahankan fungsi biologis yang sama di berbagai spesies.

B. Mutasi substitusi pada nukleotida ketiga dari AtERF105 (kepala panah merah) kemungkinan menyebabkan hilangnya fungsi pengikatan DNA pada spesies tersebut.

C. Berikut adalah struktur asam amino lisin.



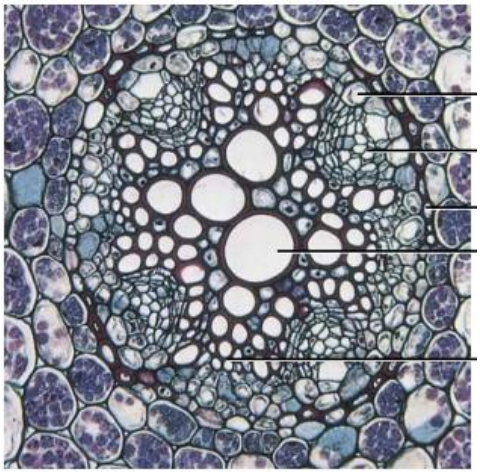

Lysine (Lys, K)

Kehadiran beberapa residu tersebut pada sekuens protein kemungkinan berperan penting dalam pengikatan DNA.

D. Isolasi dan purifikasi protein ERF105 dari sel tumbuhan dapat dilakukan menggunakan metode sentrifugasi diferensial dan *western blotting* dengan antibodi penanda yang spesifik.

## ANATOMI FISIOLOGI TUMBUHAN

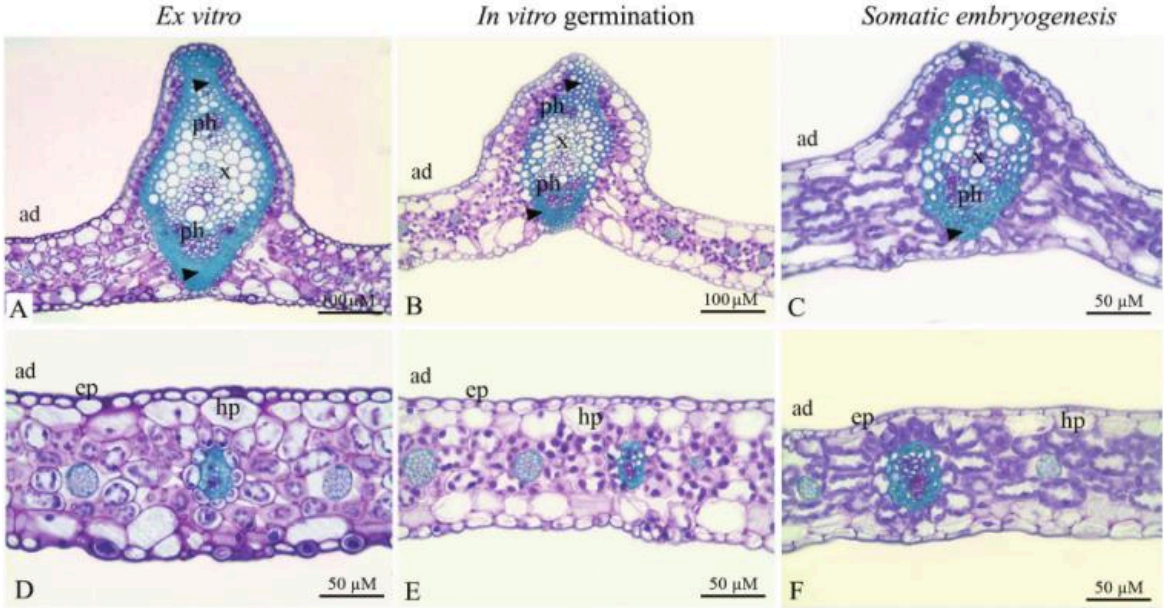
**11.** Perhatikan sayatan melintang organ berikut!



Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Keberadaan xilem di pusat organ menunjukkan bahwa jaringan pembuluh yang terbentuk adalah hasil aktivitas kambium pembuluh.
B. Jika pita Caspary pada endodermis tidak terbentuk sempurna, proses seleksi ion yang masuk ke dalam stele tidak akan terjadi.
C. Warna ungu/biru pada jaringan korteks dapat terbentuk akibat reaksi senyawa yang terkandung di dalamnya dengan reagen Lugol.
D. Perisikel merupakan diferensiasi dari jaringan parenkim yang terletak di luar endodermis dan merupakan tempat awal pembentukan akar lateral.

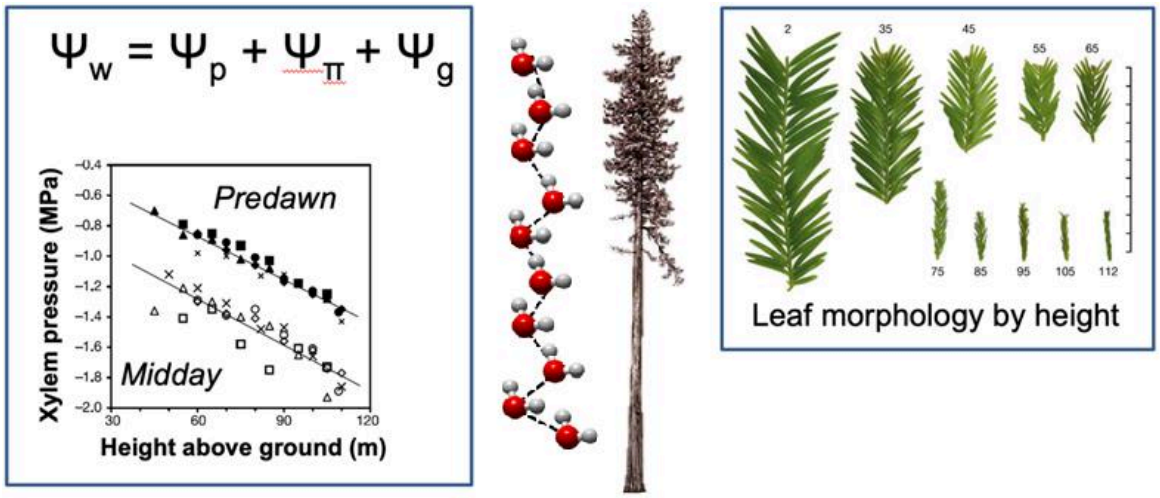
**12.** Ilmuwan mencoba meneliti efek perbedaan lingkungan terhadap perkembangan jaringan di daun tumbuhan *Bactris gasipaes* Kunth. Histologi daun tumbuhan yang ditanam di tanah pada rumah kaca (kontrol/*ex vitro*), ditumbuhkan pada kondisi intensitas cahaya rendah dan kelembapan udara tinggi (*in vitro*), serta hasil kultur jaringan (*somatic embryogenesis*) seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. *B. gasipaes* Kunth termasuk dalam kelompok dikotil.
B. Perlakuan pada kondisi *in vitro* berdampak pada menurunnya kekuatan tulang daun.
C. Daun hasil kultur jaringan menunjukkan perubahan diferensiasi mesofil sehingga tidak menampakkan pola khas daun C4, melainkan menyerupai anatomi daun C3.
D. Baik kondisi *in vitro* maupun hasil kultur jaringan menghasilkan perubahan anatomi yang berimplikasi pada meningkatnya kehilangan air melalui transpirasi.

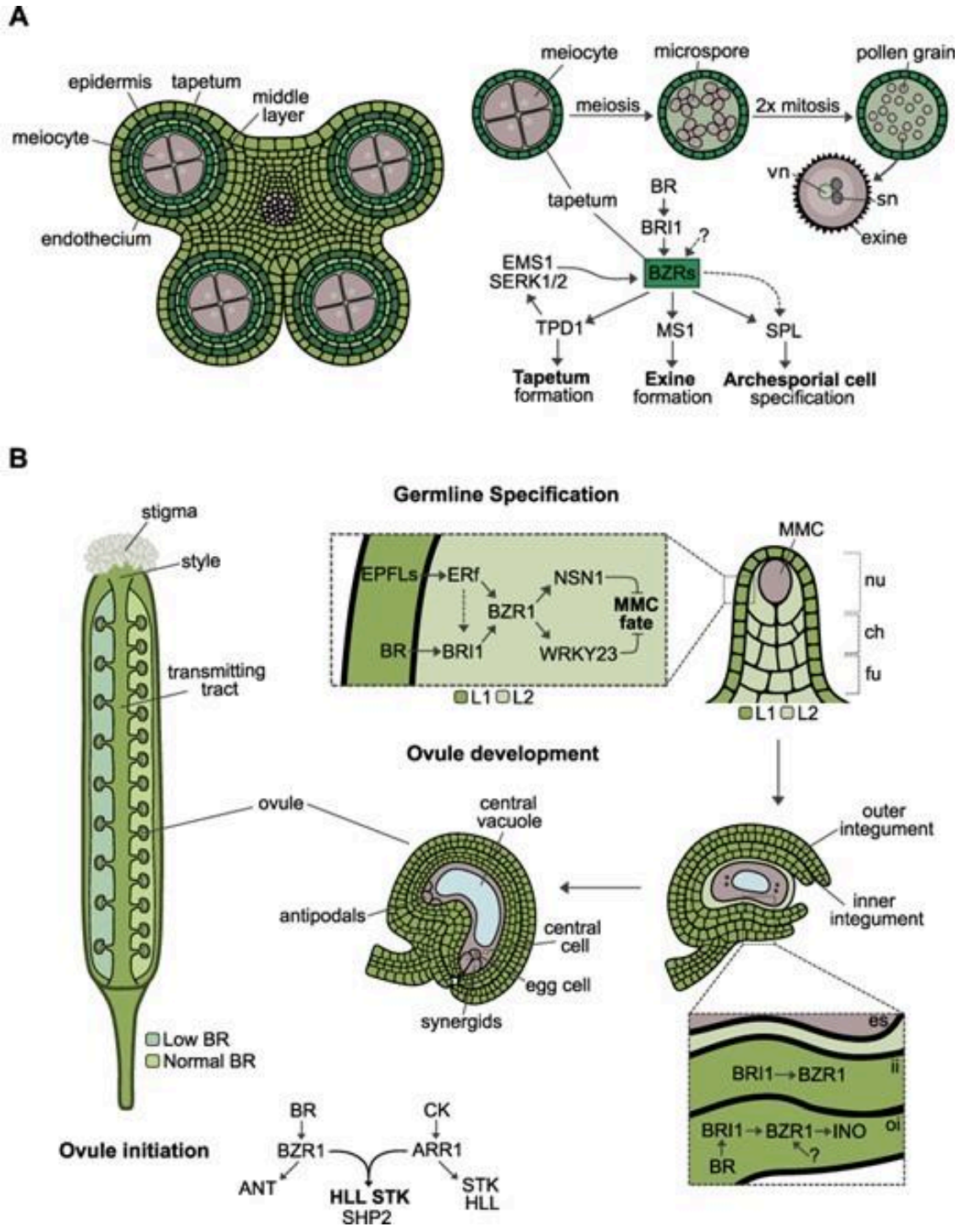
**13.** Pohon dapat tumbuh menjulang di tempat dengan sumber daya melimpah, stres lingkungan rendah, dan kompetisi cahaya tinggi. Namun, ketinggian maksimum dan faktor biofisiknya masih belum dipahami dengan baik. Beberapa model memprediksi bahwa tinggi pohon dapat mencapai sekitar 120 meter apabila tidak terjadi kerusakan mekanis. Gambar berikut menunjukkan hubungan antara ketinggian pohon dan tekanan air di dalam xilem. Suatu penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tekanan yang signifikan antara pengukuran "Predawn" (sebelum fajar) dan "Midday" (tengah hari) pada ketinggian yang sama seperti ditunjukkan pada gambar berikut.




Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Tekanan xilem menunjukkan bahwa potensial air (Ψw) di daun pada siang hari adalah sekitar -1.2 MPa pada ketinggian 60 meter, di mana nilai ini dipengaruhi oleh potensial zat terlarut (Ψπ) yang rendah.
B. Perubahan morfologi daun seiring dengan peningkatan ketinggian menunjukkan bahwa pohon beradaptasi terhadap menurunnya potensial air dengan mengurangi luas permukaan daun untuk membatasi transpirasi.
C. Kemampuan pohon untuk menarik air ke ketinggian yang sangat tinggi dibatasi oleh fakta bahwa potensial gravitasi (Ψg) terus bekerja melawan potensial tekanan positif (Ψp) yang dihasilkan oleh akar.
D. Kesulitan pohon untuk mencapai tinggi sekitar 130 m tidak disebabkan oleh ketidakmampuan fisik untuk mengangkat air melawan gravitasi, tetapi lebih karena konsekuensi fisiologis dari keterbatasan air terhadap fotosintesis.

**14.** Brassinosteroid (BR) pertama kali ditemukan pada serbuk sari *rapeseed* dan sejak itu selalu dikaitkan dengan fungsi reproduksi tanaman. Meskipun penelitian lebih banyak menyoroti peran BR pada perkembangan vegetatif, bukti terkini menunjukkan bahwa BR juga berperan penting dalam hampir seluruh proses reproduktif, mulai dari pembentukan ovulum dan serbuk sari, hingga perkembangan biji dan buah. Gambar berikut menunjukkan peran dan pensinyalan BR pada reproduksi tanaman.




Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

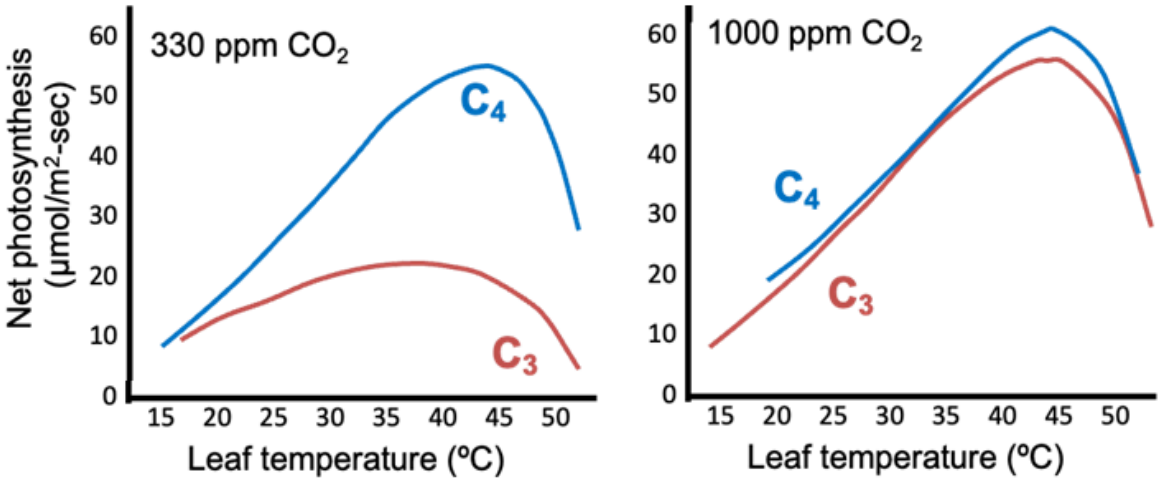
A. BR merupakan hormon yang berperan penting dalam pembentukan struktur untuk menyediakan nutrisi bagi polen.

B. Butir polen matang pada diagram A dihasilkan dari pembelahan meiosis pada sel-sel tapetum, yang merupakan inti dari perkembangan organ reproduksi jantan.

C. Sitokinin (CK) secara langsung menekan inisiasi ovulum dengan bekerja berlawanan dengan jalur Brassinosteroid (BR).

D. Jalur pensinyalan BRI1-BZR1-INO yang diperlihatkan dalam diagram B secara spesifik mengontrol perkembangan integumen luar ovulum, sedangkan pertumbuhan integumen dalam diatur oleh jalur molekuler yang berbeda.

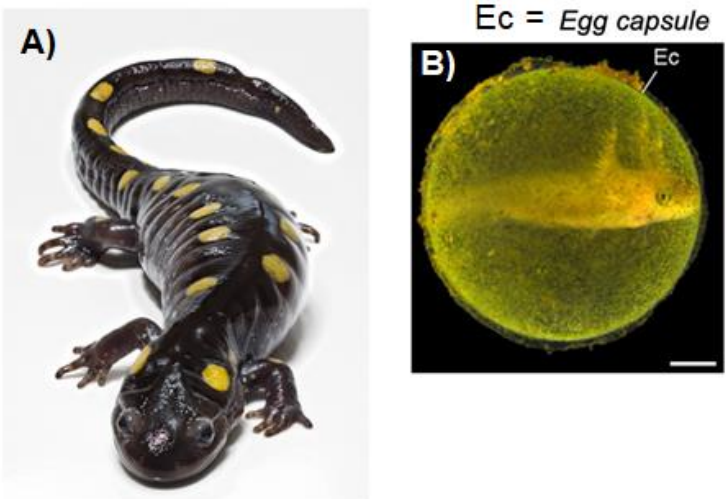
**15.** Gambar ini menunjukkan perbandingan laju fotosintesis bersih antara tumbuhan **$C_3$** dan **$C_4$** pada berbagai suhu daun, di bawah dua kondisi konsentrasi $CO_2$: 330 ppm (atas) dan 1000 ppm (bawah).




Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Optimasi suhu untuk fotosintesis tumbuhan C3 bergeser ke suhu yang lebih tinggi ketika konsentrasi $CO_2$ meningkat karena tumbuhan tersebut menghasilkan enzim fotosintetik yang lebih tahan panas sebagai respons terhadap $CO_2$ berlebih.
B. Pada suhu 20°C, fotosintesis bersih tumbuhan C3 dibatasi oleh ketersediaan $CO_2$.
C. Pada konsentrasi $CO_2$ 330 ppm, laju fotosintesis bersih tumbuhan C3 menurun pada suhu di atas 40°C karena enzim RuBisCO mulai mengikat oksigen.
D. Penurunan tajam laju fotosintesis bersih pada kedua kurva di atas suhu 45°C terutama disebabkan oleh denaturasi enzim fotosintesis.

**16.** Endosimbiosis antara alga hijau dan embrio *Ambystoma maculatum* (salamander tutul) telah dilaporkan selama lebih dari 120 tahun. Pada beberapa kasus, alga juga ditemukan berada di dalam sel-sel embrio, menunjukkan bahwa simbiosis intraseluler oleh organisme fototrof dapat terjadi pada inang Vertebrata seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



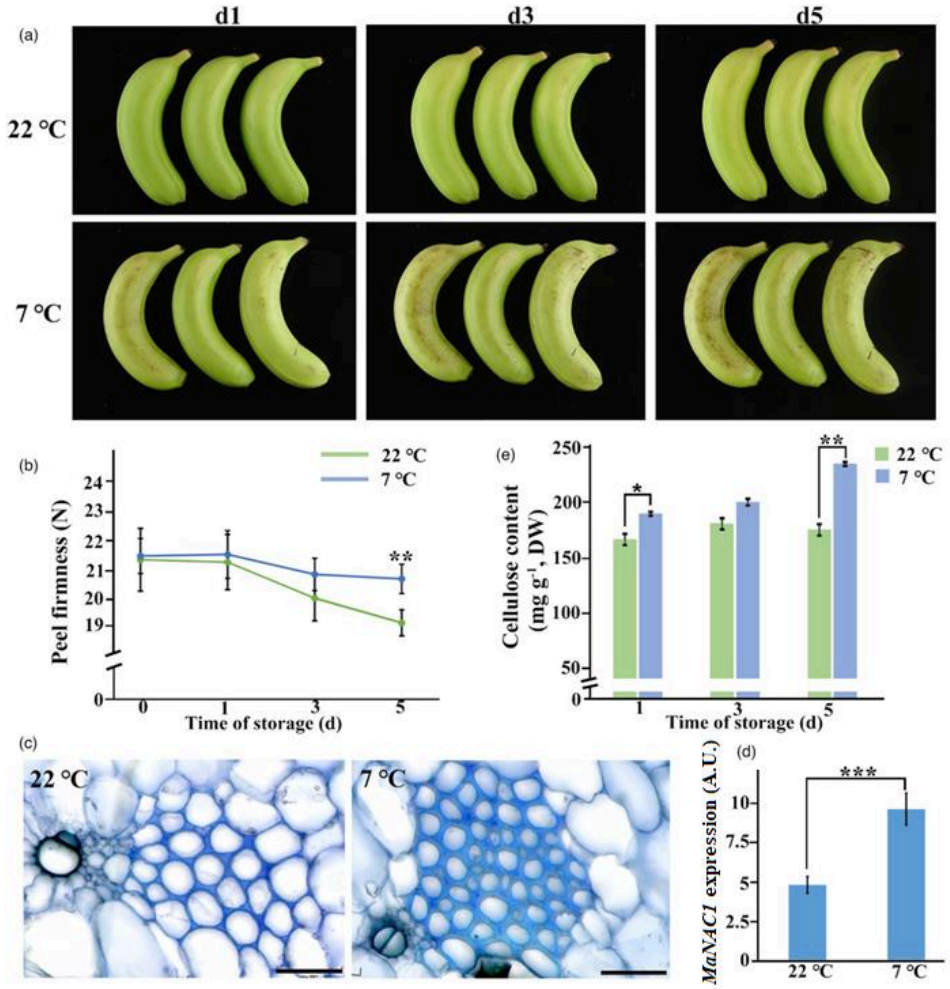

**Keterangan**: (A) Salamander tutul, (B) Alga uniseluler, *Oophila amblystomatis*, hidup di dalam kapsul telur salamander.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Hubungan antara alga *Oophila amblystomatatis* dan embrio salamander tutul adalah contoh mutualisme di mana alga memperoleh nutrisi anorganik berupa karbon dioksida dari salamander, sementara salamander mendapatkan oksigen dan ATP dari alga.
B. Hubungan simbiotik ini dapat meningkatkan pasokan oksigen untuk respirasi embrio salamander di dalam kapsul telur.
C. Alga menyediakan fotosintat untuk embrio salamander yang akan digunakan sebagai satu-satunya sumber energi untuk pertumbuhan.
D. Fenomena di atas termasuk dalam salah satu contoh dari kleptoplasti (pencurian kloroplas).

**17.** Pisang adalah salah satu buah tropis yang juga sangat digemari di Eropa. Akan tetapi, iklim yang cenderung dingin membuat buah ini sulit bertahan di sana. Pisang cepat rusak karena sel-selnya mengalami nekrosis dan mati. Solusi dari masalah ini adalah dengan mengimpor buah dari negara-negara tropis. Namun sekali lagi, karena termasuk buah klimaterik, pisang seringkali terlalu cepat matang selama proses distribusi.

Penelitian yang dilakukan oleh Yin *et al*. (2023) bertujuan untuk menggali potensi gen *MaNAC1*, yang mengekspresikan enzim untuk metabolisme selulosa. Enzim tersebut mengalami peningkatan ekspresi yang signifikan pada suhu 7$^{O}$C dan diproyeksikan dapat menjawab permasalahan suhu dingin maupun cepatnya pematangan pisang. Penelitian dilakukan dengan menginkubasi pisang selama 5 hari pada suhu ruang (22$^{O}$C) dan kondisi dingin (7$^{O}$C). Gambar berikut menunjukkan hasil penelitian tersebut.



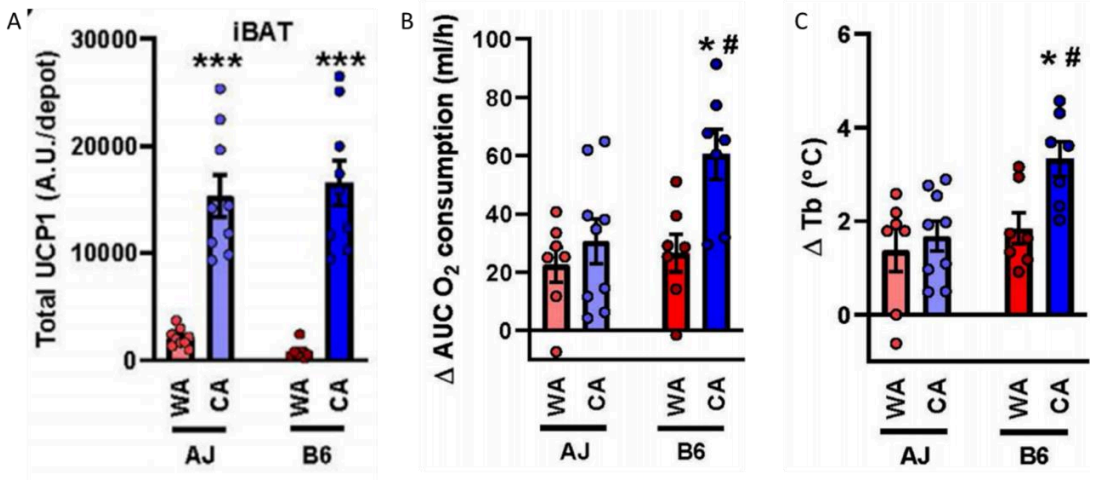
**Keterangan**: (a) Morfologi pisang selama 5 hari pengamatan. d1, d3, dan d5 berturut-turut menunjukkan hari ke-1, 3, dan 5. (b) *Firmness*/tingkat kekerasan kulit pisang. Nilai yang tinggi menunjukkan kulit yang lebih keras. (c) Anatomi jaringan penguat (serat libriform) di sekitar berkas pembuluh kulit pada hari ke-5. (d) Ekspresi gen *MaNAC1* pada hari ke-5. Pada kedua perlakuan suhu, gen ini diketahui memiliki tingkat ekspresi yang setara pada hari ke-0, yaitu setinggi 1,0 satuan. (e) Perubahan kandungan selulosa dinding sel selama 5 hari pengamatan.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Selama proses pematangan, peningkatan kematian sel turut berperan dalam membuat tekstur pisang semakin lunak.
B. Kerja gen *ManAC1* dalam menurunkan nilai *firmness* kemungkinan besar dilakukan dengan memperlambat proses degradasi selulosa.
C. Overekspresi gen *ManAC1* dapat menjadi solusi untuk mencegah kerusakan pisang di suhu dingin, tetapi tidak dapat mengatasi cepatnya proses pematangan.
D. Dibandingkan memicu sintesis, suhu yang rendah lebih mungkin menghambat degradasi dinding sekunder.

## ANATOMI FISIOLOGI HEWAN

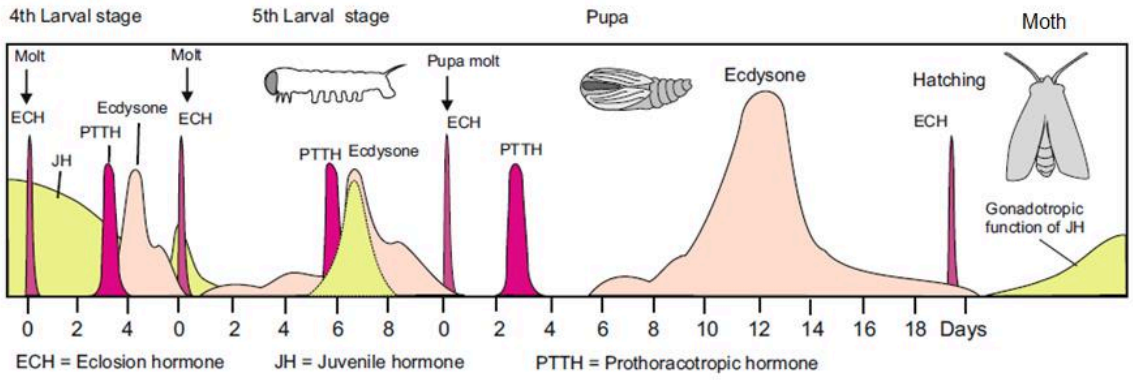
**18.** Adrenalin diketahui mampu mempengaruhi produksi panas dengan cara mengaktifkan jalur pensinyalan intraseluler yang mengatur aktivitas protein UCP1 di jaringan lemak cokelat (iBAT). Para peneliti ingin mengetahui pengaruh aklimatisasi suhu tinggi (WA) dan rendah (CA) terhadap konsentrasi protein UCP1 di jaringan lemak cokelat **(gambar A)**. Selain itu, pengaruh CL yang merupakan agonis (zat yang menyerupai kerja zat lain) adrenalin terhadap perubahan konsumsi oksigen **(gambar B)** dan perubahan suhu tubuh **(gambar C)** pada mencit yang mengalami kedua kondisi aklimatisasi tersebut juga diamati. Penelitian ini menggunakan dua galur mencit, yaitu AJ dan B6. Data dari penelitian tersebut ditampilkan pada gambar berikut (tanda *** atau * menunjukkan perbedaan nyata antara kelompok WA dan CA pada masing-masing galur, sedangkan tanda # menunjukkan perbedaan yang nyata antara galur AJ dan B6 pada kondisi CA).




Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Lingkungan dingin memicu peningkatan produksi UCP1 di jaringan lemak cokelat.
B. Perbedaan ekspresi UCP1 pada kondisi WA dan CA secara langsung mempengaruhi laju metabolisme kedua galur mencit di bawah pengaruh CL.
C. Gambar B dan C mengindikasikan bahwa perubahan suhu tubuh mencit di bawah pengaruh CL berkaitan dengan perubahan laju konsumsi oksigennya.
D. Kemungkinan terjadi gangguan pensinyalan adrenergik pada jaringan lemak cokelat mencit galur AJ.

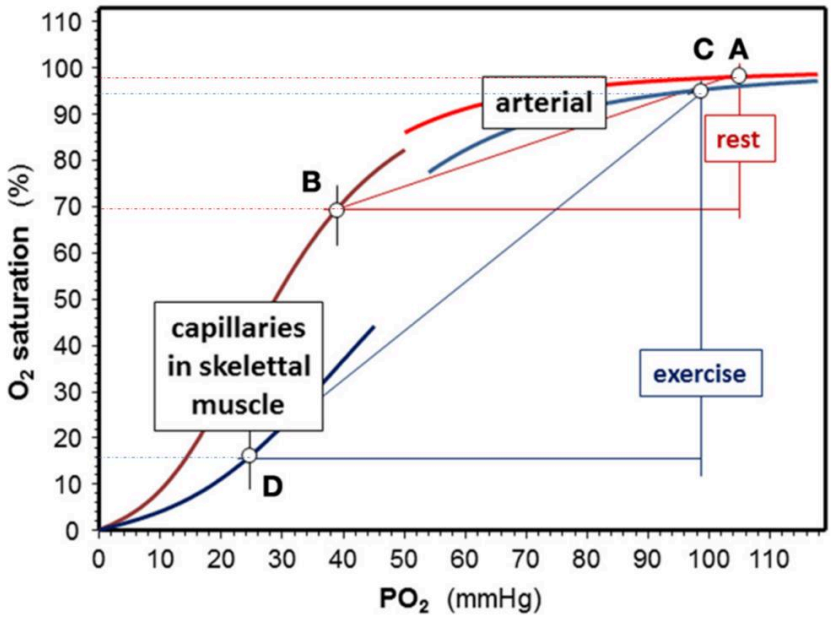
**19.** Proses metamorfosis pada serangga diregulasi oleh dua jenis hormon: hormon pengatur perkembangan dan hormon neurosekretoris yang berfungsi merangsang pelepasan hormon perkembangan dari kelenjarnya. Di bawah ini adalah contoh regulasi metamorfosis oleh beberapa hormon di ngengat *Manduca sexta*. Kombinasi hormon-hormon tersebut mengatur kapan proses *molting* akan terjadi dan apakah *molting* menghasilkan larva yang lebih besar atau berlanjut ke tahapan metamorfosis selanjutnya. Gambar di bawah ini menunjukkan kadar masing-masing hormon per satuan waktu selama metamorfosis *M. sexta*.




Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Kemungkinan PTTH tergolong sebagai neurohormon.
B. Pemberian inhibitor *ecdyson* hanya akan memengaruhi *molting* pupa menuju dewasa saja.
C. Hormon *eclosion* berperan penting tepat sebelum *molting M.sexta*.
D. Jika larva *M. sexta* mendapat implantasi *corpus allatum* ekstra, larva pada akhirnya akan berkembang menjadi ngengat dewasa yang berukuran lebih kecil dari seharusnya.

**20.** Pada saat berolahraga, aktivitas otot meningkat sehingga membutuhkan suplai oksigen yang lebih tinggi. Tubuh merespons perubahan kebutuhan oksigen ini dengan meningkatkan curah jantung (*cardiac output*), mengubah afinitas Hb terhadap oksigen, dan melepaskan gas nitrogen oksida (NO).




**Keterangan:** A dan C menunjukkan tingkat kejenuhan di arteri, sedangkan B dan D menunjukkan tingkat kejenuhan di kapiler.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

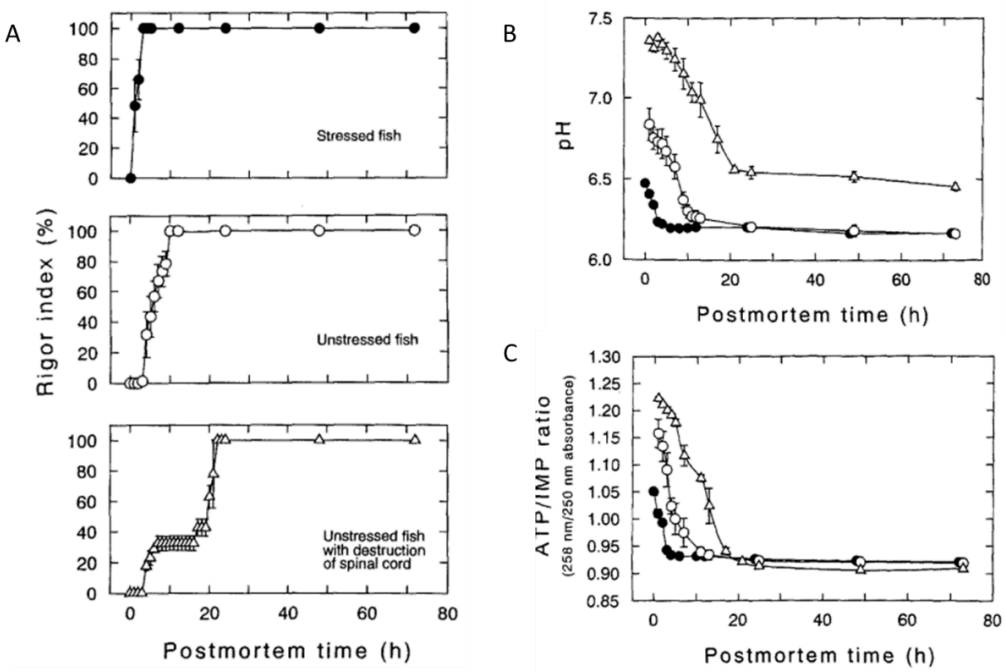
A. Untuk setiap 100 ml darah yang mengalir ke otot, oksigen yang dilepaskan ke jaringan oleh darah pada saat berolahraga dua kali lebih banyak dari kondisi istirahat.
B. Peningkatan pH dan suhu pada otot menjadi penyebab pergeseran kurva disosiasi oksigen ke arah kanan.
C. Pelepasan NO berfungsi meningkatkan aliran darah ke otot dengan memicu dilatasi pembuluh darah.
D. Adrenalin merupakan salah satu hormon yang berperan dalam peningkatan curah jantung pada saat berolahraga.

**21.** Kelelawar vampir merupakan kelelawar yang mengkonsumsi darah hewan. Layaknya kelelawar pada umumnya, kelelawar ini aktif di malam hari dan menggunakan sonar (*echolocation*) dalam mendeteksi objek disekitarnya. Selain itu, kelelawar vampir juga dilengkapi dengan detektor inframerah yang mampu medeteksi panas. Ketika menemukan mangsanya, kelelawar vampir akan mendeteksi keberadan pembuluh darah di kulit, membuat luka kecil, dan kemudian menghisap darah yang keluar dari luka tersebut. Meskipun memiliki kemampuan *echolocation*, mata kelelawar tetap fungsional karena memiliki fotoreseptor berupa sel kerucut dan batang. Kelelawar vampir memiliki kebiasaan menghasilkan urin yang encer dalam selang waktu 2 menit setelah mengkonsumsi darah.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Jika dilakukan pengamatan komposisi fotoreseptor pada kelelawar vampir, komposisi sel kerucut akan lebih tinggi daripada sel batang.
B. Sensor panas (sensor inframerah) lebih baik digunakan untuk mendeteksi keberadaan pembuluh darah daripada sonar.
C. Kemampuan kelelawar vampir dalam memproduksi urin encer sesaat setelah makan adalah bentuk adaptasi terhadap makanan yang kaya air. Produksi urin tersebut akan mencegah penambahan berat badan secara berlebihan yang dapat menghambat kemampuan kelelawar untuk terbang.
D. Keberadaan senyawa antikoagulan pada air liur kelelawar vampir sangat penting agar kelelawar dapat mengkonsumsi darah dalam jumlah banyak.

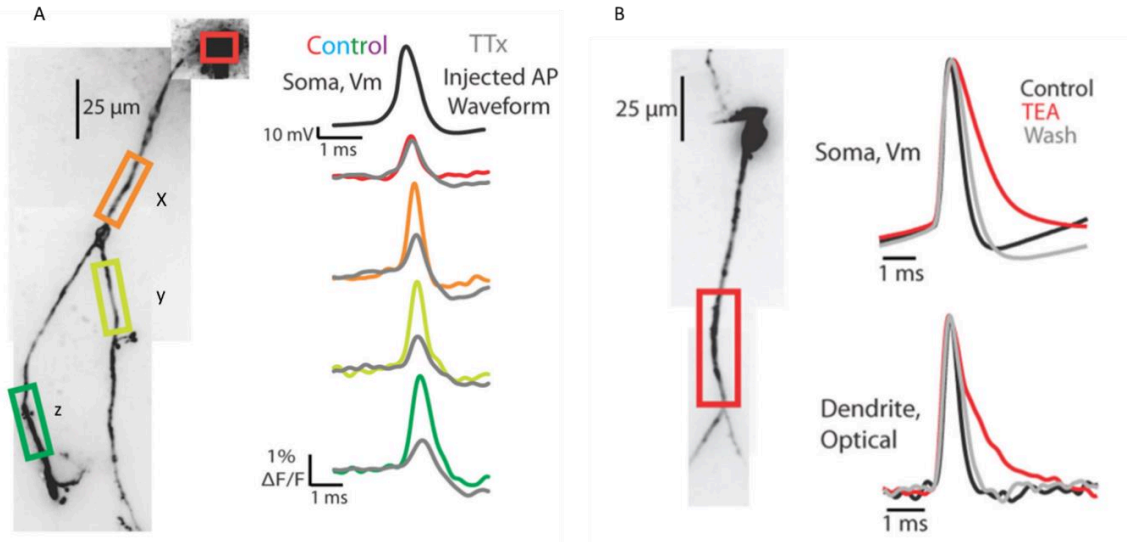
**22.** *Sushi* merupakan makanan favorit warga Jepang. Sushi dibuat dari irisan daging ikan mentah. Mempertahankan tingkat kekenyalan daging menjadi perhatian serius bagi para koki untuk menjamin kualitas *sushi*. Rigor mortis yang terjadi setelah ikan mati akan menyebabkan daging menjadi keras dan menurunkan kualitas *sushi*. Sekelompok peneliti di jepang ingin mempelajari pengaruh stres dan praktik *ikejime* (perusakan sumsum tulang belakang) terhadap rigor mortis yang terjadi pada ikan. Pada penelitian ini, otot dari tiga kondisi ikan diisolasi, yaitu ikan stres, ikan yang tidak stres, dan ikan yang tidak stres dengan perlakuan *ikejime*. Hasil pengamatan tersebut adalah sebagai berikut.




Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Untuk menjaga kualitas daging, ikan yang tidak stres dan mendapat perlakuan *ikejime* dapat disimpan 5 kali lebih lama daripada ikan yang mengalami stres.
B. Hasil percobaan menunjukkan bahwa rigor mortis dapat terjadi secara otonom, namun dipercepat oleh aktivitas stimulasi neuron motorik dari sumsum tulang belakang.
C. Rigor mortis terjadi karena rendahnya kadar ATP di dalam otot.
D. Penurunan pH pada otot pascakematian kemungkinan disebabkan oleh fermentasi dengan lemak sebagai substrat akibat terputusnya suplai darah ke otot.

**23.** Pada interneuron, potensial aksi dapat terjadi pada daerah dendrit dan badan sel. Suatu penelitian mengenai aliran potensial aksi dari badan sel ke dendrit pada interneuron yang diisolasi dari hipotalamus dilakukan. Rangsangan diberikan pada daerah badan sel dan kemudian potensial aksi diukur pada neuron yang diletakkan pada larutan fisiologis (*control*) atau larutan yang mengandung senyawa TTx.



Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Frekuensi potensial aksi di daerah x > y = z.
B. Senyawa TTx berperan dalam menghambat *$Na^+$-voltage gated channel*.
C. Senyawa TTx menyebabkan potensial membran di *axon hillock* tidak mencapai *threshold*.
D. Pemberian TEA memperpanjang periode refrakter.

**24.** Proses gastrulasi melibatkan terjadinya gerakan morfogenetik. Gerakan morfogenetik merupakan migrasi sel atau lapisan sel yang menyebabkan perubahan posisi sel, perubahan bentuk embrio, dan terbentuknya struktur baru. Berikut merupakan berbagai jenis gerakan morfogenetik yang terjadi selama proses gastrulasi.

**Invaginasi**
Pelipatan lapisan sel ke arah dalam

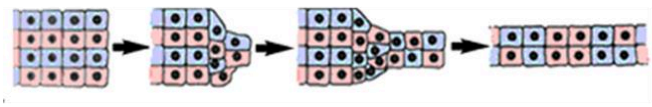
**Involusi**
Pembelokan lapisan sel ke arah dalam yang diikuti oleh migrasi lapisan sel tersebut di bawah lapisan luar

**Ingresi**
Migrasi sel individual dari lapisan luar ke arah dalam

**Delaminasi**
Pemisahan atau migrasi satu lapis sel menjadi dua lapis

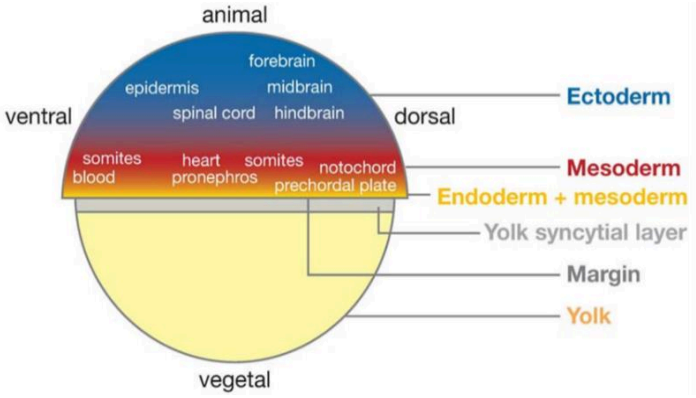
**Epiboli**
Perluasan suatu lapisan sel di atas lapisan lain

**Interkalasi**
Sel-sel dari dua atau lebih lapisan yang berbeda saling menyisip



**Konvergensi-ekstensi**
Bergabungnya dua atau lebih lapisan sel menjadi lapisan baru dengan ukuran lebih panjang dan jumlah lapisan lebih sedikit

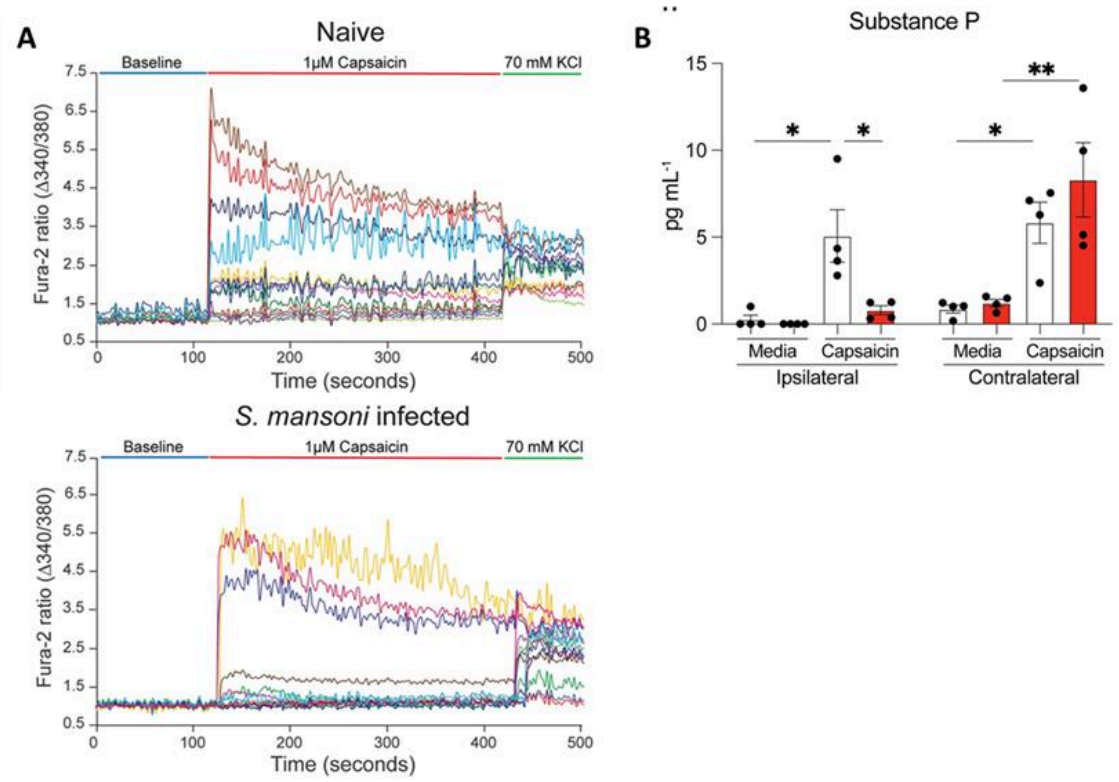
Gambar di bawah ini menunjukkan peta nasib embrio ikan pregastrula (kiri) dan embrio ikan tahap lanjut (kanan).



Tentukan manakah gerakan morfogenetik berikut yang mungkin terjadi selama gastrulasi embrio ikan tersebut dengan menjawab benar (B) dan yang tidak mungkin dengan menjawab salah (S)!

A. Involusi blastomer-blastomer sekitar *margin* di ujung dorsal dan ventral.
B. Konvergensi-ekstensi bakal endoderm dan mesoderm menuju kutub animal dan vegetal.
C. Epiboli bakal ektoderm ke arah vegetal.
D. Invaginasi *yolk* menuju kutub animal.

**25.** Infeksi pada kulit sering kali disertai dengan rasa gatal dan/atau sakit. Reaksi ini melibatkan aktivasi *pain receptor* di kulit, seperti neuron TRPV1+. *Pain receptor* tersebut diketahui merespons *capsaicin* dan berbagai molekul dari patogen. Suatu studi dilakukan untuk mempelajari pengaruh infeksi cacing *Schistosoma mansoni* terhadap aktivitas neuron TRPV1+. Cacing tersebut memiliki kemampuan untuk mempenetrasi kulit. Infeksi awal cacing tersebut seringkali tanpa disertai gejala. Data dari studi tersebut disajikan pada gambar berikut.

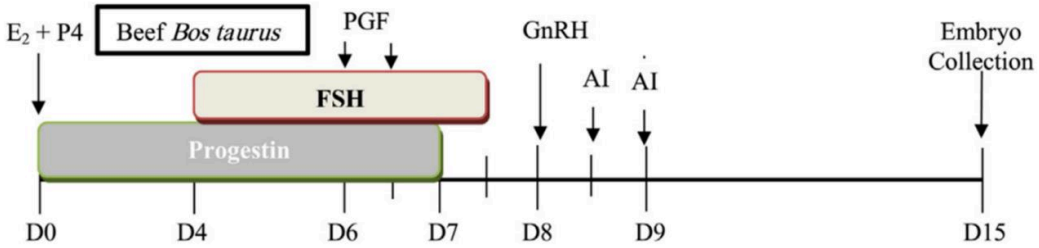



**Keterangan: (A)** Perubahan kadar $Ca^{2+}$ intraseluler pada neuron TRPV1+ dari mencit yang tidak diinfeksi (atas) dan yang diinfeksi *S. mansoni* (bawah). Perubahan kadar $Ca^{2+}$ intraseluler diukur selama pemaparan *capsaicin* yang diikuti pemaparan KCl. **(B)** Konsentrasi neuropeptida yang disekresikan oleh neuron TRPV1+ (substansi P) dari mencit yang dipaparkan larutan kontrol (media) dan *capsaicin* pada salah satu kakinya. Mencit yang digunakan dalam studi dibedakan dua kelompok: kelompok yang tidak diinfeksi (putih) dan kelompok yang diinfeksi *S. mansoni* (merah). Pengukuran dilakukan pada neuron TRPV1+ dari kaki yang dipaparkan (ipsilateral) dan kaki yang tidak dipaparkan (kontralateral). Tanda * menunjukkan perbedaan nilai yang signifikan.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Berdasarkan data, neuron TRPV1+ merupakan reseptor sensoris yang merespons stimulus secara kontinu.
B. Neuron TRPV1+ tidak hanya merupakan *pain receptor* tetapi juga termoreseptor.
C. Pemberian KCl kemungkinan bertujuan untuk menurunkan potensial istirahat neuron TRPV1+.
D. Ketika menginfeksi inang, *S. mansoni* menghambat pelepasan neurotransmitter dari neuron TRPV1+ secara lokal.

**26.** Transfer embrio merupakan metode reproduksi yang digunakan peternak untuk mendapatkan hewan ternak yang unggul. Dalam metode ini, embrio dari hewan donor yang superior secara genetik ditransfer ke hewan resipien *surrogate*. Produksi embrio tersebut melibatkan prosedur superovulasi dan inseminasi buatan. Gambar berikut menjelaskan salah satu metode transfer embrio yang dilakukan pada sapi (*Bos taurus*).

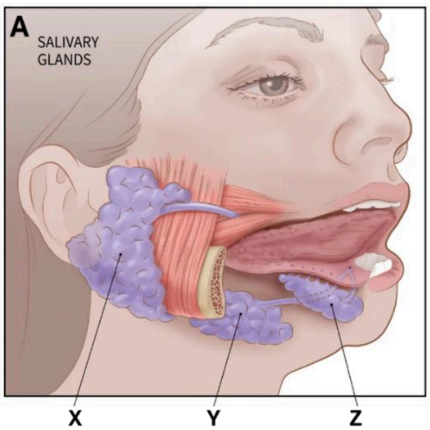


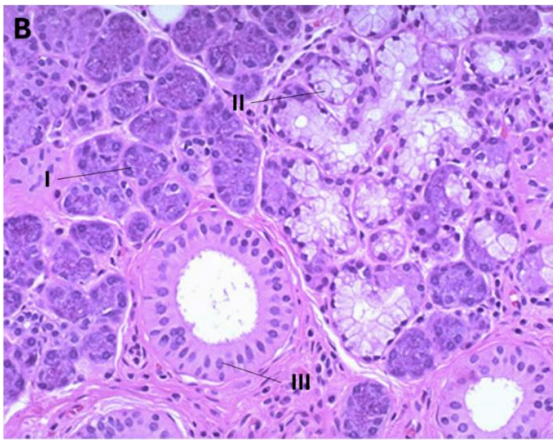

**Keterangan:** Prosedur transfer embrio pada sapi donor. $E_2$ + P4 = injeksi estradiol dan progestin, PGF = injeksi prostaglandin $PGF_{2\alpha}$, GnRH = injeksin GnRH, AI = inseminasi buatan, Progestin (dalam kotak) = penggunaan *progestin device*, FSH (dalam kotak) = injeksi FSH. Injeksi $PGF_{2\alpha}$ bertujuan untuk memicu luteolisis (degradasi korpus luteum). *Progestin device* merupakan alat yang disisipkan ke dalam saluran reproduksi yang berfungsi untuk melepaskan progestin secara perlahan.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Injeksi estradiol dan progestin bertujuan untuk sinkronisasi perkembangan folikel.
B. Durasi siklus estrus sapi yang sedang menjalankan prosedur tersebut akan lebih singkat dibandingkan dengan sapi pada umumnya.
C. Ovulasi terjadi lebih efektif jika LH diinjeksikan (sebagai pengganti GnRH) pada hari ke-8.
D. Dari prosedur ini, embrio yang terbentuk pada sapi donor diharapkan untuk mengalami implantasi.

**27.** Pada manusia terdapat tiga jenis kelenjar ludah, yaitu kelenjar parotid, submandibularis, dan sublingualis. Saliva disekresikan oleh struktur yang disebut *acini* di dalam kelenjar ludah tersebut. Terdapat dua jenis sel sekretoris di dalam *acini*, yaitu *serous cell* yang kaya akan granula protein (berisi enzim seperti amilase dan lipase) dan *mucous cell* yang menyekresikan mucin (glikoprotein utama penyusun mukus). Komposisi kedua jenis sel di dalam *acini* untuk ketiga jenis kelenjar ludah tersebut berbeda: kelenjar parotid didominasi oleh *serous cell*, kelenjar sublingualis didominasi oleh *mucous cell*, dan kelenjar submandibularis memiliki kedua jenis sel dengan proporsi yang relatif sama. Gambar berikut menunjukkan struktur dan lokasi ketiga jenis kelenjar ludah pada manusia **(A)** dan sayatan histologis dari salah satu kelenjar ludah **(B)**.

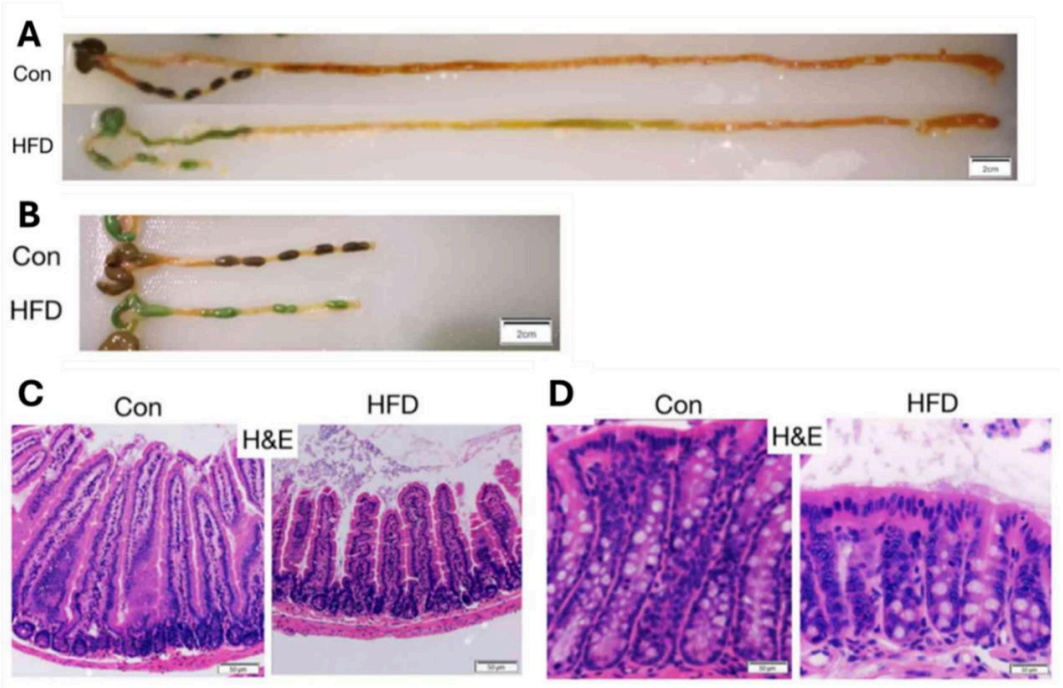


Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Pada gambar B, struktur II merupakan *mucous cell* sementara struktur III adalah *serous cell*.
B. Gambar B merupakan sayatan histologis kelenjar Z.
C. *Mucous cell* dan *serous cell* merupakan turunan ektoderm.
D. Mencium aroma makanan menyebabkan dihasilkannya respons berupa sekresi saliva yang diperantarai oleh saraf parasimpatik.

**28.** Konsumsi makanan kaya lemak (*high-fat diet*, HFD) diketahui dapat menyebabkan terjadinya penyakit metabolik dan kanker pada saluran pencernaan. Selain itu, HFD juga diduga dapat mempengaruhi epitel saluran pencernaan. Data berikut menunjukkan pengaruh HFD terhadap saluran pencernaan mencit.

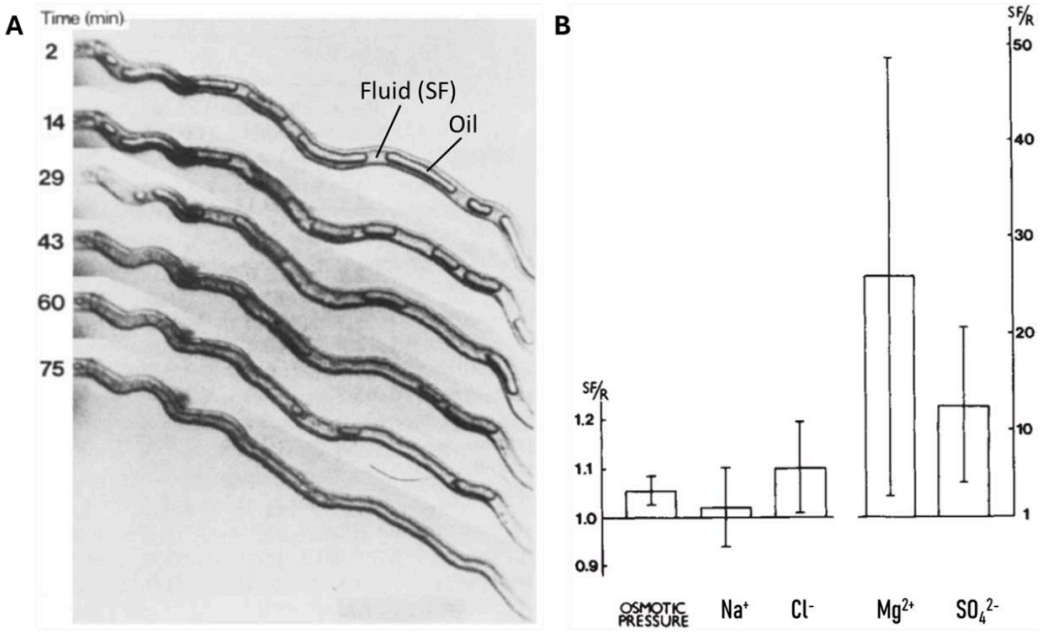



**Keterangan: (A, B)** Morfologi usus halus (A) dan kolon (B) mencit yang diberi pakan normal (Con) dan pakan tinggi lemak (HFD) (*scale bar* = 2 cm). **(C, D)** Sayatan histologis usus halus (C) dan kolon (D) yang diberi pewarna hematoxylin-eosin dari mencit yang diberi pakan normal (Con) dan pakan tinggi lemak (HFD) (*scale bar* = 50 μm).

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Sayatan usus halus pada gambar C diperoleh dari bagian duodenum mencit.
B. Konsumsi pakan tinggi lemak kemungkinan menurunkan kemampuan mencit untuk melakukan absorpsi nutrisi.
C. Mencit yang mengonsumsi pakan tinggi lemak kemungkinan akan menghasilkan feses yang kurang padat dibandingkan dengan mencit kontrol.
D. Kolon mencit yang diberi pakan tinggi lemak kemungkinan lebih mudah terinfeksi oleh patogen.

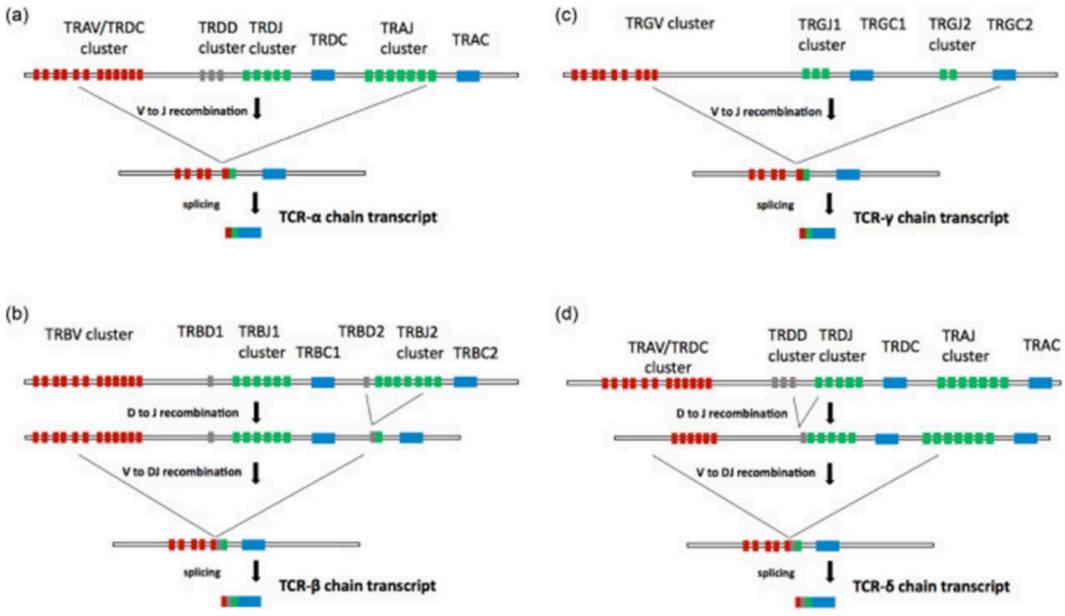
**29.** Dalam suatu eksperimen, tubulus proksimal yang diisolasi dari suatu spesies ikan dihubungkan dengan pipet di kedua ujungnya. Melalui pipet di salah satu ujung, dialirkan minyak ke tubulus proksimal. Pipet di ujung lain berperan untuk menampung aliran minyak tersebut. Ketika aliran minyak dari pipet dihentikan, terbentuk cairan (SF) yang memfragmentasi aliran minyak di dalam tubulus proksimal **(gambar A)**. Tekanan osmotik dan kandungan ion cairan tersebut kemudian diukur **(gambar B)**. Selama eksperimen, tubulus proksimal ditempatkan di dalam medium berupa larutan Ringer (R).




Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Tubulus proksimal ikan tersebut menyekresikan cairan hiperosmotik.
B. Tubulus proksimal tersebut berasal dari spesies ikan air tawar.
C. Terbentuknya cairan di dalam tubulus proksimal tersebut hanya disebabkan oleh gradien konsentrasi NaCl.
D. Perubahan osmolaritas filtrat di tubulus proksimal ikan tersebut memiliki pola yang sama seperti di tubulus proksimal mamalia.

**30.** *T-cell receptor* (TCR) merupakan protein reseptor yang digunakan oleh sel T untuk mengenali antigen. Setiap TCR terdiri atas dua jenis polipeptida polipeptida yang berbeda. Pada mamalia, terdapat empat jenis polipeptida yang dapat menyusun TCR, yaitu polipeptida α, β, γ, dan δ. Terdapat dua jenis TCR mamalia berdasarkan jenis polipeptida penyusunnya, yaitu TCR αβ (tersusun atas polipeptida α dan β) dan TCR γδ (tersusun atas polipeptida γ dan δ). Gambar berikut menjelaskan mekanisme sintesis keempat jenis polipeptida tersebut.



Berdasarkan jenis TCR yang dimiliki, sel T dibedakan menjadi dua jenis, yaitu sel T αβ dan sel T γδ. Sel T αβ merupakan jenis sel T yang lebih umum ditemukan pada mamalia. Jenis sel tersebut dikategorikan menjadi sel T *helper* dan sel T sitotoksik. Kemampuan sel T αβ dan γδ dalam mengenali antigen dipelajari melalui eksperimen berikut. MHC II mencit ($IE^k$) diekspresikan pada lini sel CHO normal (CHO) dan lini sel CHO mutan sensitif suhu (G8.1, 52.2.2, dan G7.1). Mutasi pada lini sel mutan tersebut menyebabkan terganggunya proses asidifikasi endosom pada suhu 39°C. Lini sel CHO berperan untuk memaparkan antigen ke sel 2B4 (sel T αβ) dan LBK5 (sel T γδ). Antigen yang dipaparkan berupa peptida (untuk sel 2B4) atau protein (untuk sel 2B4 dan LBK5). Respons kedua jenis sel T tersebut setelah berinteraksi dengan antigen dirangkum pada tabel berikut.

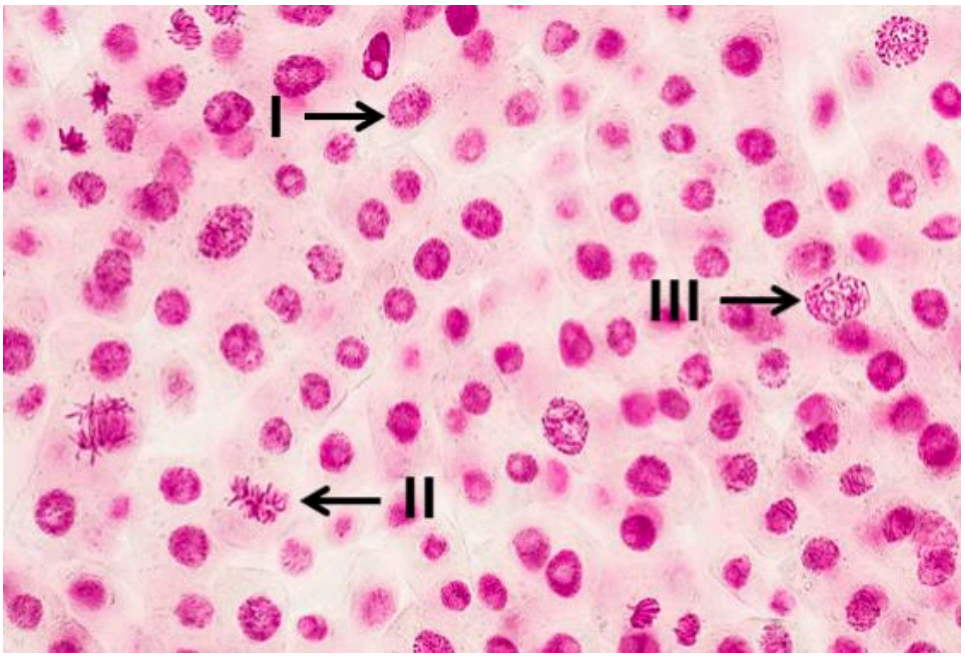
| | 2B4 peptide ($\alpha\beta$) | | 2B4 protein ($\alpha\beta$) | | LBK5 ($\gamma\delta$) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Temp (°C) | 34 | 39 | 34 | 39 | 34 | 39 |
| $IE^k$-CHO | +++ | ++++ | +++ | ++++ | ++ | +++ |
| $IE^k$-G8.1 End1 | +++ | ++++ | ++ | 0 | ++ | +++ |
| $IE^k$-25.2.2 End2 | +++ | ++++ | +++ | + | ++ | +++ |
| $IE^k$-G7.1 End3 | +++ | ++++ | ++ | 0 | ++ | +++ |

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Terdapat tiga jenis lokus gen yang bertanggung jawab dalam mengekspresikan polipeptida TCR pada mamalia.
B. TCR αβ memiliki dua macam *isotype* (subkelas) sementara TCR γδ memiliki satu macam *isotype* saja.
C. Lini sel 2B4 tergolong sebagai sel T sitotoksik.
D. Pengenalan antigen oleh sel T αβ bergantung MHC (*MHC-dependent*) sedangkan sel T γδ mengenali antigen dengan mekanisme yang tidak bergantung MHC (*MHC-independent*).

## GENETIKA DAN EVOLUSI

**31.** Berikut adalah gambar mikroskopis bagian akar bawang putih yang sedang aktif membelah.



Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

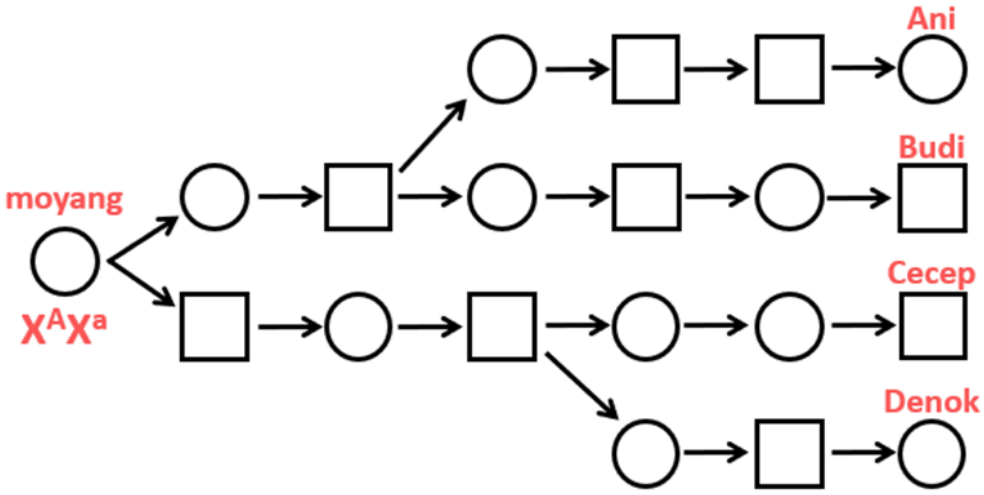
A. Pada jaringan yang tidak aktif membelah, kebanyakan sel akan seperti I.
B. *Checkpoint* fase M pada siklus sel terjadi pada tahapan yang ditunjukkan II.
C. Peristiwa pindah silang pada sampel di atas dapat terjadi pada tahap yang ditunjuk oleh III.
D. Penampakan kromosom berikut dihasilkan akibat kesalahan kerja mikrotubula pada tahap anafase.

**32.** Seorang peneliti sedang mengamati 15 karakter yang dimiliki spesies padi yang beliau pelihara. Dari banyak percobaan persilangan yang dilakukan, diketahui terdapat maksimal 12 karakter yang mengalami asortasi bebas satu sama lain.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S) mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari percobaan tersebut!

A. Spesies padi di atas kemungkinan besar memiliki 24 buah kromosom.
B. Minimal terdapat 3 gen yang mengatur sifat secara epistasis.
C. Gen-gen yang tidak mengalami asortasi bebas masih mengalami segregasi bebas.
D. Dapat disimpulkan bahwa terdapat pindah silang ganda pada karakter-karakter di atas.

**33.** Ani, Budi, Cecep, dan Denok merupakan saudara jauh. Moyang bersama keempat orang tersebut diketahui memiliki sebuah alel resesif langka dari suatu gen terpaut kromosom X. Silsilah kekerabatan mereka dapat dilihat pada ilustrasi berikut.

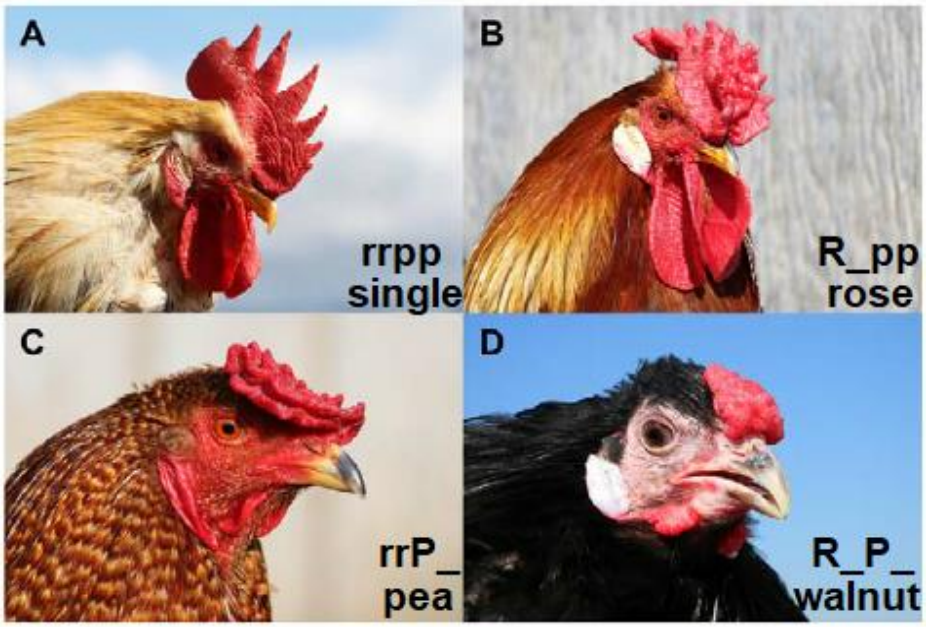



**Keterangan**: Tanda panah menunjukkan alur pewarisan gen dari orang tua ke anaknya. Alel resesif langka yang dimaksud disimbolkan dengan a. Semua anggota keluarga yang menikah dengan individu-individu di atas diketahui tidak memiliki alel a.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Koefisien kekerabatan antara Cecep dan Denok adalah 1/64.
B. Ani dan Budi memiliki peluang yang sama untuk mewarisi alel a dari moyang mereka.
C. Jika Budi memiliki adik kandung perempuan, peluang si adik memiliki alel a bernilai sama dengan Budi.
D. Diketahui terdapat lokus lain pada autosom dengan alel resesif b yang dimiliki moyang. Peluang alel tersebut diwariskan ke keempat bersaudara adalah sama rata.

**34.** Salah satu bentuk interaksi gen yang cukup populer adalah penentuan bentuk pial ayam jantan. Terdapat dua gen yang berperan, yaitu *R* dan *P*, dengan fenotipe seperti yang terlihat berikut. Sesuai dengan kaidah umum, alel dominan dan resesif masing-masing disimbolkan dengan huruf kapital dan huruf kecil.



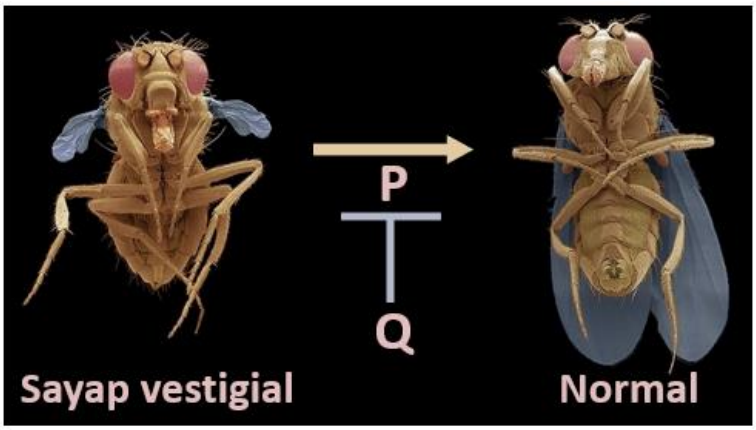

Pada suatu studi, lokus gen *R* telah diketahui berada pada kromosom 7, sementara gen *P* yang independen terhadap *R* masih dicari letak lokus pastinya. Bembi curiga, bahwa gen *P* tersebut berada pada suatu lokus di kromosom Z. Untuk membuktikannya, ia mendesain beberapa persilangan dengan hasil ditunjukkan pada tabel berikut.

| No | Persilangan parental | | Anakan yang dihasilkan | |
|---|---|---|---|---|
| | Jantan | Betina | Jantan | Betina |
| 1 | *Rose* | *Single* | 100% *rose* | 100% *rose* |
| 2 | *Single* | *Pea* | 100% *pea* | 100% *single* |
| 3 | *Pea* | *Rose* | 25% *walnut* + 25% rose + 25% pea + 25% *single* | 25% *walnut* + 25% rose + 25% pea + 25% *single* |
| 4 | *Rose* | *Pea* | 50% *walnut* + 50% *pea* | 50% *rose* + 50% *single* |

Jika gen-gen penentu fenotipe pial tidak termasuk *sex-influenced trait*, tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

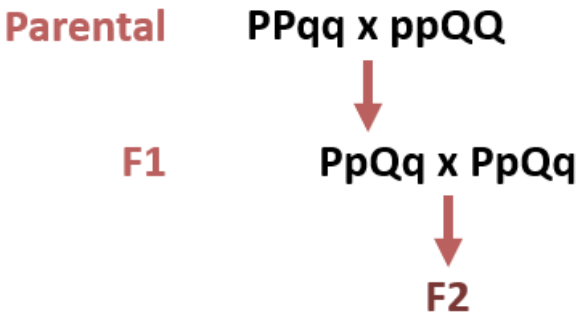
A. Berdasarkan keempat persilangan yang dilakukan Bembi, lokus *P* terbukti memang berada pada kromosom Z.
B. Genotipe jantan *rose* pada persilangan 1 identik dengan jantan *rose* pada persilangan 4.
C. Jika individu jantan dan betina *pea* dari persilangan 3 dan 4 disilangkan, perbandingan komposisi fenotipe anakan betina akan sama dengan jantan.
D. Persilangan individu betina *walnut* heterozigot dengan jantan heterozigot untuk kedua gen akan menghasilkan anakan jantan dengan perbandingan *walnut* : *rose* : *pea* : *single* = 9:3:3:1.

**35.** Bambang menemukan pengaturan fenotipe yang unik pada gen-gen penentu fenotipe sayap vestigial *Drosophila* sp. Ia menyimpulkan bahwa sifat sayap tersebut diatur oleh gen *P* dan *Q* yang berada di autosom, sesuai dengan ilustrasi berikut.




**Keterangan**: Protein yang dikode gen *P* secara langsung menentukan terbentuknya sayap normal/vestigial dengan mengkatalisis reaksi kimia penting. Alel resesif p bersifat nonfungsional. Sementara itu, hasil ekspresi gen *Q* bekerja dengan menghambat kerja protein P sedangkan alel resesif q tidak dapat bekerja.

Dari salah satu persilangan *testcross* pada individu heterozigot (persilangan I), ternyata hanya 16% dari total keturunannya memiliki fenotipe sayap normal. Karena penasaran, Bambang melakukan persilangan lain (persilangan II) dengan desain sebagai berikut.



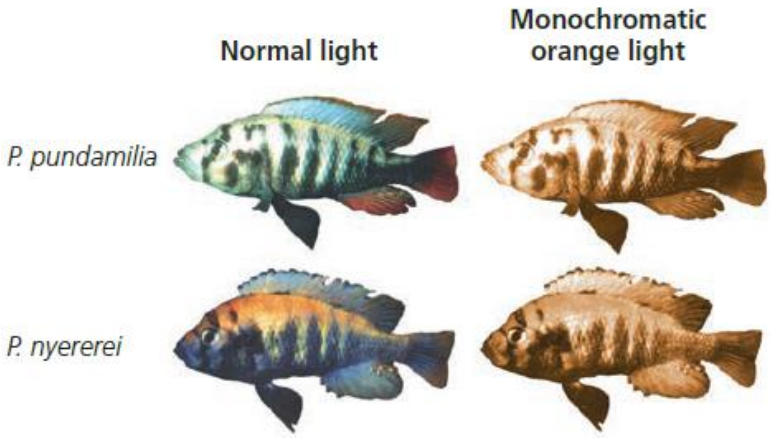

**Keterangan**: Individu F1 disilangkan dengan sesamanya.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

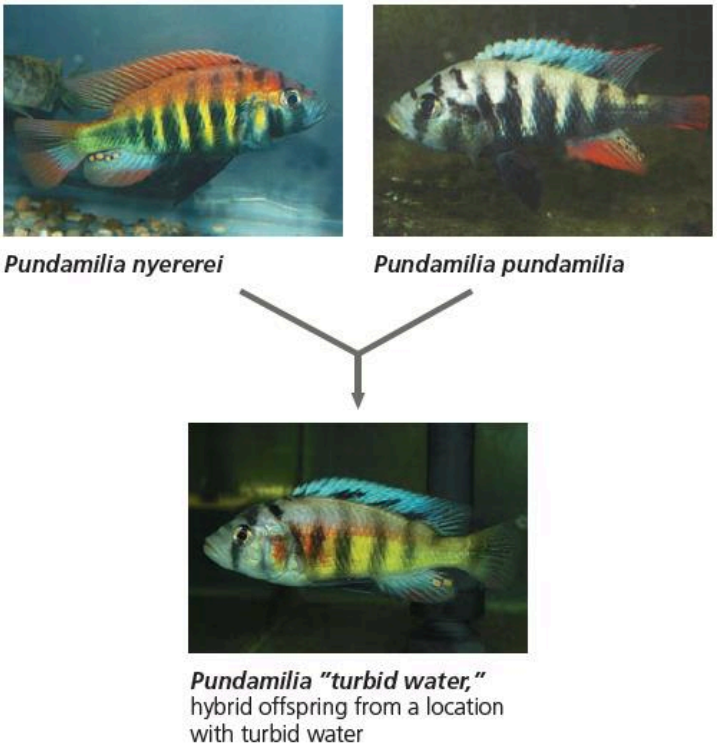
A. Pautan antara gen *P* dan *Q* memiliki frekuensi rekombinasi lebih dari 25%.
B. Genotipe individu heterozigot yang di-*testcross* pada persilangan I memiliki pola pautan gen sebagai berikut.

C. Peluang dihasilkan F2 berfenotipe sayap normal pada persilangan II adalah kurang dari 20%.
D. Jika gen *P* dan *Q* saling independen, peluang dihasilkan F2 berfenotipe vestigial adalah kurang dari 75%.

**36.** Ikan *cichlid* betina dari spesies *Pundamilia pundamilia* dan *P. nyererei* diketahui melakukan pemilihan jantan selama perkawinannya. Kedua spesies dapat dibedakan dari pola pewarnaan yang unik. Pada suatu eksperimen, sebuah akuarium diisi ikan jantan dan betina dari kedua spesies dan diberi pencahayaan normal maupun monokromatik berwarna jingga. Kedua spesies ternyata memiliki tampilan yang sangat mirip di bawah cahaya jingga.




Pada kondisi pencahayaan normal, ikan betina dapat memilih dengan benar jantan dari spesiesnya. Akan tetapi, di bawah pencahayaan jingga, banyak terjadi perkawinan silang antarspesies. Menariknya, anak yang dihasilkan dari perkawinan silang tersebut dapat hidup normal dan bersifat fertil. Di alam, kedua spesies berbagi habitat yang sama, dan peristiwa perkawinan silang ini juga dapat terjadi ketika kondisi perairan keruh atau *turbid*.




**Keterangan**: Dua spesies dapat menghasilkan anak yang bersifat fertil.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Air yang jernih merupakan *barrier* pascazigotik bagi kedua spesies untuk kawin dan menghasilkan keturunan.
B. Spesiasi dari nenek moyang menjadi kedua spesies *Pundamilia* tersebut kemungkinan disebabkan habitat mereka dalam kondisi keruh dalam jangka panjang.
C. Berdasarkan konsep spesies biologis, *P. pundamilia* dan *P. nyererei* sebenarnya adalah spesies yang sama.
D. Jika habitat kedua spesies sebenarnya pada perairan jernih, waktu kawin setiap spesies dengan sesamanya kemungkinan terjadi saat pagi atau sore hari.

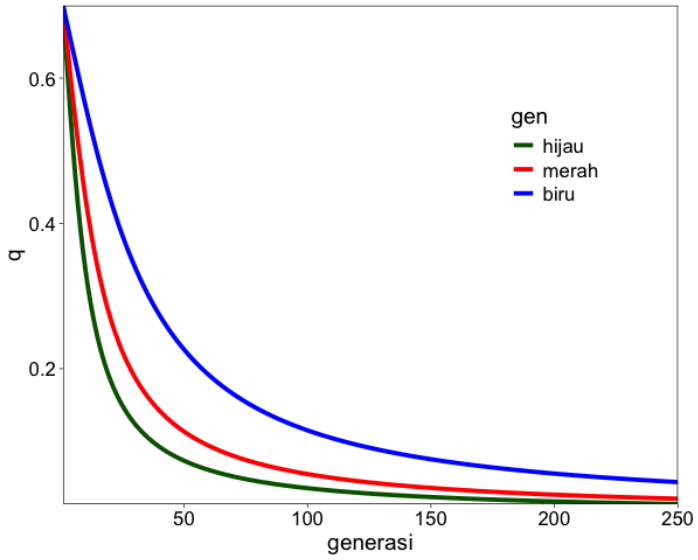
**37.** Terdapat sebuah planet alien yang mampu melakukan mitosis dan meiosis untuk perkembangbiakannya. Populasi planet ini mengalami pergiliran keturunan diploid dan haploid. Generasi haploid terdiri atas makhluk cerdas dan tinggal di daerah perkotaan, sementara generasi diploid tinggal di peternakan khusus karena bersifat sangat agresif. Pasangan haploid akan memiliki anak diploid dan memercayakan anaknya ke peternakan tersebut. Sementara, anak dari pasangan diploid akan dibawa kembali ke perkotaan.

Terdapat suatu lokus gen A pada populasi ini yang terdiri atas 3 buah alel dengan hierarki dominansi A1 > A2 > A3. Pada generasi diploid, diketahui frekuensi fenotipe A1, A2, dan A3 berturut-turut adalah 84%, 15%, dan 1% dan berada pada kesetimbangan Hardy-Weinberg. Setiap pasangan baik pada generasi diploid maupun haploid diketahui menghasilkan jumlah anak yang sama rata.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Jika tidak terjadi gangguan apapun pada populasi di atas, frekuensi fenotipe pada generasi haploid bernilai A1 : A2 : A3 = 7 : 2 : 1.
B. Di antara populasi generasi diploid berfenotipe A1, jumlah individu homozigot lebih banyak dibandingkan heterozigot.
C. Eliminasi fenotipe tertentu pada generasi haploid lebih berpengaruh pada perubahan frekuensi alel dibandingkan jika terjadi pada generasi diploid.
D. Jika generasi haploid hanya mau kawin dengan sesama fenotipenya sedangkan generasi diploid kawin secara acak, frekuensi alel generasi-generasi berikutnya tidak akan berubah.

**38.** Tiga gen yang berbeda (merah, biru, dan hijau) masing-masing memiliki dua alel. Satu alel dari setiap gen memiliki efek resesif yang menurunkan kebugaran (*fitness*). Kebugaran relatif dari homozigot resesif untuk setiap gen ini adalah 0.9, 0.8, dan 0.7 (urutan belum diketahui). Grafik berikut menunjukkan perubahan frekuensi alel resesif ini dalam sebuah populasi yang berukuran sangat besar seiring waktu dan selalu mengalami perkawinan acak. Untuk setiap gen, frekuensi alel di awal ($q_0$) adalah 0.7.




Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Gen yang genotipe homozigot resesifnya memiliki kebugaran relatif 0.9 adalah gen hijau.
B. Laju perubahan frekuensi alel q ($\Delta q$) bertambah besar pada setiap generasi.
C. Frekuensi alel q tidak pernah nol selama tidak mengalami hanyutan genetik.
D. Frekuensi alel q tidak pernah nol karena individu heterozigot selalu ada.

**39.** Seorang siswa berinisial NFS sedang melakukan studi tentang usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk melestarikan hewan. NFS menyadari bahwa ukuran suatu populasi saja tidak cukup untuk menjamin spesies akan berkelanjutan, perlu dipertimbangan *effective population size* yang dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$N_e = \frac{4N_m N_f}{N_m + N_f}$$

$N_e$ = *effective population size*
$N_m$ = jumlah jantan yang kawin
$N_f$ = jumlah betina yang kawin

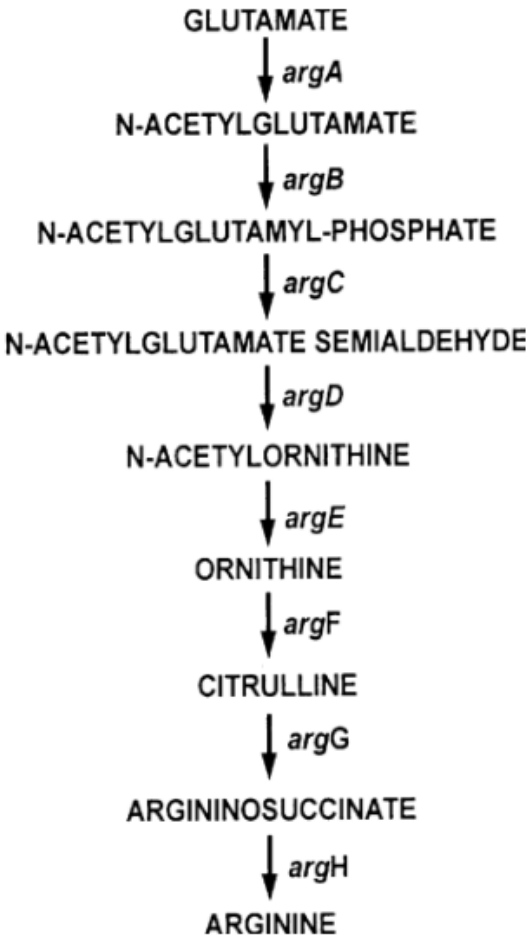
NFS juga menghimpun informasi terkait tiga spesies hewan dengan histori dan cara hidup masing-masing yang dapat menjadi studi kasus terkait usaha pelestarian yang mengutamakan *effective population size*.

| Nama Spesies | Deskripsi |
|---|---|
| *Northern elephant seal* (*Mirounga angustirostris*) | Hampir punah pada abad 19 karena perburuan, sebelum *rebound* menjadi berjumlah lebih dari 200.000 ekor di masa kini. Poligini ekstrim dengan satu jantan bisa mengawini 40 ekor betina. |
| *Pacific salmon* (*Oncorhynchus*) | *Anadromous*: menetas di air tawar, bermigrasi ke lautan untuk bertumbuh, kemudian kembali ke sungai tempatnya menetas untuk bertelur.<br>*Semelparous*: mati setelah beranak |
| *Greater prairie-chicken* (*Tympanuchus cupido*) | Menghuni padang rumput yang lama-kelamaan berkurang dan terfragmentasi. Populasi di Illinois sempat jatuh hingga di bawah 50 ekor dan sulit meningkat untuk beberapa waktu, hingga akhirnya bisa meningkat setelah mendapatkan introduksi jantan dari Kansas dan Nebraska. |

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Di suatu pantai dengan 100 jantan dan 400 betina *M. angustirostris*, hanya sekitar 10% dari anggota populasi tersebut yang akan berkontribusi secara genetik ke generasi berikutnya.
B. Mempertahankan sungai paling besar terbebas dari hambatan adalah strategi konservasi salmon yang terbaik.
C. Predasi oleh beruang akan berdampak negatif terhadap *effective population size* salmon.
D. Fragmentasi habitat mempengaruhi aliran gen, tetapi tidak mempengaruhi kesuksesan reproduksi.

**40.** Arginin merupakan salah satu asam amino esensial yang penting bagi pertumbuhan bakteri. Tanpa asam amino ini, bakteri tidak dapat tumbuh pada media minimal. Biosintesis arginin pada *Escherichia coli* melibatkan serangkaian tahapan reaksi metabolisme. Secara sederhana, biosintesis senyawa tersebut dapat diamati pada bagan berikut.




**Keterangan**: *argA* – *argH* adalah gen yang mengkode enzim pada tahapan yang bersangkutan.

Anda memiliki beberapa galur mutan *E. coli* yang tidak dapat tumbuh pada media minimal yang ditambah glutamat. Masing-masing mutan memiliki delesi tunggal pada salah satu gen pengode enzim di atas. Anda kemudian menumbuhkan setiap mutan pada media minimal yang diberi salah satu senyawa pada jalur biosintesis. Akan tetapi, karena terlalu lelah mempersiapkan semifinal OSN, Anda lupa melabeli senyawa-senyawa ini dan hanya tersisa kodenya (A-G). Berikut hasil yang Anda dapatkan. Tanda '+' menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri, sementara '-' menunjukkan tidak ada pertumbuhan yang teramati.

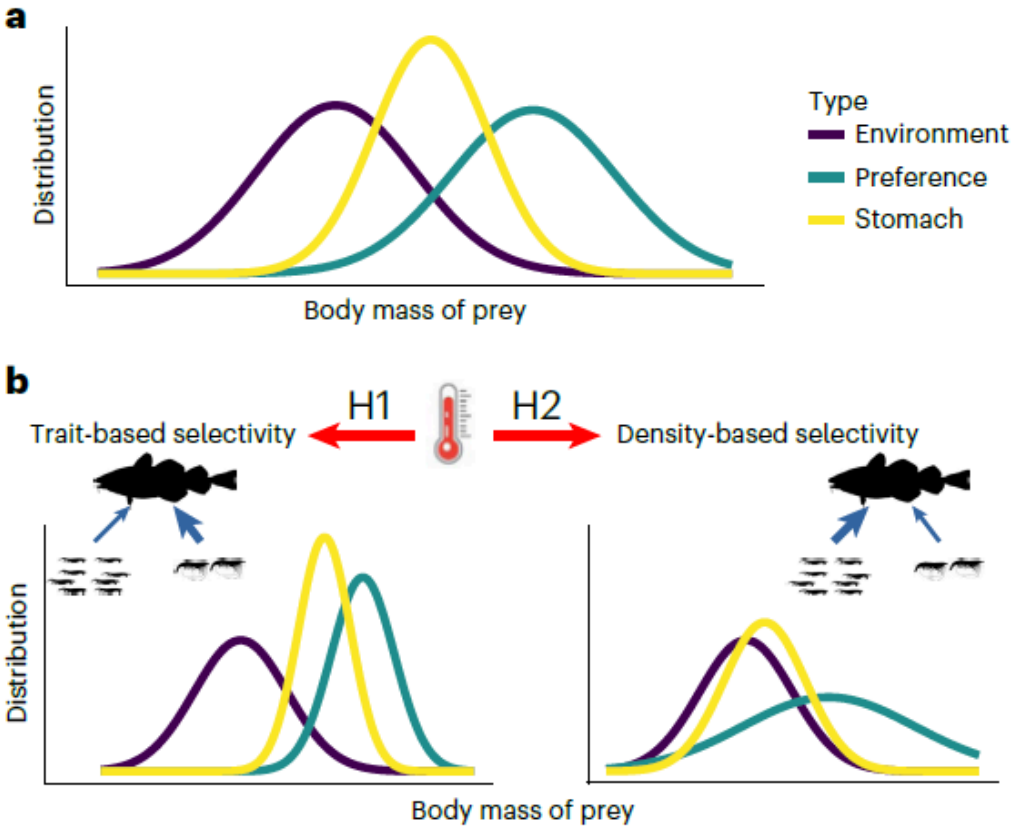
| Galur bakteri | Senyawa yang ditambahkan pada media minimal | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F | G |
| I | - | + | + | - | + | + | + |
| II | - | - | + | - | + | + | + |
| III | - | - | + | - | - | - | + |
| IV | + | + | + | + | + | + | + |
| V | - | - | - | - | - | - | - |
| VI | - | - | + | - | - | - | - |
| VII | + | + | + | - | + | + | + |
| VIII | - | - | + | - | - | + | + |

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Senyawa A adalah *citrulline*, sedangkan G adalah *N-acetylglutamyl-phosphate*.
B. Arginin bukan salah satu di antara senyawa A-G.
C. Galur V mengalami delesi pada gen *argA* dan mengakumulasi glutamat jika ditumbuhkan pada medium minimal.
D. Sel yang berasal dari hasil fusi bakteri III dan VI dapat tumbuh dalam medium minimal yang ditambah glutamat.

## ETOLOGI

**41.** Perilaku mencari makan pada predator dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, di antaranya kepadatan mangsa dan preferensi pribadi setiap individu. Penelitian yang dilakukan oleh Gauzens *et al*. (2022) menunjukkan adanya pengaruh faktor lingkungan berupa suhu terhadap perilaku mencari mangsa pada ikan predator. Berikut rangkuman hasil yang didapatkan.

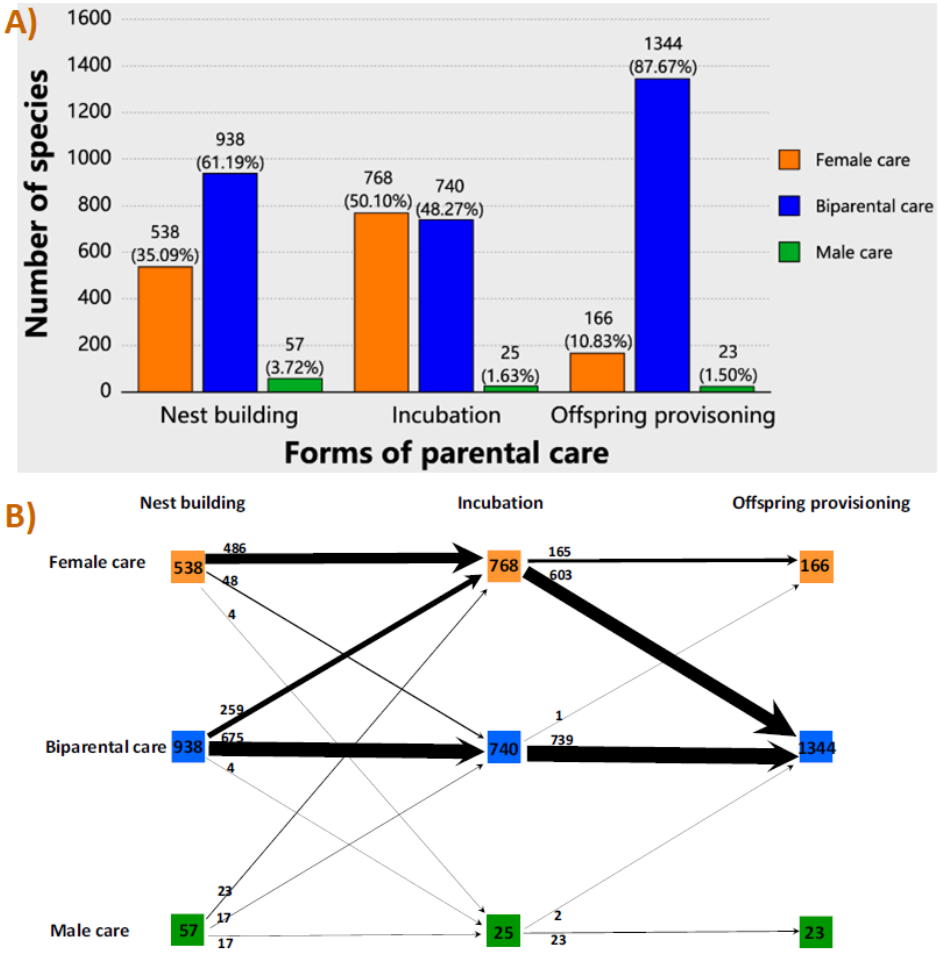


**Keterangan:** (a) Model preferensi makan predator pada suhu ideal/normal. (b) 2 macam model perubahan preferensi makan predator ketika suhu air meningkat. Garis ungu (*environment*) menunjukkan distribusi ukuran mangsa di lingkungan, garis biru (*preference*) menunjukkan preferensi makan predator ketika kepadatan mangsa tinggi, garis kuning (*stomach*) menunjukkan preferensi makan sebenarnya yang dilihat dari makanan yang ditemukan di lambung predator.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Predator tidak bisa mempertahankan preferensi makan idealnya walaupun terpapar suhu normal habitatnya.
B. Dalam kondisi suhu normal, jika distribusi mangsa semakin didominasi ukuran kecil, komunitas mangsa yang ditemukan pada lambung predator akan bergeser ke kanan.
C. Ketersediaan mangsa di habitatnya akan lebih bertahan lama pada pola preferensi makan H2 dibandingkan H1.
D. Strategi eksploitasi makhluk hidup laut yang meniru pola preferensi H1 bersifat lebih berkelanjutan dibandingkan H2.

**42.** Wang *et al*. (2022) merangkum perilaku pengasuhan anak oleh 1533 spesies burung. Pengasuhan ini dibagi menjadi pembuatan sarang (*nest building*), pengeraman telur (*incubating*), dan perawatan anak (*offspring provisioning*). Dari 1533 spesies yang dikaji, di antaranya terdapat jenis pengasuhan oleh jantan saja (*male care*), betina saja (*female care*), dan oleh keduanya (*biparental care*). Berikut hasil yang diperoleh.




**Keterangan:** (A) Jumlah spesies dengan strategi pengasuhan pada 3 tahapan: *nest building*, *incubation*, dan *offspring provisioning*. (B) Perubahan strategi pada ketiga tahapan pengasuhan.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Sistem kawin poliandri lebih umum dijumpai pada spesies-spesies burung di atas dibandingkan poligini.
B. *Offspring provisioning* kemungkinan merupakan tahapan pengasuhan yang membutuhkan alokasi energi paling banyak dibandingkan dua tahapan lain.
C. Minimal terdapat 15 spesies burung yang mempertahankan strategi *male care* untuk ketiga tahapan pengasuhan anak.
D. Dari semua spesies yang dikaji, pemilihan pasangan melalui *male choice* kemungkinan lebih banyak terjadi dibandingkan *female choice*.

## EKOLOGI

**43.** Seorang ahli konservasi ingin melakukan survei kondisi ekologis pada beberapa pulau sebagai berikut. Si ahli konservasi juga menemukan bahwa tipe ekosistem keempat pulau sama.

| Pulau | Jarak terhadap daratan utama (km) | Luas pulau ($km^2$) |
|---|---|---|
| **I** | 5 | 2500 |
| **II** | 3 | 2500 |
| **III** | 10 | 1000 |
| **IV** | 3 | 1500 |

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Tingkat migrasi organisme di pulau I sama dengan II.
B. Laju kepunahan di pulau II lebih tinggi dibandingkan IV.
C. Pulau III memiliki keanekaragaman paling rendah dibandingkan pulau-pulau lain.
D. Pembangunan koridor antarpulau dapat meningkatkan keanekaragaman spesies di semua pulau tersebut.

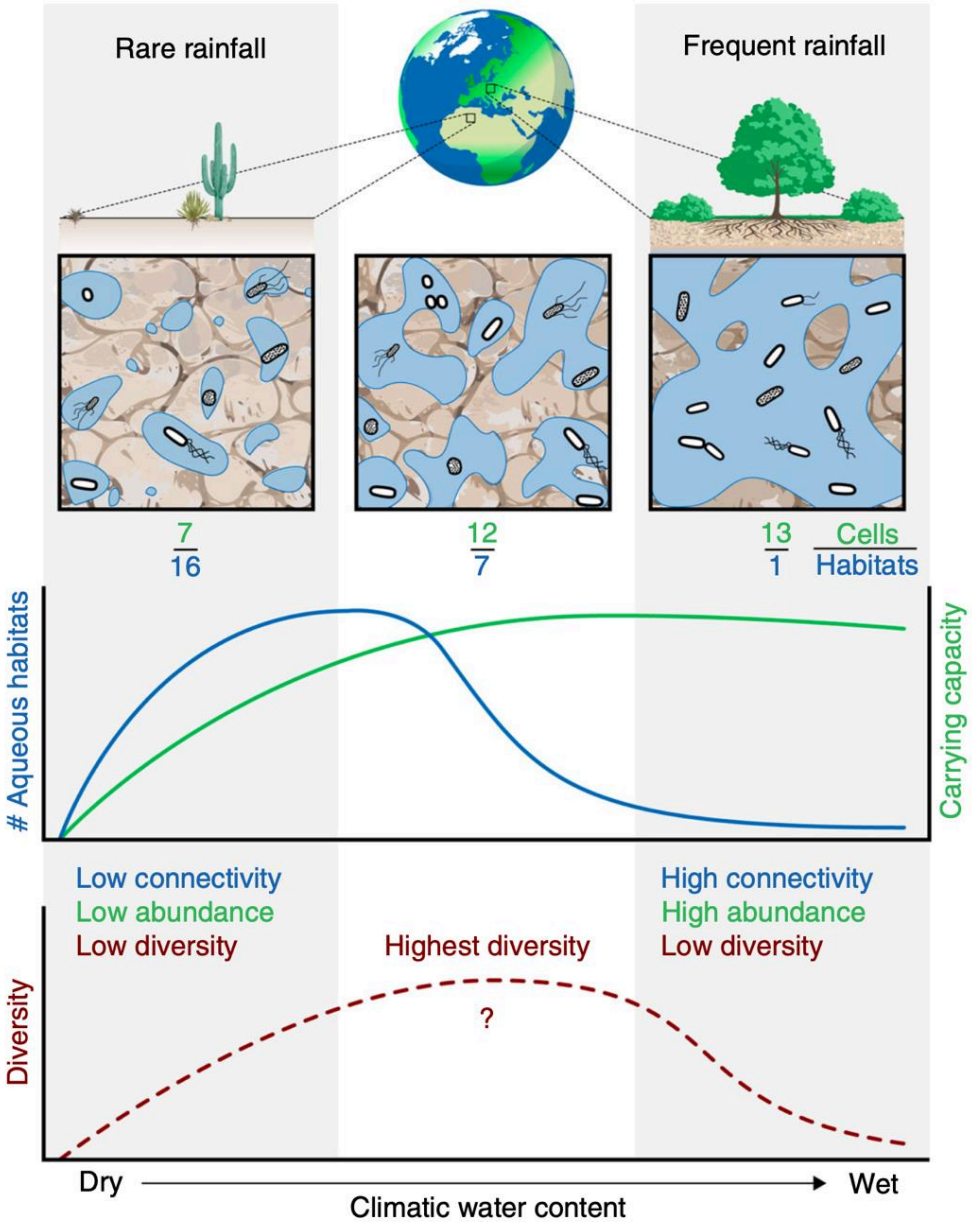
**44.** Spesies berang-berang invasif di Chile diketahui telah diintroduksi sejak tahun 1940-an. Efek ekologis pada perairan hutan yang tidak terganggu, habitat perairan yang ditempati berang-berang, dan perairan bagian hilir dari habitat berang-berang tersebut kemudian diteliti oleh Anderson & Rosemond (2007) dan memperoleh rangkuman data sebagai berikut. Berang-berang diketahui memulai populasi pada bagian perairan hutan. Tanda * = makroinvertebrata bentos.

| Parameter | Wilayah hutan tidak terganggu (hulu perairan) | Habitat berang-berang (bekas perairan hutan) | Hilir perairan |
|---|---|---|---|
| Kekayaan spesies*, per $m^2$ | 15,3 | 10,0 | 15,8 |
| Indeks Shannon-Wiener* (*H*) | 2,0 | 1,4 | 1,9 |
| Kelimpahan spesies*, per $m^2$ | 2611 | 14350 | 5086 |
| Biomassa*, mg per $m^2$ | 257,9 | 864,1 | 443,3 |
| Tutupan kanopi, % | 69,4 | 21,5 | 30,2 |
| **Tipe partikel substrat (%)** | | | |
| Organik | 0,5 | 88,8 | 5,3 |
| Pasir | 11,0 | 8,0 | 11,3 |
| Kerikil | 37,0 | 2,8 | 46,8 |
| Bebatuan | 51,6 | 0,5 | 36,8 |

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Perubahan tipe substrat dan tutupan kanopi akibat pembentukan bendungan alami berang-berang meningkatkan relung fundamental untuk kebanyakan makroinvertebrata.
B. Modifikasi ekosistem oleh berang-berang menunjukkan efek secara *top-down*.
C. Wilayah perairan hutan yang beralih menjadi bendungan habitat berang-berang kemungkinan mengalami penurunan produktivitas sekunder.
D. Wilayah hasil modifikasi berang-berang menjadi habitat perairan yang lebih lebar dan dalam.

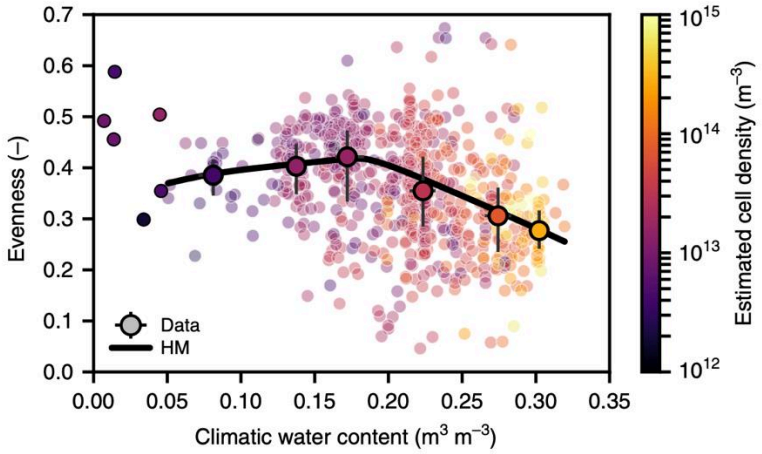
**45.** Tanah adalah kompartemen dalam biosfer yang mengandung keragaman bakteri tertinggi. Keragaman tersebut disebabkan oleh variasi lingkungan fisik dan kimiawi tanah, memunculkan mikrohabitat yang dapat dihuni oleh bermacam-macam spesies bakteri. Model berikut ini menggambarkan pengaruh *carrying capacity* dan jumlah habitat *aqueous* terhadap jumlah sel bakteri yang bisa ditunjang.



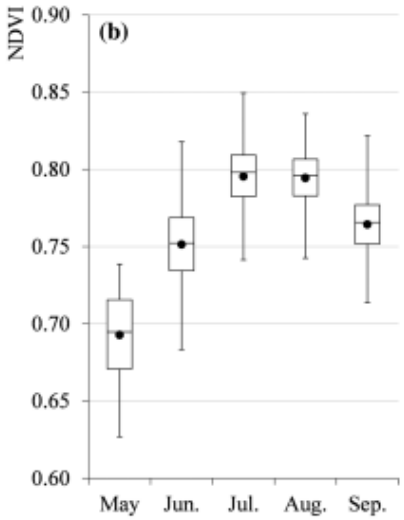

**Gambar 1**. Jumlah sel bakteri total (hijau) dan jumlah habitat *aqueous* dalam tanah (biru) yang dapat terbentuk dalam kondisi iklim tertentu (curah hujan rendah, sedang, dan tinggi).

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Tren produktivitas primer bersih dapat digunakan untuk memprediksi model pengaruh curah hujan terhadap *carrying capacity* bakteri.
B. Konektivitas yang tinggi antarhabitat kemungkinan meningkatkan keanekaragaman bakteri.
C. Daerah yang beriklim kering berpotensi memiliki lebih banyak *patch* habitat yang dapat dihuni suatu bakteri.
D. Grafik berikut ini mendukung prediksi bahwa terdapat beberapa spesies bakteri yang mampu berkumpul di sekitar *hotspot* nutrien dan memonopoli penggunaannya.



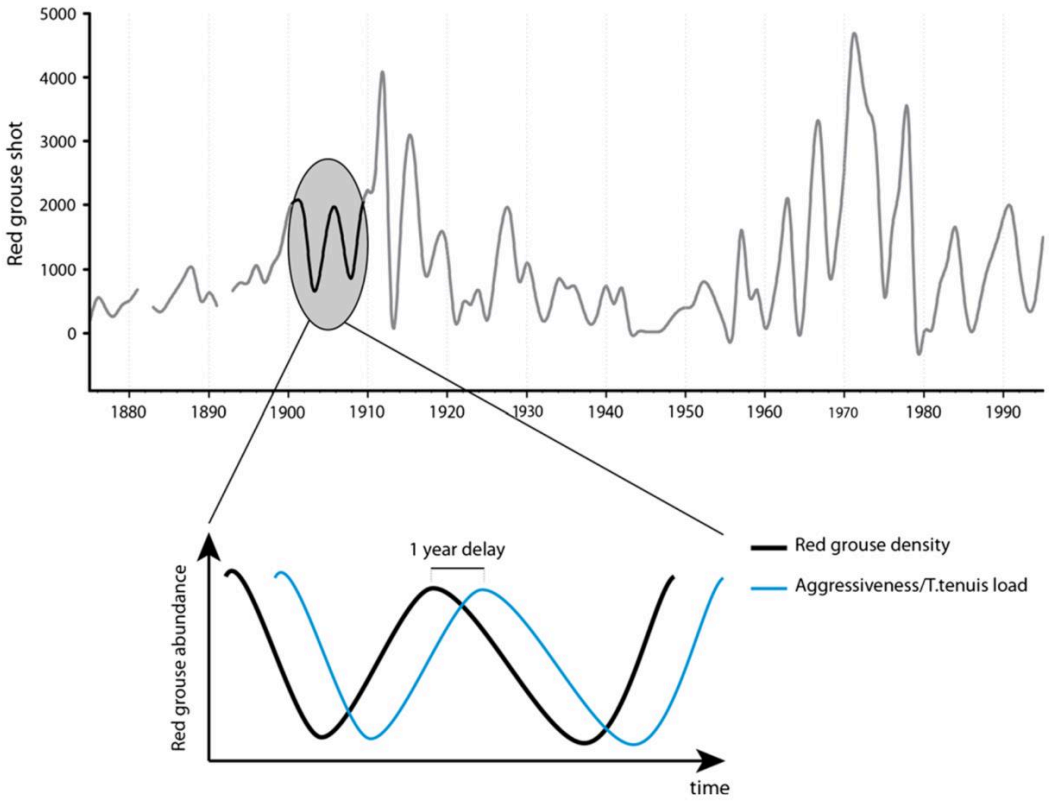

**46.** *Normalized difference vegetation index* (NDVI) merupakan parameter yang diukur berdasarkan reflektansi permukaan pada panjang gelombang merah dan merah-jauh. Parameter tersebut memiliki rentang nilai antara -1 dan 1 serta bernilai tinggi pada permukaan yang memiliki banyak vegetasi. Data di bawah merupakan hasil pengukuran NDVI pada suatu lahan basah (*wetland*) dengan nilai salinitas relatif rendah.



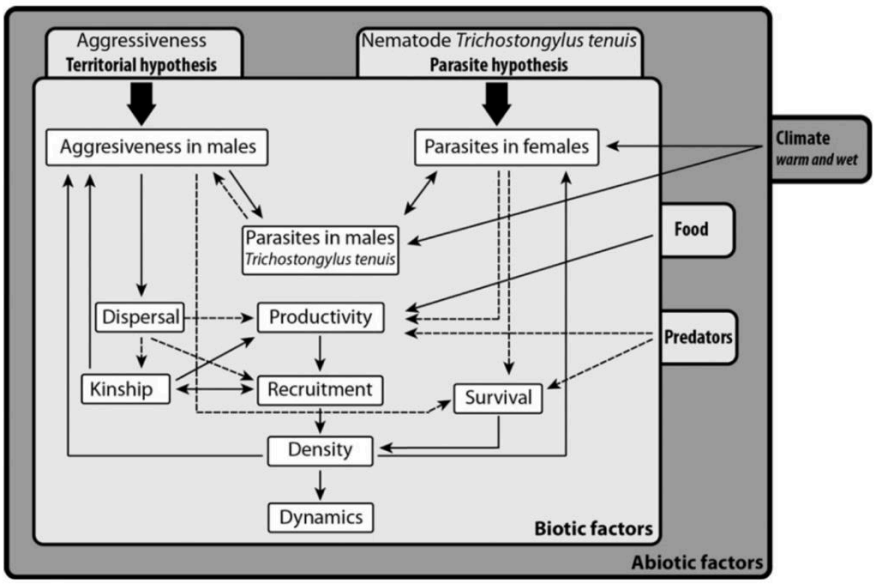

Jika pengambilan data dilakukan pada daerah di sekitar garis lintang 40°, tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Secara geografis, titik pengukuran data berada pada area estuari.
B. Secara alami, suhu lebih membatasi produktivitas di lokasi ini dibandingkan presipitasi.
C. Lokasi lahan basah tersebut berada di hemisfer selatan Bumi.
D. Nilai NDVI di hutan hujan tropis seharusnya positif dan relatif tidak fluktuatif sepanjang tahun.

**47.** Sir Dave V adalah seorang *gentleman* yang gemar melakukan olah raga tradisional Inggris, yaitu berburu belibis merah (*red grouse*, *Lagopus scotica*). Tahun ini, Sir Dave V berburu di Skotlandia. Sayangnya, ia menyadari bahwa jumlah unggas yang berhasil ia buru sangat menurun dibandingkan tahun lalu. Sir Dave V mengamati data historis terkait jumlah belibis merah yang berhasil ditembak.




**Gambar 1**. Data historis yang mencerminkan ukuran populasi belibis merah dari tahun ke tahun. Spesies ini rentan terinfeksi oleh parasit *Trichostongylus tenuis* dan jantan spesies ini bersifat teritorial.




**Gambar 2**. Hipotesis faktor-faktor yang menyebabkan dinamika ukuran populasi belibis merah. Garis solid menandakan efek positif, sedangkan garis putus-putus menandakan efek negatif.

Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

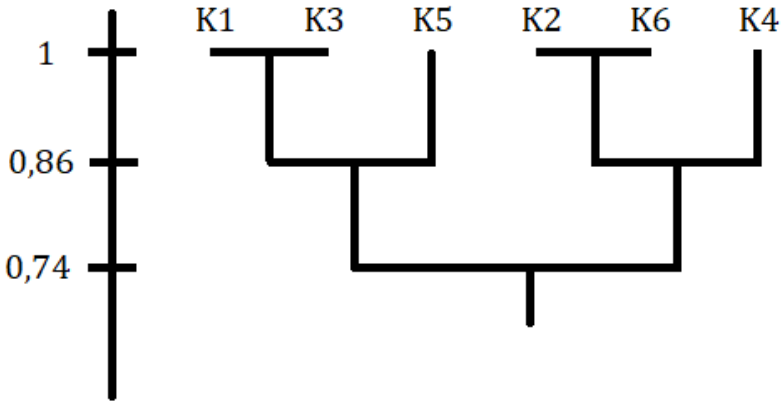
A. Jantan yang di-*sampling* dari daerah Inggris tengah (berlokasi di sebelah selatan Skotlandia) kemungkinan akan mengandung lebih banyak parasit dibandingkan jantan hasil tangkapan Sir Dave V.
B. Diketahui eksperimen pemberian obat antiparasit ke jantan menunjukkan peningkatan agresivitas. Hasil tersebut mendukung hipotesis bahwa agresivitas meningkatkan kemungkinan jantan terinfeksi parasit.
C. Jantan mungkin hidup berdampingan dengan ayah mereka selama densitas rendah, lalu mulai berpencar saat densitas maksimum hampir tercapai.
D. Osilasi ukuran populasi belibis merah secara langsung disebabkan oleh *density-dependent* maupun *density-independent factor*.

## BIOSISTEMATIKA

**48.** Dari catatan-catatan sebelumnya, diketahui bahwa terdapat minimal lima spesies kodok dari genus *Ansonia* yang tersebar di berbagai hutan hujan dataran rendah Kalimantan, yaitu *Ansonia albomaculata, A. longidigita, A. leptopus, A. minuta*, dan *A. spinulifer*.

Pada tahun ini, dilakukan pemantauan spesies kodok dari genus tersebut secara ekstensif di hutan-hutan hujan dataran rendah di Kalimantan. Pemantauan dilakukan pada luasan area yang meliputi daerah persebaran kelima spesies kodok tersebut.

Berdasarkan karakter morfologi yang terlihat, sampel yang didapat diperkirakan bisa dibagi ke dalam enam kelompok (K1-K6). Untuk memastikan dugaan tersebut, dilakukan pengukuran morfometri dari setiap individu (sampel) yang didapat. Dendrogram dari tingkat kesamaan pengukuran morfometri didapat sebagai berikut.

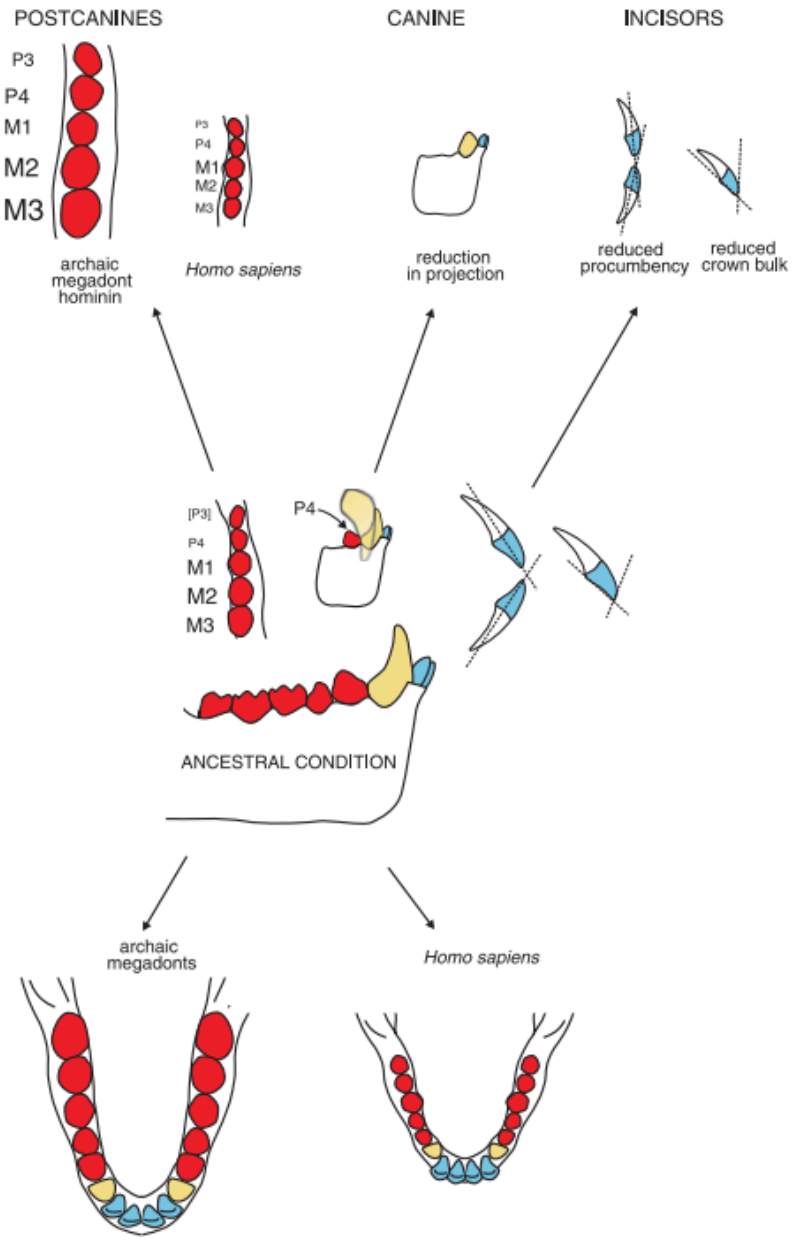



Dari hasil identifikasi, diketahui bahwa K2 adalah *A. albomaculata*; K3 adalah *A. minuta*; dan K5 adalah *A. spinulifer*.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Kekayaan spesies katak *Ansonia* yang didapat pada pemantauan kali ini lebih tinggi dibandingkan dengan yang pernah tercatat sebelumnya.
B. Ada kemungkinan bahwa peneliti mendapatkan satu spesies baru yang belum pernah tercatat sebelumnya.
C. Baik *A. minuta* maupun *A. albomaculata* menunjukkan variasi morfologi intraspesifik yang cukup tinggi.
D. Jika dendrogram ini menjadi basis dari kladogram, taksa saudari dari *A. spinulifer* adalah *A. albomaculata*.

**49.** Berikut merupakan ilustrasi evolusi pola ukuran gigi permanen Hominin (manusia modern) yang diwakili oleh kelompok *megadont* kuno yang hidup sekitar 3–1 juta tahun lalu (misalnya *Australopithecus dan Paranthropus boisei*) serta *Homo sapiens*.



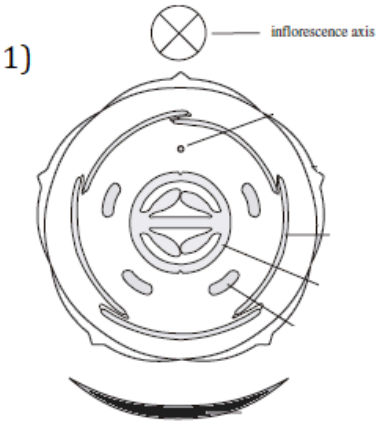

**Keterangan**: *Postcanines* = premolar dan molar. *Canine* = gigi taring. *Incisors* = gigi seri. *Projection* = seberapa menonjol ke depan dari rahang. *Procumbency* = kemiringan gigi. *Bulk* = ukuran keseluruhan massa gigi.

Tentukan apakah pernyataan berikut **benar (B)** atau **salah (S)**!

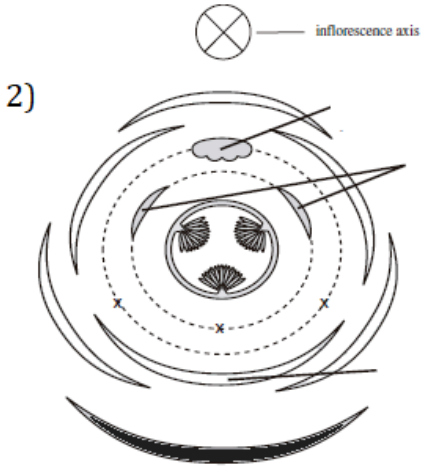
A. Gigi-gigi *postcanine* membesar pada kelompok *megadont* kuno, namun mengecil pada *Homo sapiens*.
B. Selain makanan yang berasal dari tumbuhan, pola makan *megadont* kuno juga mencakup lebih banyak daging dibandingkan *Homo sapiens*.
C. Pengecilan gigi taring pada Hominin dibandingkan bentuk primitifnya kemungkinan lebih berkaitan dengan evolusi perilaku sosial, bukan jenis makanan.
D. Evolusi pada gigi seri terutama pada *Homo sapiens* mengindikasikan semakin pentingnya peran gigi depan dalam pemrosesan makanan.

**50.** Perhatikan gambar diagram bunga berikut.

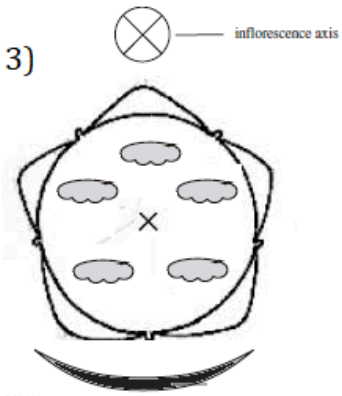
1)



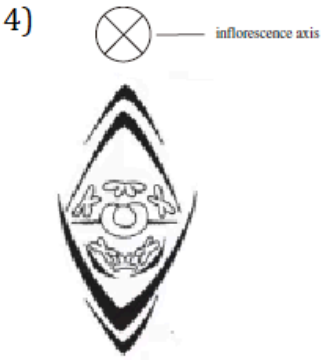

2)




3)




4)




**Keterangan**: struktur berwarna hitam = struktur yang serupa. x = tidak ada.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

A. Bunga 1 dapat dikategorikan sebagai bunga sempurna maupun bunga lengkap.
B. Bunga 2 memiliki simetri aktinomorfik.
C. Dapat disimpulkan bahwa bunga 3 berasal dari tumbuhan berumah satu.
D. Tumbuhan dengan bunga 4 dapat menghasilkan buah majemuk.

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# EKONOMI

Kumpulan Soal OSN

**(TOTAL NILAI 26)**

1. Negara "Harmoni Nusa" adalah sebuah kepulauan yang sedang berjuang menyeimbangkan pertumbuhan ekonomi dengan pemerataan kesejahteraan. Pemerintah ingin memahami kondisi ekonomi makro dan ketimpangan pendapatan di negaranya untuk merumuskan kebijakan yang lebih baik.

Berikut adalah data ekonomi Harmoni Nusa pada tahun 2023:

- Pengeluaran Rumah Tangga (Konsumsi, C): Rp7.500 triliun
- Pembentukan Modal Tetap Bruto (Investasi Swasta, I): Rp2.500 triliun
- Pengeluaran Pemerintah (Konsumsi dan Investasi Pemerintah, G): Rp2.000 triliun
- Ekspor (X): Rp1.800 triliun
- Impor (M): Rp1.300 triliun
- Pendapatan Netto Faktor dari Luar Negeri (Net Factor Income from Abroad): -Rp200 triliun (pendapatan faktor produksi warga asing di Harmoni Nusa lebih besar dari pendapatan faktor produksi warga Harmoni Nusa di luar negeri)
- Pajak Tidak Langsung (Indirect Taxes): Rp400 triliun
- Subsidi: Rp150 triliun
- Penyusutan (Depresiasi): Rp600 triliun

Distribusi Pendapatan Nasional Bruto (PNB) Harmoni Nusa pada tahun 2023 adalah sebagai berikut:

- Kelompok 20% termiskin: 6% dari PNB
- Kelompok 20% menengah bawah: 11% dari PNB
- Kelompok 20% menengah: 16% dari PNB
- Kelompok 20% menengah atas: 24% dari PNB
- Kelompok 20% terkaya: 43% dari PNB

Melihat data ketimpangan ini, pemerintah mengumumkan "Program Keadilan Ekonomi 2024" dengan dua kebijakan utama:

1. Meningkatkan Transfer Tunai Bersyarat (sejenis subsidi langsung) untuk kelompok 20% termiskin sebesar Rp100 triliun.
2. Menaikkan Pajak Penghasilan Progresif pada kelompok 20% terkaya sebesar Rp100 triliun.

Untuk analisis kebijakan ini, asumsikan:

- PDB dan PNB tahun 2024 tetap sama nominalnya dengan tahun 2023 (sehingga total pendapatan untuk distribusi tidak berubah).
- Kebijakan ini langsung mengubah porsi pendapatan yang diterima oleh masing-masing kelompok tanpa efek samping lain pada komponen PDB/PNB.

Pertanyaan

Berdasarkan data ekonomi dan skenario kebijakan di atas, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut secara berurutan dan terperinci:

A. Hitunglah Produk Domestik Bruto (PDB) Harmoni Nusa tahun 2023. Gunakan pendekatan pengeluaran. **Rp12.500 triliun (nilai 2)**
B. Hitunglah Produk Nasional Bruto (PNB) Harmoni Nusa tahun 2023. **Rp12.300 triliun (nilai 2)**
C. Hitunglah Pendapatan Nasional (National Income/NI) Harmoni Nusa tahun 2023. **Rp11.450 triliun (nilai 2)**
D. Dengan menggunakan PNB tahun 2023 sebagai dasar, hitunglah distribusi pendapatan absolut (dalam triliun Rupiah) untuk setiap kelompok (20% termiskin hingga 20% terkaya) SEBELUM dan SESUDAH implementasi "Program Keadilan Ekonomi 2024".
   **Distribusi Pendapatan SEBELUM Kebijakan 2024:**
   Kelompok 20% termiskin (6% dari PNB): 0,06 * Rp12.300 T = **Rp738 triliun (nilai 2)**
   Kelompok 20% menengah bawah (11% dari PNB): 0,11 * Rp12.300 T = **Rp1.353 triliun (nilai 2)**
   Kelompok 20% menengah (16% dari PNB): 0,16 * Rp12.300 T = **Rp1.968 triliun (nilai 2)**
   Kelompok 20% menengah atas (24% dari PNB): 0,24 * Rp12.300 T = **Rp2.952 triliun (nilai 2)**
   Kelompok 20% terkaya (43% dari PNB): 0,43 * Rp12.300 T = **Rp5.289 triliun (nilai 2)**
   **Distribusi Pendapatan SESUDAH Kebijakan 2024:**
   Kelompok 20% termiskin: Rp738 T + Rp100 T = **Rp838 triliun (nilai 2)**
   Kelompok 20% menengah bawah: Tetap **Rp1.353 triliun (nilai 2)**
   Kelompok 20% menengah: Tetap **Rp1.968 triliun (nilai 2)**
   Kelompok 20% menengah atas: Tetap **Rp2.952 triliun (nilai 2)**
   Kelompok 20% terkaya: Rp5.289 T - Rp100 T = **Rp5.189 triliun (nilai 2)**

**TOTAL NILAI 40**

2. Negara "Ekonomia" memiliki beragam struktur pasar yang memengaruhi bagaimana perusahaan menetapkan harga dan kuantitas produksi. Mari kita analisis empat perusahaan di industri yang berbeda pada tahun fiskal 2023 untuk memahami karakteristik dan perilaku pasar masing-masing.

A. PT. Agrikultur Jaya (Sektor Gandum - Persaingan Sempurna): PT. Agrikultur Jaya adalah produsen gandum kecil dan tidak memiliki kekuatan pasar untuk mempengaruhi harga. Mereka adalah *price taker*. Harga pasar gandum per kilogram ditetapkan

sebesar Rp10.000. Fungsi biaya total (TC) PT. Agrikultur Jaya adalah TC=200.000+4.000Q+20Q2, di mana Q adalah jumlah kilogram gandum yang diproduksi.

B. PT. Kopi Nikmat (Sektor Kedai Kopi - Persaingan Monopolistik): PT. Kopi Nikmat adalah sebuah kedai kopi yang menawarkan produk kopi spesial. Meskipun ada banyak kedai kopi lain, produk mereka memiliki sedikit diferensiasi yang membuat kurva permintaan yang mereka hadapi sedikit miring ke bawah. Fungsi permintaan yang dihadapi PT. Kopi Nikmat adalah P=100.000−1.000Q. Fungsi biaya total (TC) mereka adalah TC=50.000+10.000Q+500Q2.
C. PT. Semen Kuat (Sektor Semen - Oligopoli): PT. Semen Kuat adalah salah satu dari sedikit produsen semen besar di pasar. Meskipun ada interaksi strategis antar perusahaan, untuk tujuan analisis ini, asumsikan PT. Semen Kuat menghadapi fungsi permintaan P=500.000−500Q (misalnya, sebagai pengikut harga atau dalam model yang disederhanakan). Fungsi biaya total (TC) mereka adalah TC=1.000.000+50.000Q+250Q2.
D. PT. Listrik Negara (Sektor Distribusi Listrik - Monopoli Alami): PT. Listrik Negara adalah satu-satunya penyedia jasa distribusi listrik di wilayahnya. Mereka menghadapi seluruh permintaan pasar. Fungsi permintaan yang dihadapi PT. Listrik Negara adalah P=1.000.000−100Q. Fungsi biaya total (TC) mereka adalah TC=10.000.000+5.000Q+25Q2.

---

**Pertanyaan Esai:**

Berdasarkan deskripsi dan fungsi-fungsi di atas, analisis dan hitunglah untuk masing-masing perusahaan:

1. Tentukan fungsi Biaya Marginal (MC) dan Pendapatan Marginal (MR) masing-masing perusahaan. (Untuk persaingan sempurna, MR = P).
2. Hitunglah kuantitas output (Q) yang akan diproduksi oleh masing-masing perusahaan untuk memaksimalkan keuntungan.*
3. Hitunglah harga jual (P) yang akan ditetapkan oleh masing-masing perusahaan.* (Untuk persaingan sempurna, P* = harga pasar).
4. Hitunglah total keuntungan atau kerugian (π) yang diperoleh masing-masing perusahaan pada tingkat output tersebut.

Cara menjawab contohnya:

1. PT Agrikultur Jaya
    a. Fungsi MC dan MR:
    b. Q:
    c. P:
    d. Total keuntungan atau kerugian:

**A. PT. Agrikultur Jaya (Persaingan Sempurna)**

1. Fungsi Biaya Marginal (MC) dan Pendapatan Marginal (MR):
   - MR = **Rp10.000 (nilai 2)**
   - MC=dQ/dTC=**4.000+40Q (nilai 2)**
2. *Kuantitas Output (Q) untuk Maksimisasi Keuntungan:**
   - Q∗=**150 kilogram (nilai 2)**
3. *Harga Jual (P):**
   - **P = Rp10.000 (nilai 2)**
4. Total Keuntungan (π): **Rp250.000 (nilai 2)**

**B. PT. Kopi Nikmat (Persaingan Monopolistik)**

1. Fungsi Biaya Marginal (MC) dan Pendapatan Marginal (MR):
   - MR=dQ/dTR=**100.000−2.000Q (nilai 2)**
   - MC=dQ/dTC=**10.000+1.000Q (nilai 2)**
2. *Kuantitas Output (Q) untuk Maksimisasi Keuntungan:*= **30 unit (nilai 2)**
3. *Harga Jual (P)*=**Rp70.000 (nilai 2)**
4. Total Keuntungan (π):**Rp1.300.000 (nilai 2)**

**3. PT. Semen Kuat (Oligopoli)**

1. Fungsi Biaya Marginal (MC) dan Pendapatan Marginal (MR):
   - MR=dQ/dTR=**500.000−1.000Q (nilai 2)**
   - MC=dQ/dTC=**50.000+500Q (nilai 2)**
2. *Kuantitas Output (Q) untuk Maksimisasi Keuntungan:**
   - Q∗=**300 unit (nilai 2)**
3. *Harga Jual (P):* **Rp350.000 (nilai 2)**
4. Total Keuntungan (π): **Rp66.500.000 (nilai 2)**

**4. PT. Listrik Negara (Monopoli Alami)**

1. Fungsi Biaya Marginal (MC) dan Pendapatan Marginal (MR):
   - MR=dQ/dTR=**1.000.000−200Q (nilai 2)**
   - MC=dQ/dTC=**5.000+50Q (nilai 2)**

2. *Kuantitas Output (Q) untuk Maksimisasi Keuntungan:* Q∗=**3.980 unit (nilai 2)**
3. *Harga Jual (P):***Rp602.000 (nilai 2)**
4. Total Keuntungan (π):**Rp1.971.050.000 (nilai 2)**

**NILAI 34**

3. Pak Toni (30 tahun) dan Ibu Lia (30 tahun) adalah pasangan muda dengan satu anak berusia 2 tahun. Keduanya bekerja dan memiliki tujuan finansial yang ambisius, namun belum memiliki rencana keuangan yang terstruktur. Mereka ingin memastikan masa depan keuangan keluarga aman dan sejahtera.

Berikut adalah kondisi keuangan keluarga Pak Toni dan Ibu Lia saat ini:

- Pendapatan Bulanan Bersih:
  - Gaji Pak Toni: Rp8.000.000
  - Gaji Ibu Lia: Rp6.000.000
  - Total Pendapatan Bersih Bulanan: Rp14.000.000
- Pengeluaran Bulanan Tetap (Kewajiban & Kebutuhan Esensial):
  - Cicilan KPR (sisa 20 tahun): Rp4.000.000
  - Tagihan Utilitas (listrik, air, internet): Rp1.000.000
  - Transportasi: Rp800.000
  - Belanja Kebutuhan Pokok (makan, sabun, dll): Rp2.500.000
  - Biaya Penitipan Anak/Pengasuh: Rp1.200.000
- Pengeluaran Variabel (Keinginan/Gaya Hidup):
  - Hiburan/Makan di luar: Rp1.500.000
  - Belanja Pakaian/Gaya Hidup: Rp700.000
- Aset Keuangan Saat Ini:
  - Tabungan di bank: Rp15.000.000 (saat ini belum dialokasikan spesifik)
  - Tidak memiliki asuransi jiwa atau kesehatan yang memadai.
- Asumsi Ekonomi:
  - Tingkat Inflasi rata-rata: 4% per tahun
  - Target Imbal Hasil Investasi (jangka panjang, misal reksadana saham): 8% per tahun
  - Imbal Hasil Investasi Dana Darurat (deposito/pasar uang): 4% per tahun
- Tujuan Keuangan:

  1. Dana Darurat: Memiliki dana darurat setara 6 bulan total pengeluaran bulanan.
  2. Asuransi Jiwa: Memiliki proteksi jiwa yang memadai untuk kepala keluarga.
  3. Pendidikan Anak: Menyiapkan dana untuk biaya masuk SD, SMP, SMA, dan Kuliah.
     - Anak usia 2 tahun.
     - Masuk SD (usia 7 tahun): Biaya saat ini Rp30.000.000 (untuk masuk).
     - Masuk SMP (usia 13 tahun): Biaya saat ini Rp40.000.000 (untuk masuk).

- Masuk SMA (usia 16 tahun): Biaya saat ini Rp50.000.000 (untuk masuk).
- Masuk Kuliah (usia 19 tahun): Biaya saat ini Rp150.000.000 (untuk masuk).

4. Dana Pensiun: Pak Toni dan Ibu Lia ingin pensiun di usia 60 tahun (30 tahun lagi). Mereka ingin memiliki dana yang cukup untuk menopang gaya hidup mereka selama 20 tahun setelah pensiun (hingga usia 80 tahun), dengan pengeluaran yang setara dengan total pengeluaran bulanan mereka saat ini (setelah KPR lunas), yang sudah disesuaikan inflasi.

---

Pertanyaan Esai:

Analisis dan susunlah perencanaan keuangan untuk keluarga Pak Toni dan Ibu Lia dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut secara berurutan, terperinci, dan menggunakan perhitungan angka yang jelas:

1. Analisis Anggaran dan Sisa Kas Bulanan:

   - Hitung total pengeluaran bulanan tetap (kewajiban & kebutuhan esensial). **Rp9.500.000 (nilai 2)**
   - Hitung total pengeluaran bulanan variabel (keinginan). **Rp2.200.000 (nilai 2)**
   - Berapakah total pengeluaran bulanan keluarga saat ini? **Rp11.700.000 (nilai 2)**
   - Berapakah sisa kas bulanan mereka (pendapatan dikurangi total pengeluaran)? **Rp2.300.000 (nilai 2)**

2. Perencanaan Dana Darurat:

   - Berapakah target dana darurat yang harus mereka miliki dengan asumsi dana darurat 6 kali pengeluaran bulanan? **Rp70.200.000 (nilai 2)**
   - Jika mereka mengalokasikan seluruh sisa kas bulanan mereka untuk dana darurat, berapa bulan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai target tersebut (dengan asumsi dana awal Rp15.000.000 sudah ada)? **24 bulan (nilai 2)**

3. Perencanaan Asuransi Jiwa:
   - Mengacu pada kebutuhan keluarga, berapa estimasi uang pertanggungan asuransi jiwa minimal dan ideal yang sebaiknya dimiliki Pak Toni sebagai kepalakeluarga? (Gunakan metode pendapatan: 5-10 kali pendapatan tahunan).

     Minimal: 5 × Rp96.000.000 = **Rp480.000.000 (nilai 2)**

     Ideal: 10 × Rp96.000.000 = **Rp960.000.000 (nilai 2)**

4. Perencanaan Dana Pendidikan Anak:

Hitunglah estimasi biaya masuk pendidikan a. SD, b. SMP, c. SMA, d. Kuliah pada saat anak akan masuk, dengan memperhitungkan inflasi 4% per tahun.

- Biaya Masuk SD: (5 tahun lagi)**Rp36.499.500 (nilai 2)**
- Biaya Masuk SMP: (11 tahun lagi)**Rp61.578.000 (nilai 2)**
- Biaya Masuk SMA: (14 tahun lagi)**Rp86.583.500 (nilai 2)**
- Biaya Masuk Kuliah: (17 tahun lagi) **Rp292.185.000 (nilai 2)**

Hitunglah estimasi total biaya masuk Pendidikan untuk semua level tersebut diatas **Rp476.846.000 (nilai 2)**

Jika mereka ingin mengumpulkan dana ini melalui investasi dengan imbal hasil 8% per tahun, berapakah rata-rata jumlah yang harus mereka sisihkan setiap bulan untuk memenuhi total biaya pendidikan anak tersebut? (Angka ini tidak perlu memperhitungkan kapan dana akan diambil, cukup total lump sum yang dibutuhkan). **Rp1.117.700 (nilai 2)**

5. Perencanaan Dana Pensiun:

   - Hitunglah estimasi pengeluaran bulanan keluarga saat pensiun (usia 60 tahun), dengan asumsi KPR sudah lunas dan pengeluaran saat ini (needs + wants) sudah disesuaikan inflasi selama 30 tahun. **Rp24.974.180. (nilai 2)**
   - Berapakah total dana pensiun (lump sum) yang harus mereka miliki saat usia 60 tahun agar dapat menopang gaya hidup selama 20 tahun setelah pensiun, dengan asumsi dana tersebut masih diinvestasikan dan memberikan imbal hasil 8% per tahun selama masa pensiun? **Rp2.942.316.000** (sekitar **Rp2,94 miliar**) **(nilai 2)**
   - Berapakah rata-rata jumlah yang harus mereka sisihkan setiap bulan dari sekarang (selama 30 tahun) untuk mencapai target dana pensiun tersebut, dengan asumsi investasi memberikan imbal hasil 8% per tahun? **Rp2.113.800 (nilai 2)**

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# FISIKA

Kumpulan Soal OSN

# SOAL-JAWAB SEMIFINAL OSN FISIKA 2025
## Online Test, 11 September 2025, Jam 08.00-10.00 WIB

1. **[35 poin]** Pada tahun 1995, terdapat wahana bernama *Galileo Atmospheric Probe* yang dibuat manusia untuk melakukan penelitian tentang planet Jupiter. Hingga sekarang, ini merupakan wahana satu-satunya yang pernah masuk ke dalam atmosfer planet Jupiter, sebelum akhirnya hancur akibat tekanan ekstrim pada kedalaman $d$ dari permukaan Jupiter. Wahana ini memiliki misi untuk menyelidiki atmosfer Jupiter secara langsung, salah satunya untuk menentukan massa jenis gas di Jupiter. Untuk menyerhanakan perhitungan pada soal ini, anggap planet Jupiter merupakan bola gas homogen dengan jari-jari $R$. Diketahui massa wahana tersebut adalah $m$.

   a. [12 poin] Sebagai fungsi massa jenis Jupiter $(\rho)$, tentukan energi potensial wahana ketika berada di dalam Jupiter pada jarak $r$ dari pusat Jupiter!

   Awalnya wahana ini dikirim dari sebuah stasiun induk *Galileo* yang mengorbit Jupiter, lalu wahana ini diatur agar masuk ke permukaan Jupiter dengan kecepatan $v_p$ dan sudut $30^0$ terhadap arah radial. Selama masuk ke Jupiter, wahana ini terus mengirimkan data telemetri berupa sudut yang dibentuk antara vektor kecepatan terhadap arah radial menuju pusat Jupiter. Sesaat sebelum hancur, data sudut yang diterima oleh para ilmuwan adalah $\alpha_c = 45^0$.

   b. [5,5 poin] Tentukan massa jenis Jupiter!

   Penelitian lanjutan tentang struktur planet Jupiter dilakukan pada tahun 2016, dengan mengirimkan wahana lain yang bernama $Juno$. Salah satu tujuan wahana ini adalah untuk menyelidiki distribusi massa planet Jupiter. Hasil penelitiannya menunjukan bahwa Jupiter terdiri dari inti padat dengan jari-jari $R_s$, lalu diluarnya barulah terdapat gas hingga permukaan Jupiter. Berikut fungsi distribusi massa jenisnya.

$$0 \le r \le R_s \ : \ \rho = \rho_s$$

$$R_s \le r \le R \ : \ \rho = \rho_g \left(1 - \frac{r}{R}\right)$$

   Perhatikan bahwa sekarang massa jenis gas Jupiter tidaklah seragam, melainkan semakin kecil jika menjauh dari pusat Jupiter.

   c. [8,5 poin] Tentukan massa total planet Jupiter!

   d. [9,0 poin] Untuk penyederhanaan perhitungan, pada soal bagian ini ambil nilai $R_s = \frac{R}{2}$. Tentukanlah medan gravitasi pada jarak $r$! Tinjau semua daerah.

**Jawab:**

a. [12 poin] Gaya gravitasi yang dirasakan wahana pada jarak $r \geq R$ di dalam jupiter adalah $F_{out} = -\frac{GMm}{r^2}$, [1,5 poin] sedangkan pada jarak $r < R$ adalah

$$F_{in} = -\frac{GM_{enc}m}{r^2} \qquad [1{,}5 \text{ poin}]$$

Dimana $M_{enc} = \rho\frac{4}{3}\pi r^3$ [1,5 poin], sehingga $F_{in} = -\frac{4}{3}\pi G\rho m r$ [1,5 poin]. Energi potensial gravitasi di jarak tersebut adalah

$$EP = -\int_{\infty}^{r} F dr$$

$$EP = -\int_{\infty}^{R} F_{out} dr - \int_{R}^{r} F_{in} dr \qquad [2{,}5 \text{ poin}]$$

$$EP = -\frac{GMm}{R} + \frac{2}{3}\pi G\rho m(r^2 - R^2) = -\frac{G\left(\frac{4}{3}\pi R^3\right)m}{R} + \frac{2}{3}\pi G\rho m(r^2 - R^2) \text{ [2 poin]}$$

$$\boldsymbol{EP = -\frac{2}{3}\pi G\rho m(3R^2 - r^2)} \qquad [1{,}5 \text{ poin}]$$

b. [5,5 poin] Momentum sudut tetap kekal saat wahana masuk ke Jupiter hingga hancur

$$mv_p \sin 30^0\, R = mv_H \sin 45^0\,(R - d) \qquad [1{,}5 \text{ poin}]$$

$$v_H = \frac{v_p R}{\sqrt{2}(R-d)} \qquad [1 \text{ poin}]$$

Gunakan hukum kekekalan energi dari saat wahana masuk Jupiter hingga hancur

$$\frac{1}{2}mv_p^2 - \frac{2}{3}\pi G\rho m(3R^2 - R^2) = \frac{1}{2}mv_H^2 - \frac{2}{3}\pi G\rho m(3R^2 - (R-d)^2) \qquad [1{,}5 \text{ poin}]$$

Sehingga didapatkan

$$\boldsymbol{\rho = \frac{3v_p^2(4Rd - R^2 - 2d^2)}{8\pi Gd(2R - d)(R - d)^2}} \qquad [1{,}5 \text{ poin}]$$

c. [8,5 poin] Massa inti padat Jupiter adalah

$$m_s = \rho_s V_s = \rho_s \frac{4}{3}\pi R_s^3 \qquad [1{,}5 \text{ poin}]$$

Massa gas Jupiter adalah $m_g = \int_{R_s}^{R} \rho_g \left(1 - \frac{r}{R}\right) dV$ [1,5 poin]

$$m_g = \int_{R_s}^{R} \rho_g \left(1 - \frac{r}{R}\right) 4\pi r^2 dr = 4\pi\rho_g \left[\left(\frac{R^3}{3} - \frac{R^4}{4R}\right) - \left(\frac{R_s^3}{3} - \frac{R_s^4}{4R}\right)\right]$$

$$= 4\pi\rho_g \left(\frac{R^3}{12} - \frac{R_s^3}{3} + \frac{R_s^4}{4R}\right) \qquad [3 \text{ poin}]$$

Sehingga massa total Jupiter adalah $M = m_s + m_g$ [1,5 poin]

$$\boldsymbol{M = \frac{4}{3}\pi\rho_s R_s^3 + \frac{4}{3}\pi\rho_g\left(\frac{R^3}{4} - R_s^3 + \frac{3R_s^4}{4R}\right)} \quad \text{[1 poin]}$$

d. [9,0 poin] Dengan nilai $R_s = \frac{R}{2}$, maka $M = \frac{4}{3}\pi\rho_s\left(\frac{R}{2}\right)^3 + \frac{4}{3}\pi\rho_g\left(\frac{11R^3}{64}\right)$, [1,5 poin]sehingga medan gravitasi di luar Jupiter

$$r \geq R \;:\; g_{out} = -\frac{G\left(\frac{1}{6}\pi\rho_s R^3 + \frac{11}{48}\pi\rho_g R^3\right)}{r^2} \quad \text{[1,5 poin]}$$

$$\boldsymbol{g_{out} = -\frac{G\pi R^3(8\rho_s + 11\rho_g)}{48r^2}}$$

Berikut medan gravitasi pada bagian inti padat Jupiter

$$0 \leq r \leq R_s \;:\; g_s = -\frac{G\left(\frac{4}{3}\pi\rho_s r^3\right)}{r^2} \quad \text{[1,5 poin]}$$

$$\boldsymbol{g_s = -\frac{4}{3}\pi G\rho_s r}$$

Lalu pada bagian gas Jupiter, massa yang berkontribusi memberi medan gravitasi adalah $\frac{4}{3}\pi\rho_s\left(\frac{R}{2}\right)^3 + m_g'$,

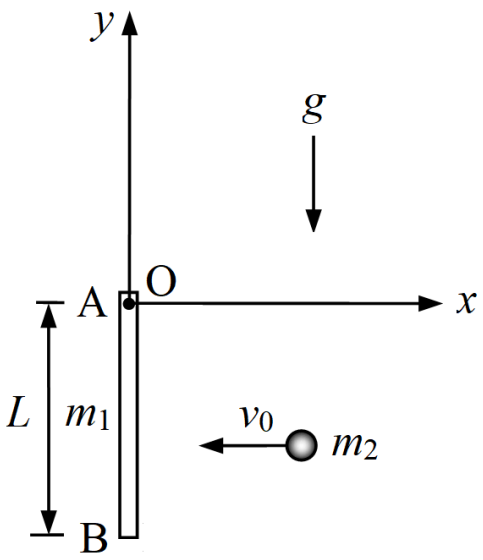
dimana $m_g' = \int_{\frac{R}{2}}^{r}\rho_g\left(1 - \frac{r}{R}\right)4\pi r^2 dr = 4\pi\rho_g\left[\left(\frac{r^3}{3} - \frac{r^4}{4R}\right) - \left(\frac{5R^3}{192}\right)\right]$ [1,5 poin]

$$R_s \leq r \leq R \;:\; g_l = -\frac{G\left(\frac{1}{6}\pi\rho_s R^3 + 4\pi\rho_g\left(\frac{r^3}{3} - \frac{r^4}{4R} - \frac{5R^3}{192}\right)\right)}{r^2} \quad \text{[1,5 poin]}$$

$$\boldsymbol{g_l = -\frac{G\pi R^3}{48r^2}(8\rho_s - 5\rho_g) - 4\pi G\rho_g\left(\frac{r}{3} - \frac{r^2}{4R}\right)} \quad \text{[1,5 poin]}$$

***

2. **[35 poin]** Sebuah batang tipis homogen AB dengan massa $m_1$ dan panjang $L$ digantung bebas dengan ujung A terletak pada poros licin di titik O. Batang dapat berputar di bidang vertikal. Mula-mula batang tergantung ke bawah. Sebuah peluru bermassa $m_2$ bergerak dengan kecepatan horizontal $v_0$ menumbuk batang sedemikian sehingga setelah tumbukan peluru bersarang di dalam batang dan gaya horizontal poros O terhadap batang sesaat setelah tumbukan sama dengan nol. Sudut $\theta$ adalah sudut antara garis vertikal ke bawah (posisi batang mula-mula) dengan sistem (batang dan peluru) setelah tumbukan terjadi. Saat titik B berada pada titik tertinggi, sistem terlepas dari poros. Percepatan gravitasi $g$ ke bawah.




   a. [24 poin] Tentukan gaya horizontal dan vertikal yang diberikan poros pada sistem (batang dan peluru) sebagai fungsi $\theta$ dinyatakan dalam semua besaran yang disebutkan di atas.

   b. [11 poin] Sesaat ketika titik B berada pada posisi tertinggi sebelum sistem lepas dari poros O, kecepatan sudut sistem sama dengan $\omega_1$. Tuliskan nilai $\omega_1$ dinyatakan dalam besaran-besaran di atas. Selanjutnya sistem lepas dari poros saat waktu $t = 0$. Tentukan koordinat titik B $(x_B(t), y_B(t))$ sebagai fungsi waktu $t$.

**Jawab:**

a. (24 poin) Misalnya jarak antara titik tumbukan dengan O adalah *d*. Misalnya terdapat gaya luar horizontal *F* yang bekerja terhadap pusat tumbukan. Persamaan torka yang bekerja pada titik O adalah

(2x1 poin)
$$\sum \tau = I_O \alpha \rightarrow Fd = I_O \alpha \rightarrow \alpha = \frac{Fd}{I_O} = \frac{3Fd}{m_1 L^2} \qquad (1)$$

dengan $\alpha$ = percepatan sudut pusat batang dan $I_O = \frac{1}{3} m_1 L^2$ = momen inersia sistem terhadap titik O. Pada saat tumbukan, komponen horizontal percepatan pusat massa batang adalah

(1 poin)
$$a_x = \alpha \frac{L}{2} = \frac{3Fd}{2m_1 L} \qquad (2)$$

Misalnya komponen horizontal gaya yang diberikan oleh poros pada batang adalah $F_x$.

Persamaan gaya pada batang adalah

(1 poin) $$F - F_x = m_1 a_x \rightarrow F_x = F - m_1 a_x \quad (3)$$

Substitusi (2) ke (3) diperoleh

$$F_x = F - \frac{3Fd}{2L} = F\left(1 - \frac{3d}{2L}\right) \quad (4)$$

Dalam soal diketahui bahwa gaya horizontal poros $F_x$ pada batang sama dengan nol. Maka dari (4) diperoleh

(1,5 poin) $$d = \frac{2}{3}L \quad (5)$$

Tumbukan antara peluru dengan batang memenuhi hukum kelestarian momentum. Misalnya kecepatan sistem (batang $m_1$ + peluru $m_2$) sesaat setelah tumbukan adalah *v*. Maka hukum kelestarian momentum adalah

(1,5 poin) $$m_2 v_0 = (m_1 + m_2)v \rightarrow v = \frac{m_2 v_0}{m_1 + m_2} \quad (6)$$

Misalnya jarak antara pusat massa sistem (batang + peluru) dengan titik O adalah $y_c$. Dengan menggunakan (5), rumus jarak pusat massa dari O adalah

(1 poin) $$y_c = \frac{m_1(L/2) + m_2 d}{m_1 + m_2} = \frac{m_1(L/2) + m_2(2L/3)}{m_1 + m_2} = \frac{3m_1 + 4m_2}{6(m_1 + m_2)}L \quad (7)$$

Dengan menggunakan (6) dan (7), sesaat setelah tumbukan, kecepatan sudut sistem (batang + peluru) mula-mula adalah

(1,5 poin) $$\omega_0 = \frac{v}{y_c} = \frac{m_2 v_0}{m_1 + m_2}\frac{6(m_1 + m_2)}{(3m_1 + 4m_2)L} = \frac{6m_2 v_0}{(3m_1 + 4m_2)L} \quad (8)$$

Dengan menggunakan (5). momen inersia sistem (batang + peluru) terhadap titik O adalah

(1 poin) $$I = \tfrac{1}{3}m_1 L^2 + m_2 d^2 = \frac{3m_1 + 4m_2}{9}L^2 \quad (9)$$

Anggap pada saat awal ketika sistem seat setelah tumbukan (posisi sistem masih vertikal), energi potensial sistem sama dengan nol. Ketika sistem (batang + peluru) membentuk sudut $\theta$ terhadap vertikal, maka energi potensial pusat sistem adalah $(m_1 + m_2)gy_c(1 - \cos\theta)$, sedangkan energi kinetik sistem adalah $\frac{1}{2}I\omega^2$. Karena poros licin, ketika sistem berotasi terhadap O maka berlaku hukum kelestarian energi.

(1,5 poin) $$\tfrac{1}{2}I\omega_0^{\,2} = \tfrac{1}{2}I\omega^2 + (m_1 + m_2)gy_c(1 - \cos\theta) \quad (10)$$

Dengan menggunakan (7), (8) dan (9) diperoleh kuadrat kecepatan sudut sistem

$$\omega^2 = \omega_0^{\,2} - \frac{2(m_1 + m_2)gy_c(1 - \cos\theta)}{I}$$

(2 poin) $$\omega^2 = \frac{36m_2^2 v_0^2}{(3m_1+4m_2)^2 L^2} - \frac{3g(1-\cos\theta)}{L} \quad (11)$$

Ketika sistem berputar dengan sudut putar $\theta$, persamaan torka sistem terhadap titik O adalah

(1 poin) $$\sum \tau = I\alpha' \rightarrow (m_1+m_2)gy_c \sin\theta = I\alpha' \quad (12)$$

Dengan menggunakan (7) dan (9) maka percepatan sudut sistem sebagai fungsi $\theta$ adalah

(1 poin) $$\alpha' = \frac{3g\sin\theta}{2L} \quad (13)$$

Komponen percepatan pusat massa sistem $a_{cx}$ dan $a_{cy}$ masing-masing pada arah *x* dan *y* diberikan oleh

(1 poin) $$a_{cx} = \alpha' y_c \cos\theta + \omega^2 y_c \sin\theta \quad (14a)$$

(1 poin) $$a_{cx} = -\alpha' y_c \sin\theta + \omega^2 y_c \cos\theta \quad (14b)$$

Komponen gaya yang diberikan poros pada sistem pada arah *x* dan *y* berturut-turut adalah $N_x$ dan $N_y$ yang dirumuskan sebagai

(1,5 poin) $$N_x = (m_1+m_2)a_{cx} = (m_1+m_2)y_c(\alpha'\cos\theta + \omega^2\sin\theta) \quad (15a)$$

(1,5 poin) $$N_y = (m_1+m_2)(g+a_{cy}) = (m_1+m_2)y_c(-\alpha'\sin\theta + \omega^2\cos\theta) \quad (15b)$$

Dengan memasukkan (7), (11), (13) diperoleh

(1,5 poin) $$N_x = \frac{(3m_1+4m_2)g}{4}(3\sin\theta\cos\theta - 2\sin\theta) + \frac{6m_2^2 v_0^2}{(3m_1+4m_2)L}\sin\theta \quad (16a)$$

(1,5 poin) $$N_y = (m_1+m_2)g + \frac{6m_2^2 v_0^2}{(3m_1+4m_2)L}\cos\theta + \frac{(3m_1+4m_2)g}{4}(3\cos^2\theta - 2\cos\theta - 1) \quad (16b)$$

Nampak bahwa dari persamaan (16a), ketika sesaat setelah tumbukan maka $\theta$ = 0 sehingga $N_x = 0$ sesuai dengan deskripsi pada soal.

b. (11 poin) Ketika titik B berada pada posisi tertinggi sesaat sebelum lepas dari poros, nilai $\theta = \pi$. Persamaan (11) menjadi [1 poin]

(3 poin) $$\omega_1 = \sqrt{\frac{36m_2^2 v_0^2}{(3m_1+4m_2)^2 L^2} - \frac{6g}{L}} \quad (17)$$

Setelah sistem lepas dari poros, pusat massa sistem mengalami gerak parabola dengan sistem berputar searah jarum jam pada bidang vertikal. Koordinat pusat massa sistem adalah

$$(x_{cm}(t), y_{cm}(t)) \quad \text{dengan}$$

(1 poin) $$x_{cm} = v_1 t = \omega_1 y_c t \quad (18a)$$

(1 poin) $y_{cm} = y_c - \frac{1}{2} g t^2$ (18b)

Karena sistem berputar dengan kecepatan sudut $\omega_1$, maka koordinat titik B relatif terhadap pusat massa sistem adalah

(1 poin) $x_B' = (L - y_c)\sin \omega_1 t$ (19a)

(1 poin) $y_B' = (L - y_c)\cos \omega_1 t$ (19b)

Akhirnya posisi B terhadap titik O adalah

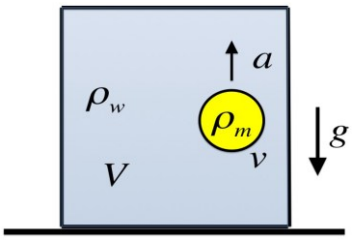
(1,5 poin) $x_B(t) = x_{cm} + x_B' = \omega_1 y_c t + (L - y_c)\sin \omega_1 t$ (20a)

(1,5 poin) $y_B(t) = y_{cm} + y_B' = y_c - \frac{1}{2} g t^2 + (L - y_c)\cos \omega_1 t$ (20b)

dengan $y_c$ diberikan oleh persamaan (7), dan $\omega_1$ diberikan oleh persamaan (17).

***

3. **[30 poin]** Diketahui sebuah tangki air (toren besar) berisi air dengan volume total $V$, dan $\rho_w$ adalah massa jenis air. Di dalam toren terdapat benda kecil dengan volume $v$ dan massa jenis $\rho_m < \rho_w$ (lihat gambar). Toren beserta isinya tersebut diletakkan pada permukaan meja yang stabil. Anggap besar percepatan gravitasi konstan $g$ dan massa toren cukup kecil sehingga boleh diabaikan.




(a) [7,5 poin] Karena $\rho_m < \rho_w$, benda kecil akan mengalami percepatan ke atas yang ditimbulkan oleh gaya apung. Tentukan besar gaya apung yang bekerja pada benda kecil tersebut serta hitung besar percepatan yang dialaminya. Abaikan efek viskositas. Nyatakan dalam $\rho_m$, $\rho_w$ dan besaran lainnya yang diperlukan.

(b) [10,5 poin] Efek dari benda kecil tadi yang bergerak ke atas adalah berpindahnya sebagian air ke bawah sehingga kedua pusat massa air dan pusat massa sistem secara keseluruhan akan juga berpindah. Hitung besar dan arah percepatan pusat massa sistem secara keseluruhan.

(c) [3 poin] Tentukan besar dan arah gaya gravitasi total yang bekerja pada sistem secara keseluruhan.

(d) [9 poin] Tentukan gaya normal yang diberikan oleh permukaan meja pada toren.

**Jawab:**

(a) [7,5 poin]

Gaya apung ke atas diberikan oleh $F_a = \rho_w v g$, [0,75 poin]

yang melawan gaya berat (gravitasi) ke bawah $F_g = -\rho_m v g$, [0,75 poin]

sehingga gaya total ke atas adalah $F = (\rho_w - \rho_m) v g$. [1,5 poin]

Dengan menggunakan hukum kedua Newton diperoleh persamaan

$(\rho_w - \rho_m) v g = \rho_m v a_m$, dengan $a_m$ adalah besar percepatan ke atas. [1,5 poin]

Jadi, besar percepatan benda terapung adalah $a_m = \left(\frac{\rho_w}{\rho_m} - 1\right) g$ [3 poin]

(b) [10,5 poin] Katakan $x_m$ adalah ketinggian benda kecil dari permukaan meja, dan $x_w$ adalah ketinggian pusat massa air. Maka ketinggian pusat massa sistem keseluruhan adalah

$$x_{CM} = \frac{x_m \rho_m V + x_w \rho_w V}{\rho_m V + \rho_w V},$$ [3 poin]

sehingga besar percepatan pusat massa sistem adalah

$$a_{CM} = \frac{a_m \rho_m V + a_w \rho_w V}{\rho_m V + \rho_w V} \,. \qquad \text{[1,5 poin]}$$

Percepatan $a_m$ telah diperoleh dari bagian (a) di atas, yaitu $a_m = \left(\frac{\rho_w}{\rho_m} - 1\right) g$, sehingga tinggal dicari percepatan pusat massa air $a_w$ .

Caranya: perhatikan bahwa air dengan volume $V - v$ tetap berada di tempatnya sementara air dengan volume *v* mengalami percepatan ke bawah $-a_m$ sehingga:

$$a_w = \frac{(V - v)\cdot 0 - v a_m}{V} = -\frac{v}{V} a_m \qquad \text{[3 poin]}$$

Dengan demikian, percepatan pusat massa sistem keseluruhan ke bawah adalah

$$a_{CM} = a_m \frac{(\rho_m - \rho_w)v}{\rho_m V + \rho_w V} = -\frac{(\rho_w - \rho_m)^2 vg}{\rho_m(\rho_m V + \rho_w V)} \qquad \text{[3 poin]}$$

(c) [3 poin] Gaya gravitasi total yang bekerja pada sistem keseluruhan adalah:

$$F_g = -(\rho_m V + \rho_w V) g \qquad \text{[3 poin]}$$

(d) [9 poin] Menentukan gaya normal *N* yang diberikan oleh permukaan meja pada tandon: dengan arah *N* ke atas, gaya total yang bekerja pada sistem adalah

$$F_{tot} = F_g + N = -(\rho_m V + \rho_w V) g + N \qquad \text{[3 poin]}$$

Gaya total $F_{tot}$ tersebut harus sama dengan massa total sistem dikalikan dengan percepatan pusat massa $a_{CM}$ , yaitu

$$F_s = (\rho_m V + \rho_w) a_{CM} = -\frac{(\rho_w - \rho_m)^2 vg}{\rho_m} \equiv F_{tot} \,. \qquad \text{[3 poin]}$$

Dengan demikian, gaya normalnya adalah

$$N = (\rho_m V + \rho_w V) g - \frac{(\rho_w - \rho_m)^2 vg}{\rho_m} = \rho_w V g + (2\rho_w \rho_m - \rho_w{}^2)\frac{vg}{\rho_m} \qquad \text{[3 poin]}$$

***

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

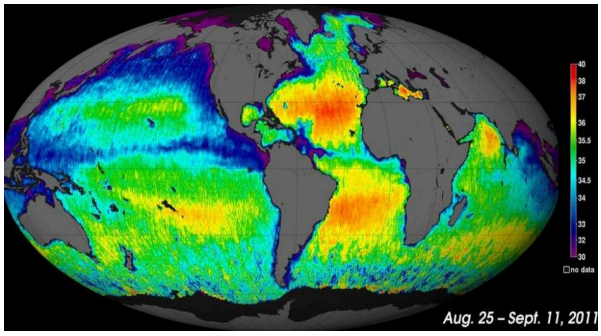
KEMENDIKDASMEN RAMAH

# GEOGRAFI

Kumpulan Soal OSN

**1**

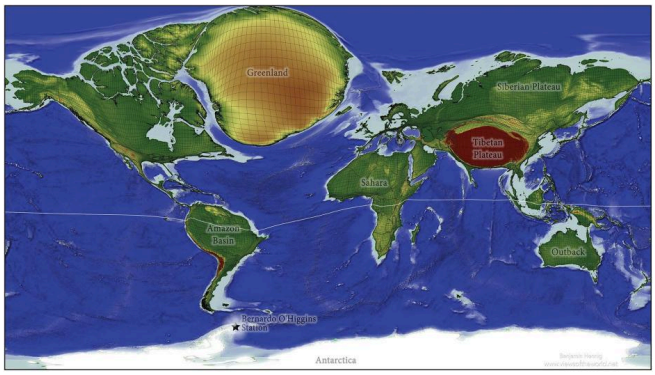
Perhatikan anomali salinitas rendah (ditunjukkan oleh warna biru tua dan ungu) di Samudra Atlantik yang berlokasi di lepas pantai timur laut Amerika Selatan. Pola anomali yang menjulur jauh ke laut tersebut terbentuk sebagai akibat dari interaksi kompleks antara faktor hidrologis dan oseanografis. Faktor utama yang menyebabkan fenomena tersebut adalah...




- A. Debit air tawar dalam volume masif dari sistem Sungai Amazon yang mengencerkan air laut di permukaan.
- B. Proses *upwelling* yang membawa massa air dingin dari laut dalam yang memiliki kadar garam lebih rendah ke permukaan.
- C. Tingkat presipitasi yang sangat tinggi di atas permukaan laut akibat pengaruh Zona Konvergensi Antar Tropis (ITCZ) yang bersifat stasioner.
- D. Pencairan massa es dari gletser di Pegunungan Andes yang terbawa oleh Arus Guiana menuju perairan terbuka.
- E. Adanya palung laut dalam yang memerangkap massa air dengan salinitas rendah sehingga tidak tercampur dengan air di sekitarnya.

**2**

Peta ini adalah sebuah kartogram kerapatan setara (*density-equalizing cartogram*) yang secara visual merepresentasikan variabel 'keterpencilan' (*remoteness*) dengan mendistorsi luas wilayah geografis. Wilayah yang sangat terpencil, yang diukur dari waktu tempuh ke kota besar terdekat, digambarkan jauh lebih besar dari luas sebenarnya, sementara wilayah padat penduduk dan terhubung menyusut secara drastis. Analisis mendalam terhadap pola distorsi pada peta ini menunjukkan bahwa...




- A. Terdapat korelasi positif yang kuat antara tingkat keterpencilan dengan keberadaan faktor pembatas fisik (*physical limiting factors*) bagi permukiman manusia, seperti iklim ekstrem dan relief kasar.
- B. Wilayah dengan distorsi terbesar cenderung memiliki cadangan sumber daya alam strategis (minyak, gas, mineral) yang paling melimpah namun belum dieksploitasi.
- C. Teknik visualisasi ini gagal secara akurat karena distorsi yang dihasilkan lebih merefleksikan kepadatan penduduk (*population density*) daripada aksesibilitas atau konektivitas.
- D. Sebagian besar wilayah yang terdistorsi secara signifikan (menggembung) merupakan wilayah dependensi atau teritori otonom, bukan negara berdaulat penuh.
- E. Pola keterpencilan global ini utamanya dibentuk oleh faktor isolasi maritim, di mana daratan yang dikelilingi lautan luas (contoh: Greenland) selalu lebih terpencil daripada daratan kontinental.

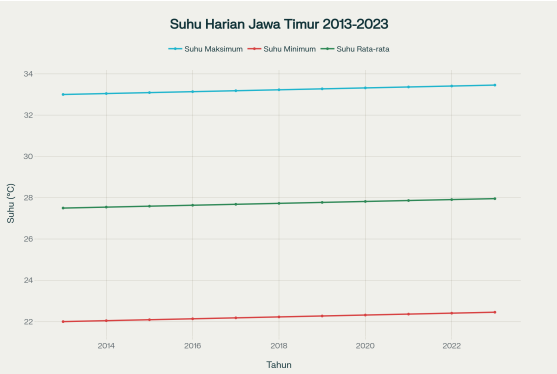
**3**

Grafik produksi pangan Indonesia (2017-2021) menunjukkan adanya tantangan serius, di mana produksi beras mengalami stagnasi, jagung cenderung menurun, sementara produksi kedelai berada pada level yang sangat rendah. Penurunan dan stagnasi ini salah satunya dipengaruhi oleh tantangan iklim dan degradasi sumber daya. Strategi yang paling komprehensif dan berkelanjutan untuk menghadapi tantangan multifaset ini adalah...

- A. Melakukan program ekstensifikasi atau pencetakan sawah baru secara masif di luar Jawa, terutama untuk mengejar target produksi jagung dan kedelai.
- B. Mengurangi diversifikasi komoditas di tingkat petani dan memfokuskan seluruh subsidi serta sumber daya hanya pada komoditas beras untuk menjamin keamanan pangan pokok.
- C. Meningkatkan investasi pada riset dan implementasi teknologi pertanian adaptif iklim, seperti pengembangan varietas unggul berketahanan iklim, yang diiringi dengan modernisasi dan manajemen jaringan irigasi.
- D. Menerapkan kebijakan proteksionis dengan menaikkan tarif impor secara signifikan untuk jagung dan kedelai guna mendongkrak harga di tingkat petani dan mendorong peningkatan produksi domestik.
- E. Mempertahankan program intensifikasi pertanian konvensional yang ada saat ini karena telah terbukti mampu menjaga produksi beras di level tertinggi, sambil mengandalkan impor untuk menutupi defisit komoditas lain.

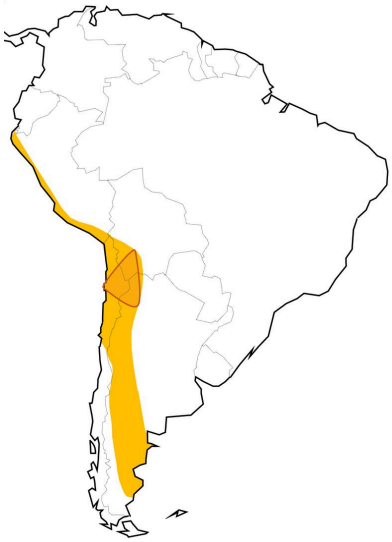
**4**

Grafik menunjukkan tren kenaikan suhu minimum, rata-rata, dan maksimum di Jawa Timur (2013-2023). Sebuah studi pada periode yang sama mengemukakan sebuah dilema: kenaikan suhu *rata-rata* sebesar 0,5°C berkorelasi positif dengan peningkatan produktivitas padi sebesar 3%, namun kenaikan suhu *ekstrem* (terutama suhu maksimum harian dan suhu minimum malam hari) secara global diketahui dapat mengganggu proses fisiologis tanaman. Berdasarkan integrasi data grafik dan deskripsi tersebut, interpretasi yang paling akurat mengenai hubungan suhu dengan produktivitas tanaman adalah...




- A. Karena kenaikan suhu maksimum (kurva biru) pada grafik tidak menunjukkan lonjakan yang signifikan, maka dampak negatif dari suhu ekstrem terhadap produktivitas padi di Jawa Timur dapat diabaikan untuk saat ini.
- B. Kenaikan suhu minimum (kurva merah) merupakan faktor yang paling menguntungkan karena suhu malam hari yang lebih hangat akan memperpanjang fase pertumbuhan vegetatif tanaman padi.
- C. Efek pemanasan terhadap produktivitas bersifat non-linear; kenaikan suhu rata-rata yang moderat mungkin masih berada dalam rentang optimal, namun peningkatan kontinu suhu minimum dan maksimum berisiko melampaui ambang batas toleransi fisiologis tanaman.
- D. Studi yang menunjukkan korelasi positif membuktikan bahwa varietas padi lokal di Jawa Timur telah beradaptasi sempurna terhadap pemanasan, sehingga isu gangguan metabolisme tidak lagi relevan untuk wilayah ini.
- E. Hanya suhu rata-rata (kurva hijau) yang memiliki pengaruh nyata terhadap produktivitas tanaman, sementara fluktuasi suhu maksimum dan minimum merupakan variasi data yang tidak berdampak langsung pada hasil panen.

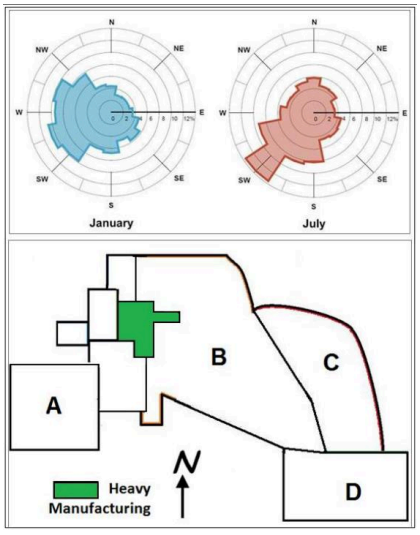
**5**



Kawasan dataran tinggi di Amerika Selatan yang diarsir pada peta merupakan lokasi vital yang menyimpan mayoritas cadangan mineral strategis dunia. Kawasan ini memiliki julukan geopolitik dan ekonomi yang terkenal, yaitu:

- A. Segitiga Tembaga
- B. Segitiga Timah
- C. Segitiga Litium
- D. Segitiga Perak
- E. Segitiga Emas

**6**




Pemerintah berencana membangun sebuah bandar udara baru yang membutuhkan satu landasan pacu (*runway*) utama. Berdasarkan analisis *wind rose* Januari dan Juli yang menunjukkan adanya dua arah angin dominan musiman yang kuat, serta mempertimbangkan dampak dispersi polutan (asap dan partikulat) dari kawasan industri manufaktur berat, analisis tata ruang manakah di bawah ini yang paling ideal untuk pembangunan kompleks bandar udara (meliputi landasan pacu dan terminal penumpang)?

- A. Zona A, dengan landasan pacu membentang dari Barat Daya ke Timur Laut (SW-NE) untuk memaksimalkan *headwind* saat lepas landas/mendarat, dan terminal penumpang ditempatkan di sisi barat laut landasan pacu agar selalu berada di posisi *upwind* dari emisi pabrik sepanjang tahun.
- B. Zona B, dengan landasan pacu berorientasi Utara-Selatan (N-S) karena arah ini merupakan kompromi geometris terbaik antara angin Januari (dari NE) dan Juli (dari SW), sehingga meminimalkan *crosswind* secara rata-rata tahunan.
- C. Zona C, karena saat musim angin dominan dari Barat Daya (Juli), zona ini menjadi lokasi *upwind* yang ideal dari polusi industri. Penempatan terminal di sisi timur laut akan memprioritaskan kualitas udara selama musim kemarau yang seringkali menjadi puncak aktivitas penerbangan.
- D. Zona D, karena merupakan lokasi terjauh dari pabrik sehingga dampak polusi paling minimal secara absolut. Landasan pacu dapat dibangun dengan orientasi Timur-Barat (E-W) yang tegak lurus dengan sumbu angin dominan untuk mengurangi turbulensi saat transisi musim.
- E. Seluruh zona A, B, dan C digunakan untuk membangun tiga landasan pacu pendek dengan orientasi berbeda (NW-SE, N-S, NE-SW) untuk mengakomodasi semua kemungkinan arah angin dan meningkatkan kapasitas bandara secara maksimal.

## 7

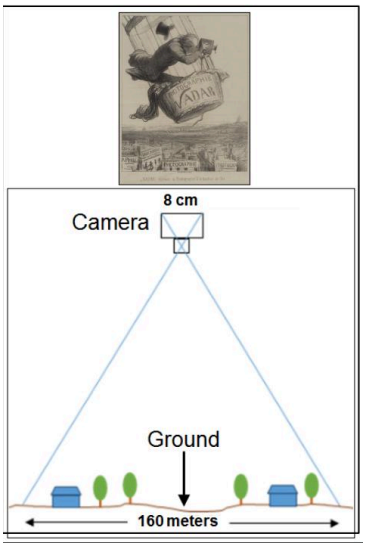
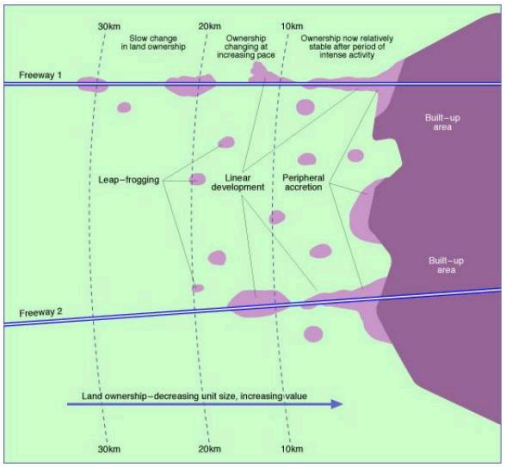



Foto udara pertama kali diambil oleh Nadar pada tahun 1858 di atas kota Paris. Bayangkan ia mengambil sebuah foto dengan kamera yang diarahkan tegak lurus ke permukaan tanah. Negatif film yang digunakan kameranya berukuran 8 cm x 8 cm dan mampu mencakup area di darat seluas 160 meter x 160 meter. Apabila negatif film tersebut kemudian dicetak dan diperbesar di atas kertas foto berukuran 40 cm x 40 cm, berapakah skala foto hasil cetakan tersebut?

- A. 1:20
- B. 1:400
- C. 1:2.000
- D. 1:5.000
- E. 1:10.000

## 8

Diagram ini secara skematis memodelkan proses ekspansi spasial sebuah kota ke wilayah pinggirannya (*rural-urban fringe*). Setiap pola yang teridentifikasi: *peripheral accretion* (pertumbuhan merayap), *linear development* (pertumbuhan sepanjang koridor), dan *leap-frogging* (pertumbuhan melompat), merupakan manifestasi spasial dari dinamika sosial-ekonomi yang kompleks di pasar lahan perkotaan. Manakah dari interpretasi berikut yang paling akurat dalam menjelaskan mekanisme fundamental yang mendorong terbentuknya pola-pola suburbanisasi tersebut?

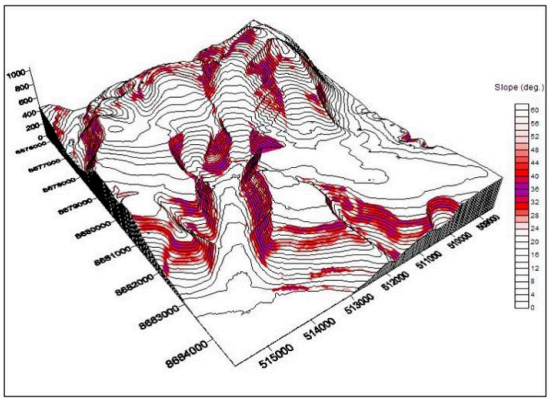



- A. Proses *leap-frogging* dan *linear development* secara dominan didorong oleh upaya spekulan dan pengembang untuk mendapatkan lahan dengan harga lebih rendah di lokasi-lokasi yang memiliki aksesibilitas tinggi (dekat jalan bebas hambatan), guna menghindari harga lahan premium di zona akresi periferi yang menempel langsung pada kota.
- B. Pola yang terlihat merupakan tahap awal dari proses gentrifikasi, di mana investor dan kelas menengah-atas membeli lahan pertanian produktif untuk membangun properti mewah, yang pada akhirnya meningkatkan nilai tanah secara eksponensial dan mengusir komunitas petani tradisional.
- C. Perkembangan kota yang diskontinu (*leap-frogging*) adalah hasil dari kebijakan tata ruang terencana yang secara spesifik mengalokasikan "sabuk hijau" (*green belts*) di antara zona-zona pengembangan untuk mencegah peleburan total antara area urban dan suburban.
- D. Penurunan ukuran unit kepemilikan tanah yang diiringi peningkatan nilai menunjukkan bahwa lahan yang lebih dekat ke kota secara inheren memiliki kualitas agronomis yang lebih rendah, sehingga secara alamiah terfragmentasi dan dijual untuk pengembangan non-pertanian.
- E. Diagram ini menggambarkan kegagalan dari model pertumbuhan konsentris (Burgess), yang seharusnya menunjukkan pertumbuhan kota secara seragam dan merata ke segala arah, bukan perkembangan yang sangat dipengaruhi oleh keberadaan infrastruktur transportasi.

## 9

Peta 3D ini menampilkan model lereng (*slope*) sebuah kawasan pegunungan yang direncanakan menjadi destinasi wisata alam. Berdasarkan analisis geomorfologi, zona berwarna ungu hingga merah (lereng 30°- 60°) diidentifikasi sebagai zona sumber (*source zone*) yang sangat rentan terhadap gerakan massa, seperti longsoran batuan (*rockfall*) saat musim kemarau atau aliran debris (*debris flow*) saat curah hujan ekstrem.

Sebuah perusahaan pengembang ditugaskan untuk merancang jalur pendakian (*hiking trail*) utama dari kaki gunung menuju salah satu puncak. Mereka mengajukan beberapa alternatif rute. Berdasarkan prinsip analisis risiko bencana dan efisiensi, manakah dari proposal desain jalur berikut yang menunjukkan pemahaman terbaik terhadap analisis medan pada peta?

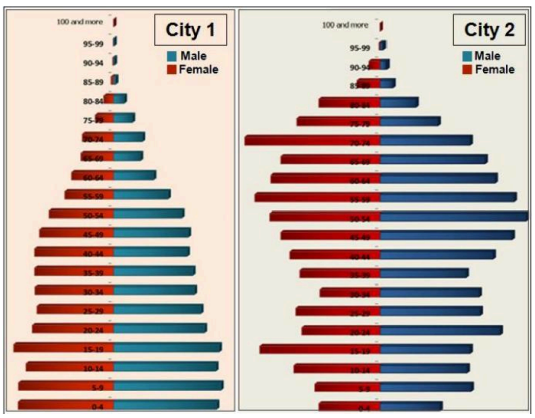



- A. Mendesain jalur lurus dan terpendek yang memotong langsung zona-zona berwarna merah untuk mencapai puncak secepat mungkin, dengan asumsi pendaki dapat bergerak cepat melewati area berbahaya.
- B. Mendesain jalur yang secara konsisten mengikuti dasar lembah dan alur sungai kering (*gully*), karena area ini cenderung memiliki gradien yang lebih landai dan menyediakan rute alami menuju ke atas.
- C. Mendesain jalur yang berkelok-kelok (*switchbacks*) menaiki punggungan bukit (*ridge*) yang memiliki kelerengan lebih rendah (zona putih/kuning), meskipun rute ini menjadi lebih panjang dan memakan waktu tempuh lebih lama.
- D. Mendesain jalur yang hanya melintasi zona berkelerengan 0-8 derajat di kaki gunung untuk menjamin keamanan absolut, namun jalur tersebut tidak akan pernah sampai ke puncak gunung.
- E. Mendesain jalur yang menghindari zona merah sepenuhnya dengan cara membangun serangkaian jembatan gantung dan struktur baja untuk melintasi di atas zona-zona bahaya tersebut.

## 10

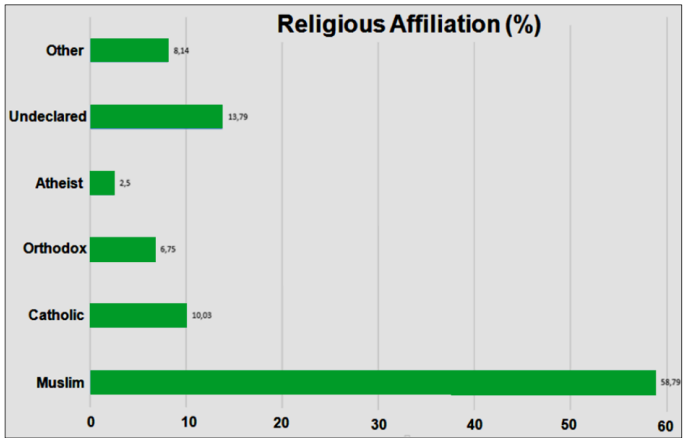
Dua piramida penduduk ini merepresentasikan dua kota dengan struktur demografi dan lintasan pembangunan yang sangat kontras. Sebuah perusahaan multinasional berencana untuk melakukan dua investasi strategis: **(1)** pabrik manufaktur padat karya yang membutuhkan pasokan tenaga kerja muda dalam jumlah besar dengan upah kompetitif, dan **(2)** pusat riset dan pengembangan (R&D) yang membutuhkan tenaga ahli berpengalaman dan terdidik dalam jumlah signifikan.

Berdasarkan analisis komparatif kedua piramida, manakah kesimpulan dan strategi alokasi investasi berikut yang paling rasional dan berwawasan ke depan?




- A. *City 1*, dengan tingkat kelahiran yang sangat tinggi, lebih cocok untuk pusat R&D karena menjamin ketersediaan tenaga kerja jenius di masa depan. *City 2*, yang sudah mapan, sebaiknya menjadi lokasi pabrik padat karya untuk menyerap sisa angkatan kerja.
- B. *City 1* memiliki beban ketergantungan usia muda yang sangat tinggi yang mengindikasikan instabilitas dan kualitas pendidikan rendah, sehingga tidak direkomendasikan untuk investasi apapun. Perusahaan sebaiknya memfokuskan kedua investasi di *City 2*.
- C. *City 1* menunjukkan struktur penduduk ekspansif khas negara berkembang dengan bonus demografi potensial (angkatan kerja muda melimpah), sehingga ideal untuk pabrik padat karya. *City 2*, dengan "tonjolan" pada usia produktif-matang (30-55 tahun), mengindikasikan adanya arus masuk imigran terampil, sehingga sangat cocok untuk pusat R&D.
- D. Tonjolan besar pada angkatan kerja di *City 2* adalah indikasi "gelembung populasi" yang akan segera memasuki masa pensiun dan memicu krisis fiskal. Oleh karena itu, investasi R&D di *City 2* sangat berisiko, dan perusahaan sebaiknya hanya menempatkan pabrik padat karya di *City 1*.
- E. Karena *City 2* memiliki proporsi lansia yang lebih banyak dan angkatan kerja yang matang, kota ini memiliki daya beli dan pasar konsumen yang lebih kuat. Oleh karena itu, kedua fasilitas sebaiknya ditempatkan di *City 2* untuk lebih dekat dengan konsumen akhir.

## 11

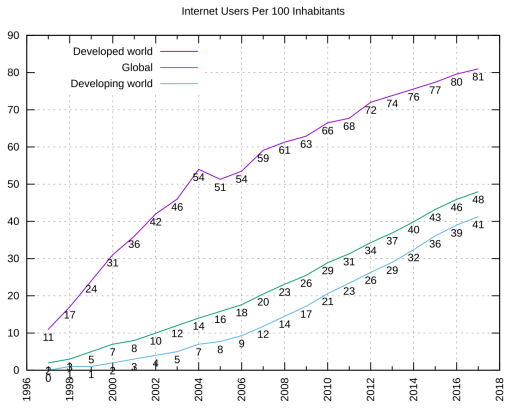



Negara manakah yang sesuai dengan data pada grafik berikut ini?

A. Albania
B. Georgia
C. Yunani
D. Moldova
E. Bosnia dan Herzegovina

## 12

Grafik ini menggambarkan laju difusi internet di negara maju (*developed world*) dan negara berkembang (*developing world*), yang secara kolektif merepresentasikan fenomena "kesenjangan digital" (*digital divide*). Dengan menganalisis secara cermat tren dan selisih (*gap*) antara kedua kurva tersebut dari tahun 1998 hingga 2018, manakah kesimpulan analitis yang paling tepat mengenai evolusi dari kesenjangan digital global?




- A. Kesenjangan digital secara konsisten dan signifikan menyempit, yang ditunjukkan oleh laju pertumbuhan (gradien kurva) di negara berkembang yang jauh lebih curam, mengindikasikan bahwa ketertinggalan akan sepenuhnya tertutup dalam waktu dekat.
- B. Kesenjangan digital secara absolut (selisih pengguna per 100 penduduk) terus melebar secara drastis sepanjang periode waktu tersebut, membuktikan bahwa kebijakan untuk mempromosikan akses internet di negara berkembang telah gagal total.
- C. Terjadi dinamika ganda: secara absolut, selisih pengguna antara negara maju dan berkembang terus melebar; namun secara relatif (rasio perbandingan), kesenjangan tersebut justru menyempit karena laju pertumbuhan di negara maju mulai melandai mendekati titik jenuh.
- D. Kurva 'Global' yang posisinya jauh lebih dekat ke kurva *'Developing world'* membuktikan bahwa penetrasi internet di negara maju tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap rata-rata global, sehingga isu kesenjangan digital sebenarnya dibesar-besarkan.
- E. Kurva *'Developed world'* yang mulai melandai menandakan tercapainya titik saturasi, sementara kurva 'Developing world' yang masih menanjak tajam akan terus tumbuh secara linear hingga mencapai 100%, sehingga kesenjangan pada akhirnya akan hilang secara alamiah.

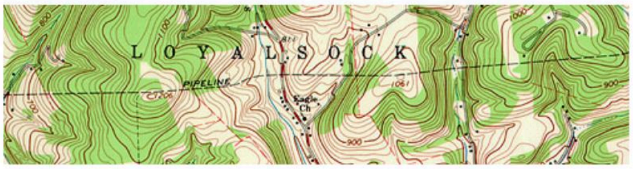
## 13

Bagian *anvil* (landasan awan) dari badai supersel sebagian besar terbentuk dari:

- A. partikel aerosol
- B. batu es (*hailstones*)
- C. kristal dan butiran es
- D. tetesan air hujan
- E. uap air

## 14

Perhatikan kedua gambar berikut ini. Gambar atas adalah foto udara pankromatik, sedangkan gambar bawah adalah peta topografi dari wilayah yang sama. Keduanya menampilkan sebuah jalur pipa (*pipeline*). Terlihat jelas bahwa kenampakan jalur pipa pada foto udara tampak berkelok-kelok, sedangkan pada peta topografi jalur tersebut digambarkan sebagai sebuah garis lurus yang tegas. Perbedaan kenampakan geometris jalur pipa ini paling tepat dijelaskan oleh fakta bahwa...

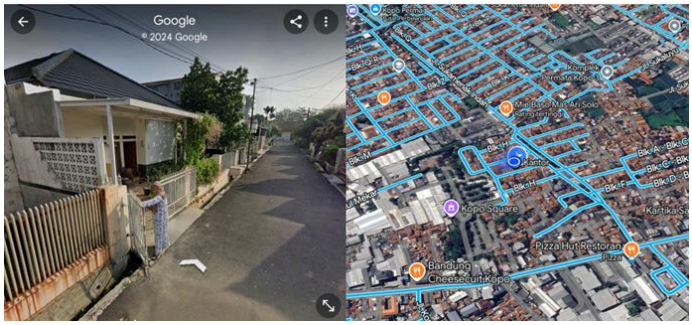



- A. Terjadi kesalahan pada saat instalasi pipa di lapangan sehingga tidak sesuai dengan perencanaan pada peta.
- B. Skala pada foto udara tidak seragam akibat variasi ketinggian, sedangkan skala peta topografi seragam.
- C. Sistem proyeksi dan datum yang digunakan pada kedua produk kartografi tersebut fundamentalnya berbeda.
- D. Foto udara tersebut belum melalui proses ortorektifikasi untuk mengoreksi distorsi akibat perbedaan relief.
- E. Resolusi spasial peta topografi lebih tinggi dibandingkan foto udara, sehingga mampu menggambarkan objek lurus dengan lebih presisi.

## 15

Aplikasi geobrowser seperti *Google Earth* mengintegrasikan berbagai jenis data geospasial untuk memberikan pengalaman virtual yang imersif. Gambar berikut menampilkan citra satelit resolusi tinggi yang ditampalkan (*overlaid*) dengan data lain, di mana tampilan Google Street View (kiri) telah disinkronkan dengan lokasi kursor pada tampilan peta (kanan).

Garis-garis biru tebal yang menyorot jaringan jalan pada citra satelit tersebut merupakan representasi visual dari data geospasial yang secara fundamental berjenis...




- A. Data Vektor
- B. Data Raster
- C. Data Atribut
- D. Data Topologi
- E. Data Tabular

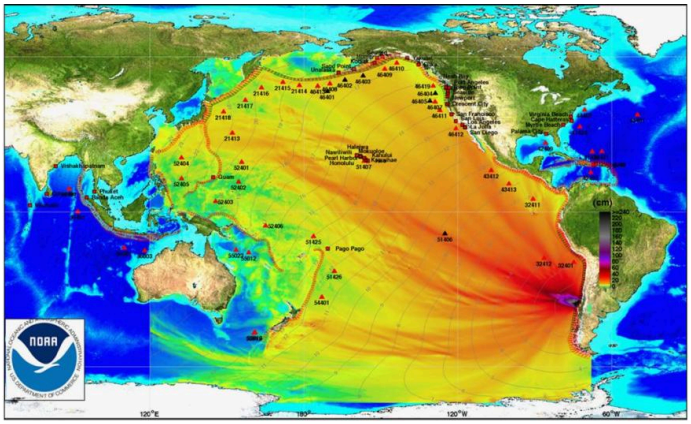
## 16

Kota yang ditunjukkan oleh gambar ini berlokasi di negara:

- A. Prancis
- B. Italia
- C. Spanyol
- D. Jerman
- E. Portugal

## 17

Gambar berikut adalah produk model numerik yang dikeluarkan oleh lembaga oseanografi dan atmosfer NOAA. Peta ini memvisualisasikan perambatan energi dari sebuah kejadian geofisika tunggal yang masif. Model pada gambar tersebut secara spesifik menggambarkan:

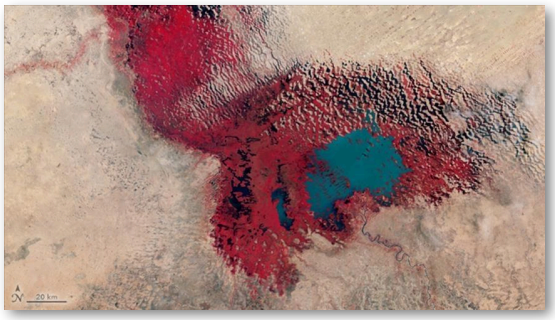



- A. Perambatan gelombang seismik primer (Gelombang P) melalui kerak samudra Pasifik setelah gempa bumi.
- B. Model perambatan gelombang badai (*storm surge*) yang diakibatkan oleh sistem tekanan rendah ekstrem di lepas pantai.
- C. Visualisasi perambatan gelombang pasang (*tidal wave*) yang dipicu oleh aktivitas tektonik bawah laut.
- D. Karakteristik gelombang yang dibangkitkan oleh tsunami.
- E. Pola dispersi anomali salinitas akibat input air tawar masif dari pencairan gletser di Pesisir Andes.

## 18

Citra satelit *false-color* ini menampilkan kondisi Danau Chad, sebuah danau dangkal di wilayah Sahel, Afrika. Dalam komposit citra ini, vegetasi sehat direpresentasikan dengan warna merah terang. Terlihat jelas bahwa badan air terbuka (warna biru/hijau tua) telah menyusut secara dramatis, sementara sebagian besar cekungan danau historis kini didominasi oleh vegetasi dan gumuk pasir yang mulai terbentuk.

Fenomena penyusutan Danau Chad ini merupakan hasil dari interaksi kompleks berbagai faktor pendorong. Manakah dari analisis berikut yang paling akurat dan komprehensif dalam menjelaskan kombinasi pendorong utama dari krisis ekologis multidimensional ini?

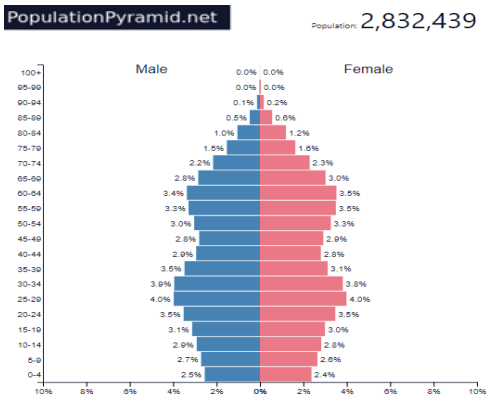


- A. Penyebab utamanya adalah murni perubahan iklim global yang memicu peningkatan laju evaporasi secara ekstrem, sehingga penguapan jauh melampaui curah hujan dan debit sungai tanpa adanya intervensi manusia yang signifikan.
- B. Ekspansi vegetasi invasif yang boros air (tampak sebagai area merah yang sangat luas) telah meningkatkan laju transpirasi secara eksponensial, yang menjadi faktor tunggal paling dominan dalam 'menyedot' sisa air danau hingga kering.
- C. Kombinasi dari variabilitas iklim regional (penurunan curah hujan dan kekeringan berkepanjangan di Sahel) dan peningkatan masif pengambilan air dari sungai-sungai pemasok (seperti Sungai Chari) untuk kebutuhan irigasi pertanian di negara-negara sekitar cekungan danau.
- D. Terjadinya proses subsidensi tektonik di dasar danau yang menyebabkan terbentuknya rekahan-rekahan besar, sehingga air danau merembes secara masif ke dalam sistem akuifer bawah tanah dan menghilang dari permukaan dalam waktu singkat.
- E. Pembangunan bendungan-bendungan raksasa di bagian hilir danau untuk proyek PLTA, yang secara efektif menyumbat aliran keluar danau dan menyebabkan pengeringan di bagian hulu cekungan.

Piramida penduduk tahun 2023 ini merepresentasikan kondisi demografis sebuah negara di kawasan Balkan yang mengalami perang destruktif dan emigrasi massal pada dekade 1990-an. Berbagai "luka" atau anomali demografis terlihat jelas, seperti penyempitan signifikan pada kohort usia produktif muda (terutama pria usia 25-29) dan basis piramida (usia 0-19) yang lebih sempit dibandingkan generasi di atasnya.

Berdasarkan analisis mendalam terhadap struktur dan anomali pada piramida tersebut, manakah yang merupakan tantangan sosial-ekonomi jangka panjang paling fundamental yang sedang dihadapi negara ini?

## 19



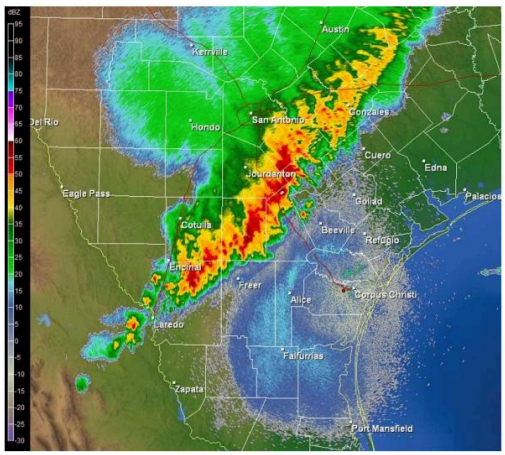

- A. Beban fiskal dari sistem pensiun dan jaminan kesehatan yang akan membengkak secara eksponensial dalam 20 tahun ke depan seiring masuknya kohort besar usia 50-60an ke masa pensiun, sementara basis pembayar pajak (angkatan kerja muda) terus menyusut.
- B. Terjebak dalam "lingkaran setan demografis" (*demographic vicious cycle*), di mana emigrasi angkatan kerja muda (*brain drain*) untuk mencari peluang ekonomi mempercepat penuaan populasi, yang kemudian semakin menekan ekonomi dan mendorong lebih banyak emigrasi di masa depan.
- C. Krisis fertilitas yang parah, di mana tingkat kelahiran yang sangat rendah (tercermin dari basis piramida yang sempit) membuat populasi negara ini tidak mampu melakukan regenerasi alami dan terancam mengalami depopulasi absolut.
- D. Ketidakseimbangan gender yang ekstrem pada kelompok usia produktif dan lansia, yang akan menciptakan disrupsi sosial dalam pembentukan keluarga (*marriage squeeze*) dan memicu ketidaksetaraan di pasar tenaga kerja.
- E. Potensi terulangnya konflik sosial di masa depan, karena "luka" demografis yang ditinggalkan oleh perang (kohort yang hilang atau menyusut) akan terus menjadi pengingat trauma sejarah yang diwariskan antar-generasi.

## 20

Citra satelit ini menunjukkan sebuah perbatasan alami antara dua negara. Dua perairan yang ditandai dengan angka 1 dan 2 adalah:

- A. Samudra Atlantik (1), Samudra Pasifik (2)
- B. Laut Baltik (1), Laut Utara (2)
- C. Samudra Atlantik (1), Laut Mediterania (2)
- D. Samudra Atlantik (1), Laut Baltik (2)
- E. Samudra Atlantik (1), Laut Hitam (2)

## 21




Citra radar cuaca di bawah ini menampilkan struktur presipitasi yang paling tepat dideskripsikan sebagai:

- A. Gema kait (*hook echo*) dari sebuah badai supersel.
- B. Pita hujan spiral (*spiral rainband*) dari sebuah siklon tropis.
- C. Garis squall (*squall line*).
- D. Zona konveksi yang terpicu di depan sebuah front dingin.
- E. Propagasi gelombang gravitasi di atmosfer.

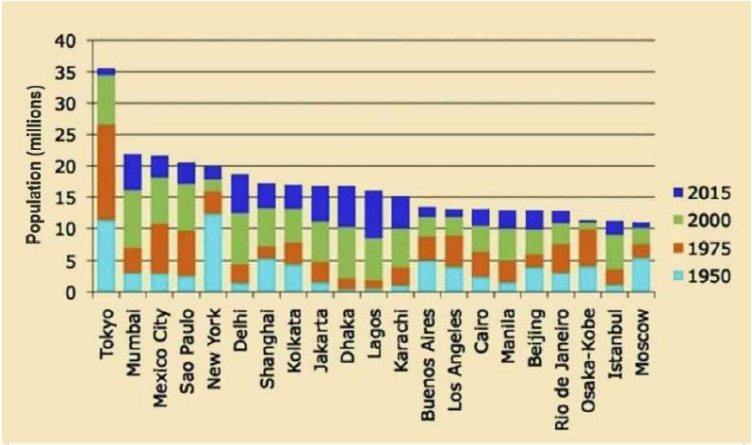
Gambar ini menunjukkan ekskavasi arkeologis di sebuah tell (gundukan buatan) di Mesopotamia, yang merupakan situs dari kota kuno Nippur. Sebuah tell terbentuk dari ribuan tahun okupasi manusia yang berkesinambungan di lokasi yang sama, menciptakan stratigrafi atau lapisan-lapisan peradaban yang tebal.

Fakta bahwa Nippur memiliki tell yang sangat masif dan dihuni secara terus-menerus, meskipun kota ini jarang berfungsi sebagai ibu kota dari kekaisaran yang dominan secara politik, menunjukkan sebuah kesimpulan penting mengenai perannya dalam peradaban Mesopotamia. Berdasarkan bukti arkeologis (gundukan yang sangat besar) dan konteks historisnya, manakah analisis terbaik mengenai signifikansi utama kota Nippur?

## 22

- A. Lokasinya yang strategis secara geografis di antara Sungai Tigris dan Eufrat menjadikannya benteng militer alami yang tak tertembus, sehingga kota ini tidak pernah bisa dihancurkan total dan terus dihuni sebagai pangkalan pertahanan.
- B. Signifikansinya bersifat religius, bukan politis; Nippur berfungsi sebagai pusat kultus utama bagi dewa tertinggi Enlil, menjadikannya "Vatikan" bagi bangsa Sumeria dan Akkadia yang status sucinya melampaui kekuatan politik atau militer penguasa sezaman.
- C. Nippur merupakan pusat ekonomi dan lumbung pangan terbesar di Mesopotamia, karena mengendalikan jaringan irigasi kuno yang paling vital dan subur, sehingga kekayaan agrikultur yang konstan memastikan kota ini dapat selalu dibangun kembali dengan cepat.
- D. Kawasan di sekitar Nippur memiliki sumber daya alam yang sangat langka di Mesopotamia, seperti tambang logam atau batu berkualitas tinggi, yang menjadikannya pusat industri kerajinan dan sumber kekayaan yang diperebutkan oleh berbagai kekaisaran.
- E. Nippur adalah satu-satunya kota besar di Mesopotamia yang secara topografis terlindung dari banjir musiman dahsyat, sehingga menjadi lokasi paling aman untuk permukiman permanen dan pusat penyimpanan arsip-arsip peradaban yang penting.

## 23




Perhatikan dengan saksama data populasi tahun 2000 (balok hijau) dan 2015 (balok biru). Manakah dari kota berikut yang mengalami penambahan jumlah penduduk (absolut) tertinggi pada periode tersebut, meskipun tingkat pertumbuhannya (persentase) bukan yang paling puncak di antara semua kota pada grafik?

- A. Lagos
- B. Tokyo
- C. New Delhi
- D. Karachi
- E. Mumbai

Gambar ini menampilkan beberapa pingo, yaitu gundukan berinti es masif yang terbentuk di lingkungan periglasial (permafrost). Pingo merupakan bentang alam krio-geomorfik yang sangat sensitif terhadap perubahan suhu karena stabilitasnya bergantung penuh pada kondisi beku di bawah permukaan.

Dalam konteks pemanasan global saat ini yang menyebabkan degradasi permafrost secara luas di kawasan Arktik, seorang ahli geomorfologi diminta untuk memprediksi evolusi bentang alam ini. Berdasarkan pemahaman tentang proses pembentukan dan peluruhan (decay) pingo, manakah analisis berikut yang paling akurat mengenai transformasi morfologis bentang alam ini seiring dengan mencairnya inti es di dalamnya?

## 24

- A. Pingo akan mengalami proses erosi fluvial yang dipercepat; lerengnya akan terkikis hebat oleh aliran air permukaan dari es yang mencair, membentuk serangkaian alur radial (*radial gullies*) dan secara bertahap meratakan gundukan tersebut kembali menjadi dataran tundra.
- B. Inti es akan mencair dari atas dan dalam, menyebabkan puncak pingo runtuh ke dalam (*collapse*) dan membentuk sebuah kawah sentral. Kawah ini kemudian akan terisi air, menciptakan danau kecil yang dikelilingi oleh tanggul berbentuk cincin yang merupakan sisa dari lereng pingo, membentuk bentang alam yang dikenal sebagai ognip.
- C. Pemanasan akan meningkatkan tekanan gas metana yang terperangkap di dalam dan di bawah lapisan permafrost, yang berpotensi menyebabkan ledakan katastropik dan menghancurkan pingo, meninggalkan kawah ledakan (*explosion crater*) yang besar dan dalam.
- D. Setelah inti es di dalamnya mencair sepenuhnya, material sedimen glasial yang sebelumnya terangkat oleh es akan tertinggal sebagai sebuah gundukan linier yang memanjang dan berkelok-kelok, secara efektif mengubah pingo menjadi bentang alam lain yang dikenal sebagai *esker*.
- E. Struktur pingo akan tetap relatif stabil dalam jangka menengah (50-100 tahun); lapisan tanah beku dan vegetasi di atas inti es akan berfungsi sebagai lapisan insulasi termal yang efektif, secara signifikan memperlambat pencairan inti es meskipun suhu atmosfer di permukaan meningkat.

## 25

Struktur geologi yang tampak pada singkapan batuan sedimen di tebing pantai tersebut paling tepat dideskripsikan sebagai serangkaian...

- A. Lipatan Chevron yang rebah (*Recumbent Chevron Folds*)
- B. Lipatan Isoklinal tegak (*Upright Isoclinal Folds*)
- C. Sesar Sungkup dengan *drag folds* (*Thrust fault with associated drag folds*)
- D. Antiklin dan Sinklin yang simetris (*Symmetrical Anticlines and Synclines*)
- E. Deformasi sedimen lunak akibat *slumping*

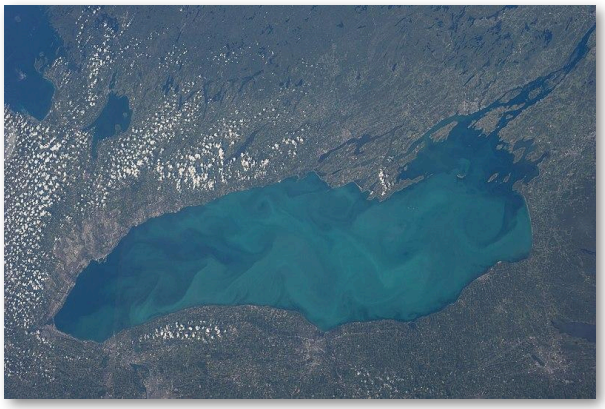
## 26

Gambar ini menampilkan Orang Tuareg, sebuah kelompok etnis semi-nomaden Berber di gurun Sahara yang secara historis menguasai rute perdagangan trans-Sahara. Pakaian nila (indigo) yang khas, cadar yang dikenakan pria (tagelmust), unta sebagai moda transportasi, dan penguasaan medan gurun merupakan elemen kunci dari adaptasi budaya mereka yang telah berusia berabad-abad.

Namun, pada era modern, sistem sosial-ekonomi dan cara hidup tradisional ini menghadapi berbagai tekanan yang mengancam keberlanjutannya. Dari faktor-faktor berikut, manakah yang merupakan tantangan paling fundamental dan disruptif yang secara langsung mengikis basis dari identitas nomaden Orang Tuareg?

- A. Disrupsi teknologi, di mana meluasnya penggunaan kendaraan 4x4 dan navigasi GPS telah menggantikan peran vital unta dan pengetahuan astronomi tradisional mereka, sehingga menghilangkan keunggulan komparatif mereka dalam transportasi gurun.
- B. Penetapan batas-batas negara pasca-kolonial yang kaku (misalnya antara Mali, Niger, Aljazair, dan Libya) yang membelah wilayah jelajah tradisional mereka (*Tinariwen*), sehingga menghambat rute migrasi musiman ternak dan secara efektif mengubah status mereka dari pengembara lintas-batas menjadi warga negara dengan mobilitas terbatas.
- C. Peningkatan frekuensi dan intensitas kekeringan akibat perubahan iklim, yang menyebabkan degradasi padang rumput subsisten dan mengeringnya sumber-sumber air (oase), sehingga secara drastis mempersempit wilayah yang layak untuk menopang kehidupan nomaden.
- D. Runtuhnya signifikansi ekonomi dari komoditas perdagangan garam trans-Sahara, yang merupakan salah satu pilar ekonomi historis mereka, akibat munculnya metode produksi dan distribusi garam modern yang jauh lebih efisien dan murah.
- E. Kebijakan sedenterisasi oleh pemerintah nasional, yang mendorong (dan terkadang memaksa) mereka untuk menetap di perkampungan atau kota untuk mendapatkan akses terhadap pendidikan formal dan layanan kesehatan, yang secara bertahap mengikis transmisi pengetahuan tradisional antar-generasi.

## 27



Danau yang ditampilkan pada citra satelit merupakan bagian dari sistem Danau Besar Amerika Utara. Berdasarkan posisinya dalam sistem hidrologi tersebut, danau ini memiliki karakteristik unik yaitu...

- A. memiliki elevasi permukaan tertinggi di antara Danau Besar Amerika Utara lainnya.
- B. merupakan satu-satunya Danau Besar Amerika Utara yang seluruh wilayahnya berada di Amerika Serikat.
- C. memiliki luas permukaan yang paling kecil namun kedalaman maksimum paling dalam.
- D. menjadi danau dengan volume air terbesar kedua setelah Danau Superior.
- E. berada di posisi paling hilir dan menjadi muara bagi aliran air dari semua Danau Besar Amerika Utara lainnya.

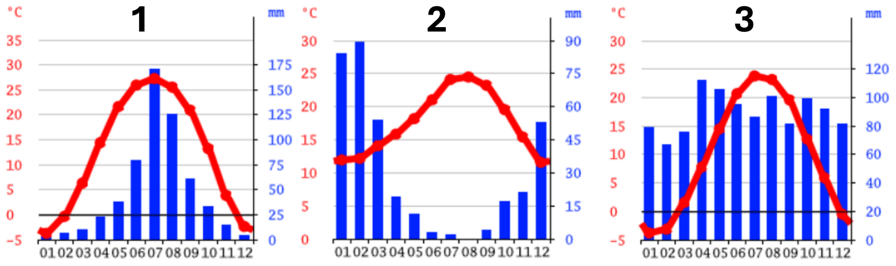
Lokasi yang direpresentasikan oleh bendera pada gambar memiliki asal-usul geologis yang sangat unik di dunia. Rangkaian kepulauan ini tidak terbentuk di zona batas lempeng tektonik (seperti pada Cincin Api Pasifik), melainkan melalui proses vulkanisme titik-panas (hotspot) di tengah Lempeng Pasifik yang terus bergerak ke arah barat laut. Proses ini melibatkan plume mantel stasioner yang "membakar" kerak samudra di atasnya, menciptakan gunung berapi yang kemudian "terbawa" menjauh dari titik panas oleh pergerakan lempeng.

Berdasarkan pemahaman tentang mekanisme pembentukan yang spesifik ini, manakah konsekuensi geomorfologis paling signifikan dan dapat diamati secara langsung pada lanskap kepulauan tersebut saat ini?

## 28

- A. Terbentuknya sistem terumbu karang penghalang (*barrier reefs*) yang paling luas dan beragam di dunia, yang tumbuh subur akibat nutrisi dari abu vulkanik dan melindungi semua pulau dari erosi laut secara seragam.
- B. Setiap pulau memiliki pola aliran sungai radial yang sempurna, yaitu semua sungai mengalir dari satu titik puncak gunung berapi di tengah pulau langsung ke segala arah mata angin menuju laut.
- C. Ketiadaan teluk dan pelabuhan alami yang dalam di seluruh kepulauan, karena aliran lava basaltik yang sangat cair cenderung menghasilkan garis pantai yang landai dan seragam tanpa lekukan yang signifikan.
- D. Adanya progresi umur geologis pulau yang linear dan sistematis, yaitu pulau di satu ujung rangkaian (tenggara) masih sangat aktif secara vulkanis dan terus bertambah luas, sementara pulau-pulau di ujung lainnya (barat laut) merupakan gunung berapi purba yang sudah mati dan terkikis hebat.
- E. Keberadaan palung laut (*oceanic trench*) yang sangat dalam yang mengelilingi seluruh rangkaian kepulauan, yang terbentuk akibat berat total massa vulkanik yang menekan dan menenggelamkan kerak samudra di sekitarnya.

## 29

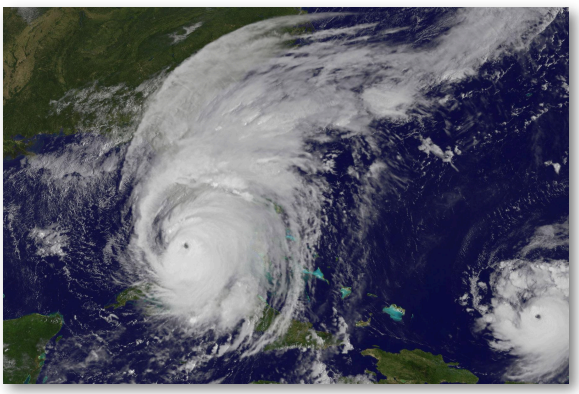



Ketiga klimatograf di atas merepresentasikan tiga kota dengan tipe iklim yang berbeda. Manakah pernyataan yang paling akurat dalam mengasosiasikan klimatograf dengan klasifikasi iklim Köppen dan ciri khasnya?

- A. Diagram 1 menunjukkan iklim Subtropis Basah (Cfa) yang khas untuk Chicago, dengan ciri musim panas yang kering.
- B. Diagram 2 menunjukkan iklim Mediterania (Csa) untuk Santiago, ditandai oleh musim dingin yang kering dan musim panas yang basah.
- C. Diagram 3 menunjukkan iklim Mediterania (Csa) untuk Los Angeles, yang dipengaruhi oleh arus laut dingin California sehingga curah hujannya sangat rendah di musim panas.
- D. Diagram 1 dan 3 keduanya merepresentasikan iklim tipe C (iklim sedang) karena suhu rata-rata bulan terdinginnya di atas -3°C.
- E. Diagram 2 adalah satu-satunya contoh iklim Belahan Bumi Selatan, yang secara umum ditandai dengan amplitudo suhu tahunan yang lebih kecil dari iklim Belahan Bumi Utara.

Lintasan Badai Irma pada September 2017 merupakan salah satu yang paling sulit diprediksi, dengan model prakiraan cuaca pada awalnya menunjukkan berbagai skenario pendaratan di Amerika Serikat. "Kerucut ketidakpastian" (*cone of uncertainty*) sempat mencakup area yang sangat luas dari Pesisir Teluk hingga Pesisir Atlantik. Namun, seiring mendekatnya badai, lintasan aktualnya menjadi lebih jelas: mendarat di Florida Selatan dan bergerak lurus ke utara menyusuri semenanjung tersebut.

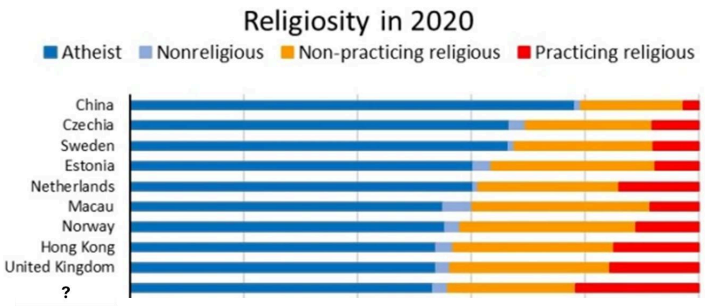
## 30



Berdasarkan lintasan akhir Badai Irma yang bergerak relatif ke utara setelah mendarat di Florida, negara bagian manakah di bawah ini yang pada awalnya berada dalam status waspada tinggi dan berpotensi terdampak parah, namun pada akhirnya sebagian besar terhindar dari dampak langsung yang paling signifikan (angin berkekuatan hurikan atau gelombang badai besar)?

- A. Georgia
- B. South Carolina
- C. Louisiana
- D. Florida
- E. Alabama

## 31




Setelah Republik Rakyat Tiongkok (dan tidak termasuk Korea Utara), negara Asia manakah yang memiliki proporsi ateis dan tidak beragama (*non-religious*) terbesar dalam total populasinya?

- A. Mongolia
- B. Jepang
- C. Vietnam
- D. Korea Selatan
- E. Singapura

## 32

Citra satelit ini menampilkan Selat Bass, perairan dangkal yang memisahkan pulau Tasmania dari daratan utama Australia. Meskipun saat ini berfungsi sebagai penghalang maritim, sejarah paleogeografi selat ini selama Zaman Es Pleistosen adalah kunci untuk memahami keunikan ekosistem Tasmania.

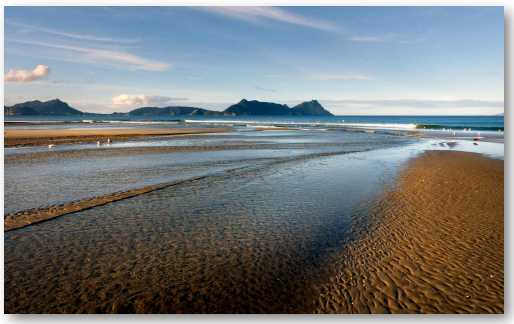
Dengan mempertimbangkan sejarah perubahan muka air laut selama zaman es, analisis biogeografis manakah yang paling akurat dalam menjelaskan mengapa fauna marsupial karnivora besar Tasmania (seperti Harimau Tasmania/Thylacine yang baru punah dan Iblis Tasmania/Tasmanian Devil) dapat bertahan hingga era modern, sementara mereka punah di daratan utama Australia ribuan tahun yang lalu?

- A. Turunnya muka air laut mengubah selat ini menjadi jembatan darat (*Bassian Plain*), memungkinkan fauna bergerak bebas. Kenaikan muka air laut pasca-zaman es kemudian mengisolasi Tasmania, melindunginya dari predator kompetitor utama seperti Dingo yang datang kemudian ke daratan utama.
- B. Isolasi Tasmania oleh selat menyebabkan kurangnya keragaman genetik (efek leher botol), yang secara ajaib justru memperkuat daya tahan fauna lokal terhadap penyakit yang memusnahkan kerabat mereka di daratan utama.
- C. Arus laut sirkumpolar Antartika yang dingin dan mengalir melalui Selat Bass menciptakan penghalang suhu yang ekstrem, mencegah migrasi hewan-hewan dari daratan utama yang lebih hangat dan kering.
- D. Iklim Tasmania yang lebih dingin dan basah (iklim sedang maritim) secara fundamental tidak cocok untuk Dingo, sehingga predator tersebut tidak pernah bisa beradaptasi dan membangun populasi di sana.
- E. Aktivitas vulkanik purba di dasar Selat Bass menciptakan rantai pulau yang terputus-putus, memungkinkan migrasi selektif hanya bagi spesies kecil, sementara spesies besar seperti Dingo tidak dapat menyeberang.

## 33

Gambar ini menampilkan zona intertidal (pasang surut) yang sangat luas di sebuah kawasan pesisir makrotidal, yang dicirikan oleh sedimen pasir dan lumpur halus serta energi gelombang yang rendah. Pemerintah daerah berencana memanfaatkan kawasan ini untuk salah satu dari dua proyek pembangunan strategis: (1) Pelabuhan peti kemas internasional yang membutuhkan alur pelayaran dalam (-15 meter) dan stabilitas jangka panjang, atau (2) Kawasan budidaya perikanan dan ekowisata berbasis lahan basah (seperti tambak dan hutan mangrove).

Berdasarkan analisis karakteristik morfodinamik pesisir yang dapat disimpulkan dari gambar, evaluasi kelayakan manakah yang paling tepat?



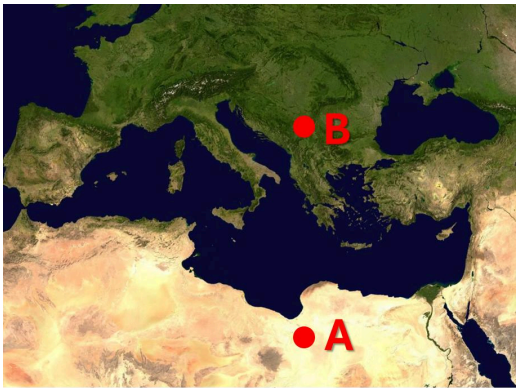
- A. Lokasi ini ideal untuk kedua proyek tersebut; pelabuhan dapat dibangun di sisi laut, sementara budidaya dan ekowisata dapat dikembangkan di sisi darat zona intertidal.
- B. Lokasi ini sangat tidak layak untuk kedua proyek tersebut; sedimentasi yang tinggi akan merusak tambak, dan perairan dangkal akan menghalangi kapal besar.
- C. Lokasi ini sangat ideal untuk proyek pelabuhan peti kemas, karena perairan yang tenang dan terlindung menyediakan kondisi aman untuk kapal berlabuh, dan dataran yang luas memudahkan reklamasi untuk area terminal.
- D. Lokasi ini sangat ideal untuk proyek budidaya dan ekowisata, karena lingkungan pengendapan berenergi rendah ini kaya akan nutrisi dan menyediakan habitat yang subur untuk organisme bentik dan mangrove, meskipun sama sekali tidak cocok untuk pelabuhan laut dalam.
- E. Lokasi ini hanya cocok untuk proyek pelabuhan peti kemas, dengan syarat dibangun *breakwater* (pemecah gelombang) raksasa di lepas pantai untuk menghentikan suplai sedimen secara permanen.

## 34

Gambar ini menampilkan sebuah *haboob*, fenomena badai debu dahsyat yang sering terjadi di kawasan arid dan semi-arid. Dinding debu yang masif ini bukanlah sekadar hasil dari angin kencang biasa, melainkan produk akhir dari sebuah sistem konvektif atmosfer yang spesifik dan energetik.
Manakah dari urutan proses meteorologis berikut yang paling akurat dalam menjelaskan rantai sebab-akibat dari mekanisme pembentukan *haboob*?

- A. Pemanasan ekstrem di permukaan gurun menyebabkan terbentuknya kolom udara bertekanan sangat rendah, memicu udara di sekitarnya masuk secara spiral dengan kecepatan tinggi untuk membentuk pusaran skala meso (*mesocyclone*) yang mengangkat debu secara vertikal.
- B. Angin lembab dipaksa naik secara orografis oleh pegunungan, menyebabkan hujan di satu sisi dan menghasilkan angin Foehn yang kering, panas, dan berkecepatan tinggi di sisi bawah angin (*leeward*) yang kemudian mengikis permukaan dataran aluvial.
- C. Terbentuknya badai petir (*thunderstorm*) akibat konveksi termal yang kuat → Udara dingin yang jenuh hujan di dalam badai turun dengan kecepatan sangat tinggi (*downdraft*) → Hembusan udara dingin ini menghantam permukaan dan menyebar secara horizontal sebagai *outflow boundary* atau *gust front*, menciptakan "front dingin" skala mikro yang mengangkat dinding debu dan pasir di depannya.
- D. Perbedaan tekanan udara musiman yang ekstrem antara daratan benua yang panas dan lautan yang lebih dingin memicu pergerakan massa udara skala besar (angin monsun), di mana hembusan pertamanya melintasi gurun kering dan mengangkat debu dalam jumlah besar sebelum hujan tiba.
- E. Gelombang pada aliran *jet stream* di atmosfer atas menyebabkan terjadinya subsidensi (penurunan) massa udara kering dari ketinggian, yang saat mencapai permukaan menciptakan zona tekanan tinggi dengan angin kencang yang stabil dan persisten.

## 35

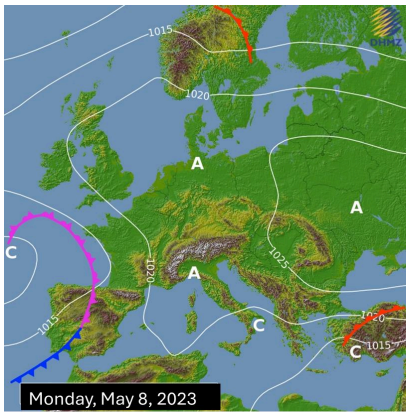



Bagaimana jarak antara titik A dan B akan berubah dalam 100.000 tahun ke depan?

- A. Akan bertambah
- B. Akan berkurang
- C. Tidak dapat diprediksi
- D. Tidak akan ada perubahan
- E. Akan berfluktuasi tanpa tren yang jelas

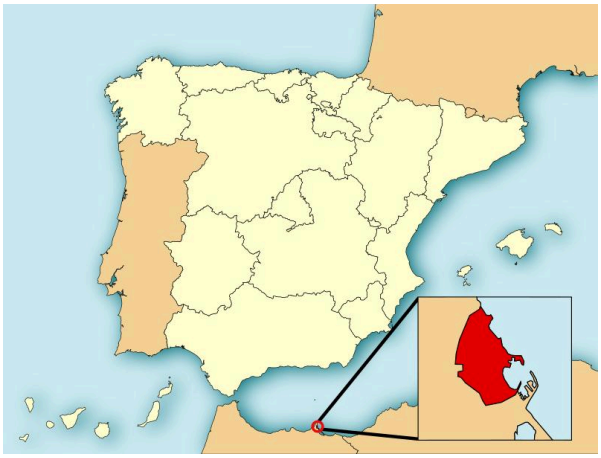
## 36

Peta sinoptik ini menunjukkan kondisi cuaca di Eropa pada 8 Mei 2023. Perhatikan sistem tekanan rendah (ditandai 'C') di Samudra Atlantik, sebelah barat Semenanjung Iberia. Sistem ini memiliki sebuah front dingin (garis biru bergerigi) yang secara aktif bergerak ke arah timur menuju daratan Spanyol.
Seorang ahli meteorologi di kota Madrid, Spanyol, yang saat ini mengalami cuaca cerah di bawah pengaruh punggungan tekanan tinggi, sedang membuat prakiraan cuaca. Berdasarkan analisis pergerakan massa udara dan karakteristik proses-proses atmosfer yang menyertai front dingin, manakah urutan perubahan cuaca yang paling mungkin dialami Madrid dalam 24-36 jam ke depan?




- A. Langit akan secara perlahan tertutup oleh awan tipe sirus, kemudian berangsur menebal menjadi altostratus; diikuti oleh periode hujan gerimis ringan yang berlangsung lama; suhu udara setelahnya akan secara bertahap menjadi lebih hangat dan lembab.
- B. Kondisi cuaca tidak akan berubah secara signifikan; front dingin tersebut akan melemah dan berhenti sebelum mencapai Madrid karena terhalang oleh sistem tekanan tinggi (A) yang kuat dari Eropa Tengah.
- C. Tekanan udara akan terus meningkat secara stabil, angin akan melemah menjadi kondisi tenang (*calm*), dan kabut radiasi kemungkinan akan terbentuk pada malam hari seiring langit yang tetap cerah tanpa awan.
- D. Penurunan tekanan udara secara bertahap, diikuti oleh kedatangan awan kumulonimbus yang tebal secara tiba-tiba, hujan lebat namun singkat disertai potensi badai petir dan angin kencang, kemudian diikuti oleh penurunan suhu yang tajam dan langit yang kembali cerah.
- E. Cuaca akan menjadi mendung secara persisten dengan hujan ringan yang berselang-seling sepanjang hari, tanpa ada perubahan suhu, tekanan, atau kecepatan angin yang drastis, menandakan terbentuknya front stasioner.

## 37



Eksklave Spanyol manakah yang ditunjukkan pada peta?

- A. Cabinda
- B. Ceuta
- C. Melilla
- D. Llívia
- E. Gibraltar

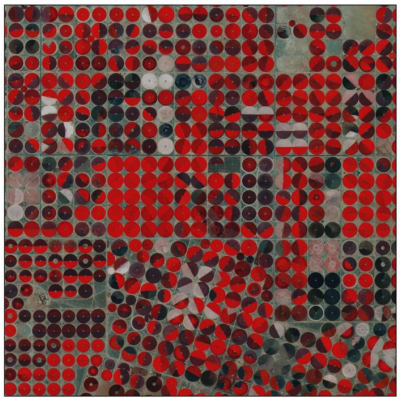
## 38

Berdasarkan foto ini, dapatkah Anda mengenali kota manakah ini?

- A. Ulan Bator
- B. Mexico City
- C. Teheran
- D. Bogota
- E. Santiago

## 39

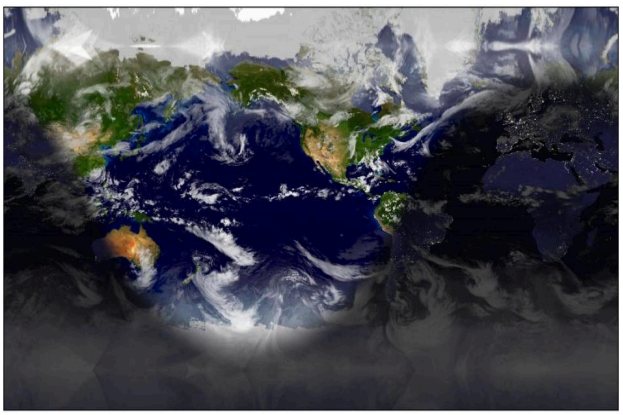
Citra satelit *false-color* ini (vegetasi tampak merah) menampilkan proyek agrikultur masif di tengah gurun Arab yang menggunakan irigasi poros tengah (*center-pivot irrigation*) dengan sumber air dari akuifer fosil (air tanah purba yang tidak dapat diperbarui). Proyek ambisius seperti ini merupakan bagian dari strategi pencapaian ketahanan pangan nasional negara tersebut.



Berdasarkan pemahaman mendalam tentang geomorfologi gurun, hidrologi air tanah, dan geografi ekonomi, manakah evaluasi yang paling kritis dan akurat mengenai keberlanjutan (*sustainability*) jangka panjang dari sistem agrikultur ini?

- A. Sangat berkelanjutan; teknologi irigasi modern yang efisien meminimalkan kehilangan air, dan akuifer di bawah gurun Arab dan Sahara merupakan salah satu yang terbesar di dunia sehingga dapat memasok air untuk pertanian selama berabad-abad.
- B. Berdampak positif bagi lingkungan; peningkatan vegetasi secara masif akan meningkatkan transpirasi dan kelembapan lokal, yang berpotensi memicu siklus hidrologi baru (hujan lokal) dan secara bertahap mengisi kembali akuifer yang digunakan.
- C. Tantangan utamanya bukanlah kelangkaan air, melainkan degradasi tanah; tanah gurun (aridisol) yang miskin unsur hara akan cepat mengalami salinisasi parah akibat irigasi, membuat proyek ini gagal secara agronomis dalam waktu singkat.
- D. Secara fundamental tidak berkelanjutan (*unsustainable*); sistem ini merupakan praktik "penambangan air" (*water mining*) yang akan menghabiskan akuifer fosil dalam beberapa dekade, dan secara ekonomi hanya dimungkinkan karena disubsidi oleh kekayaan dari sumber daya tak terbarukan lainnya (minyak bumi).
- E. Merupakan model ekonomi yang sangat baik dan dapat direplikasi; keberhasilannya membuktikan bahwa dengan modal dan teknologi yang tepat, negara berkembang manapun dapat mengubah gurun menjadi lahan produktif untuk mencapai swasembada pangan.

**40**



Bagi penduduk Seoul, citra komposit ini merepresentasikan ...

- A. suatu sore di musim gugur
- B. suatu sore di musim semi
- C. suatu pagi di musim panas
- D. suatu pagi di musim dingin
- E. suatu sore di musim panas

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# INFORMATIKA

Kumpulan Soal OSN

# Gulali 17-an

| | |
|---|---|
| Time limit | 1 s |
| Memory limit | 256 MB |

## Deskripsi

Pak Dengklek adalah manajer pada suatu pabrik gulali di Jakarta. Pada pabrik itu, terdapat $N$ gulali yang tersedia, masing-masing berbentuk batangan dengan panjang $[A_1, A_2, \ldots, A_N]$.

Pak Dengklek ingin menjual gulali pada liburan perayaan 17 Agustus di Jakarta tahun ini. Uniknya, pabrik Pak Dengklek hanya bisa menjual gulali dengan panjang genap atau ganjil sesuai dengan tanggal di hari tersebut. Karena hari itu adalah tanggal 17, pabrik hanya bisa menjual gulali yang panjangnya **ganjil**.

Untungnya, di pabrik tersebut, tersedia alat potong gulali yang dapat digunakan untuk memotong sebatang gulali tepat di tengahnya. Dalam satu pemotongan, gulali dengan panjang $x$ (dengan $x$ genap) bisa dipotong menjadi **dua** batang gulali dengan panjang $\frac{x}{2}$.

Karena peraturan regulasi penjualan pabrik, Pak Dengklek hanya bisa menjual paling banyak $K$ batang gulali pada hari itu, berapa pun panjangnya. Oleh karena itu, Pak Dengklek ingin melakukan **nol atau lebih pemotongan** terhadap gulali-gulali yang tersedia, kemudian memilih **paling banyak** $K$ batang gulali yang masing-masing panjangnya ganjil untuk dijual.

Pak Dengklek ingin supaya **total panjang** gulali yang dijual sebesar mungkin. Bantulah Pak Dengklek!

## Batasan

- $1 \leq N \leq 100\,000$
- $1 \leq K \leq 10^{12}$
- $1 \leq A_i \leq 10^{12}$

## Subsoal

1. (7 poin) $K = 1$; setiap $A_i$ ganjil.
2. (7 poin) $K = N$; setiap $A_i$ ganjil.
3. (12 poin) Setiap $A_i$ ganjil.
4. (13 poin) Setiap $A_i$ merupakan bilangan dua pangkat. Dengan kata lain, setiap $A_i$ berbentuk $2^c$ untuk suatu bilangan bulat non negatif $c$.
5. (15 poin) $N = K = 1$
6. (21 poin) $N \leq 500$; $A_i \leq 500$
7. (25 poin) Tidak ada batasan tambahan.

## Masukan

Masukan diberikan dalam format berikut:

```
N K
A1 A2 … AN
```

### Keluaran

Keluarkan sebuah bilangan bulat yang menyatakan total panjang gulali terbesar yang mungkin dijual.

### Contoh Masukan 1

```
5 3
8 15 12 6 20
```

### Contoh Keluaran 1

```
25
```

### Penjelasan Contoh 1

Pak Dengklek dapat menjual paling banyak $3$ batang gulali.

Pak Dengklek dapat langsung memilih gulali dengan panjang $15$ untuk dijual karena panjangnya ganjil. Selanjutnya, Pak Dengklek dapat memotong gulali dengan panjang $20$ menjadi dua batang gulali yang masing-masing panjangnya $10$. Selanjutnya, Pak Dengklek dapat memotong lagi salah satu gulali yang panjangnya $10$ menjadi dua batang gulali yang masing-masing panjangnya $5$. Pak Dengklek lalu memilih kedua gulali dengan panjang $5$ tersebut untuk dijual.

Dengan demikian, ada $3$ batang gulali yang dijual dengan total panjang $15 + 5 + 5 = 25$. Tidak ada cara lain yang menghasilkan total panjang gulali lebih besar dari $25$.

### Contoh Masukan 2

```
2 3
4 8
```

### Contoh Keluaran 2

```
3
```

# KUNCI JAWABAN

```
#include <bits/stdc++.h>
using namespace std;

typedef pair<long long, long long> PII;

int n;
long long k, a;
priority_queue<PII> pq;

int main() {
    scanf("%d%lld", &n, &k);
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        scanf("%lld", &a);
        long long tmp = 1;
        while (a % 2 == 0) {
            a /= 2;
            tmp *= 2;
        }
        pq.push(PII(a, tmp));
    }

    long long ans = 0;
    while (k > 0 && !pq.empty()) {
        long long val = pq.top().first;
        long long num = pq.top().second;
        pq.pop();
        if (num < k) {
            ans += num * val;
            k -= num;
        } else {
            ans += k * val;
            k = 0;
        }
    }
    printf("%lld\n", ans);
}
```

# Juragan Bebek

| | |
|---|---|
| Time limit | 2 s |
| Memory limit | 256 MB |

## Deskripsi

Pak Dengklek memiliki usaha penyewaan ruko yang terdiri atas $N$ unit, dinomori $1$ hingga $N$. Biaya sewa unit nomor $i$ adalah $H_i$.

Pak Dengklek memiliki data penyewaan seluruh unit rukonya dalam sebuah *array* $P$:

- Jika $P_i = 0$, artinya unit nomor $i$ masih kosong.
- Jika $P_i > 0$, artinya unit nomor $i$ sudah disewakan. Namun, penyewanya bersedia pindah unit apabila dibayarkan kompensasi sebesar $P_i$.

Suatu hari, seorang juragan bebek ingin menyewa satu atau lebih unit dengan nomor-nomor yang **bersebelahan** untuk bisnis jual-beli bebek. Tentu saja, unit-unit yang disewakan haruslah **kosong**. Untuk itu, Pak Dengklek akan melakukan **nol atau lebih** perpindahan unit, yang masing-masing berupa operasi berikut:

1. Pilih dua nomor unit $a$ dan $b$ yang memenuhi $P_a > 0$ dan $P_b = 0$.
2. Bayar **kompensasi** sebesar $P_a$ kepada penyewa unit nomor $a$.
3. Pindahkan penyewa di unit nomor $a$ ke unit nomor $b$.
4. Tukar nilai $P_a$ dan $P_b$. Dengan kata lain, nilai $P_b$ berubah menjadi $P_a$, lalu nilai $P_a$ menjadi $0$.

Pada akhirnya, Pak Dengklek harus memilih sepasang nomor $(l, r)$ yang memenuhi:

- $1 \le l \le r \le N$, dan
- $P_l = P_{l+1} = \cdots = P_r = 0$.

Unit-unit nomor $l, l+1, \ldots, r$ inilah yang Pak Dengklek sewakan kepada juragan bebek tersebut. Dengan demikian, Pak Dengklek mendapatkan **uang sewa** $H_j$ untuk setiap $l \le j \le r$.

Total keuntungan yang diperoleh Pak Dengklek adalah **total pendapatan uang sewa** setiap unit yang disewakan kepada juragan bebek, **dikurangi** dengan **total pembayaran kompensasi** perpindahan unit. Berapakah total keuntungan terbesar yang mungkin?

## Batasan

- $1 \le N \le 100\,000$
- $1 \le H_i \le 10^9$
- $0 \le P_i \le 10^9$
- Setidaknya satu elemen pada $P$ bernilai $0$.

## Subsoal

1. (13 poin) Tepat $1$ elemen pada $P$ bernilai $0$.
2. (26 poin) $N \le 2000$
3. (29 poin) $H_i \ge P_i$, untuk setiap $1 \le i \le N$.

4. (32 poin) Tidak ada batasan tambahan.

### Masukan

Masukan diberikan dalam format berikut:

```
N
H1 H2 … HN
P1 P2 … PN
```

### Keluaran

Keluarkan sebuah baris berisi sebuah bilangan bulat yang menyatakan total keuntungan terbesar yang mungkin Pak Dengklek peroleh.

### Contoh Masukan 1

```
10
7 4 10 9 2 3 6 6 6 4
0 3 0 0 5 1 0 0 0 7
```

### Contoh Keluaran 1

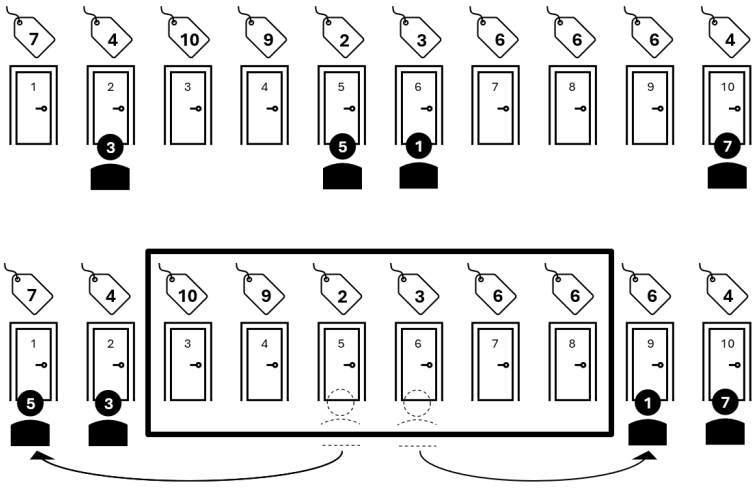
```
30
```

### Penjelasan Contoh 1

Salah satu cara untuk mendapatkan keuntungan $30$ adalah sebagai berikut:

- Pindahkan penyewa dari unit nomor $5$ ke unit nomor $1$, dengan membayar kompensasi sebesar $5$.
- Pindahkan penyewa dari unit nomor $6$ ke unit nomor $9$, dengan membayar kompensasi sebesar $1$.
- Sewakan unit-unit nomor $3$ sampai dengan $8$ ke juragan bebek, dan mendapat uang sewa sebesar $10$, $9$, $2$, $3$, $6$, dan $6$.

Maka, total keuntungan Pak Dengklek adalah $10 + 9 + 2 + 3 + 6 + 6 - (5 + 1) = 36 - 6 = 30$.




### Contoh Masukan 2

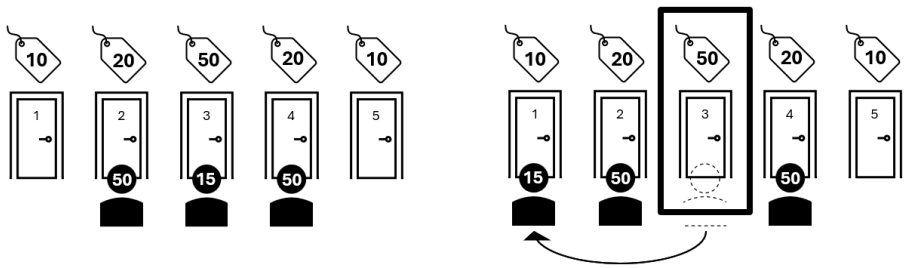
```
5
10 20 50 20 10
0 50 15 50 0
```

### Contoh Keluaran 2

```
35
```

### Penjelasan Contoh 2

Pindahkan penyewa dari unit nomor 3 ke unit nomor 1 (atau nomor 5), lalu sewakan unit nomor 3.




### Contoh Keluaran 3

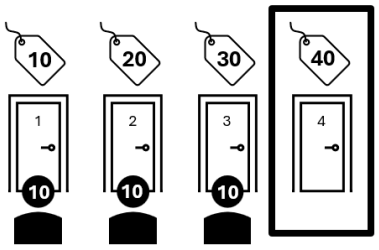
```
4
10 20 30 40
10 10 10 0
```

### Contoh Keluaran 3

```
40
```

### Penjelasan Contoh 3

Sewakan unit nomor 4 (tanpa perlu perpindahan unit).



# KUNCI JAWABAN

```
#include <bits/stdc++.h>
using namespace std;

long long n;
long long h[100007], p[100007], a[100007];

int main() {
    scanf("%lld", &n);
    for (int i = 0; i < n; i++) scanf("%lld", &h[i]);
    for (int i = 0; i < n; i++) scanf("%lld", &p[i]);

    long long num0 = 0;
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        if (p[i] == 0) num0++;
        a[i] = h[i] - p[i];
    }

    long long ans = 0;
    long long sum = 0;
    long long last = 0;

    for (int i = 0; i < n; i++) {
        sum += a[i];
        if (i - last == num0) {
            sum -= a[last];
            last++;
        }
        while (a[last] < 0 && last <= i) {
            sum -= a[last];
            last++;
        }
        if (sum < 0) {
            sum = 0;
            last = i + 1;
        }
        ans = max(ans, sum);
    }

    printf("%lld\n", ans);
}
```

# Kebun Apel

| | |
|---|---|
| Time limit | 1 s |
| Memory limit | 256 MB |

## Deskripsi

Pak Dengklek memiliki sebuah kebun apel berukuran $N$ baris dan $N$ kolom. Diketahui bahwa $N$ merupakan bilangan **dua pangkat**; dengan kata lain, $N = 2^x$ untuk suatu bilangan bulat positif $x$. Dari utara ke selatan, baris-barisnya dinomori dari $1$ hingga $N$. Dari barat ke timur, kolom-kolomnya dinomori dari $1$ hingga $N$. Petak pada baris $r$ dan kolom $c$ dinyatakan dengan $(r, c)$.

Pada awalnya, Pak Dengklek berada pada petak $(R_1, C_1)$. Terdapat sebuah keranjang besar pada petak $(R_2, C_2)$. Dijamin bahwa kedua petak tersebut **bersebelahan**; dengan kata lain, $|R_1 - R_2| + |C_1 - C_2| = 1$. Pada **setiap** petak **selain** kedua petak tersebut, masing-masing terdapat sebuah apel. Ini artinya, terdapat $N^2 - 2$ apel pada kebun Pak Dengklek.

Dalam satu langkah, Pak Dengklek dapat bergerak $1$ petak ke utara, selatan, barat, atau timur. Pak Dengklek ingin melakukan serangkaian langkah yang dimulai dari petak $(R_1, C_1)$, kemudian mengambil **seluruh** $N^2 - 2$ apel, dan akhirnya selesai di petak $(R_2, C_2)$.

Suatu apel pada petak $(r, c)$ dapat diambil oleh Pak Dengklek jika Pak Dengklek berada pada petak $(r, c)$. Perhatikan bahwa suatu petak **boleh saja** dikunjungi oleh Pak Dengklek lebih dari satu kali, termasuk petak awal $(R_1, C_1)$ maupun petak akhir $(R_2, C_2)$.

Bantulah Pak Dengklek untuk menentukan langkah-langkah yang ia lakukan! Nilai yang Anda dapatkan akan bergantung kepada banyaknya langkah yang dilakukan oleh Pak Dengklek. Semakin sedikit langkahnya, maka semakin tinggi nilai Anda.

## Batasan

- $2 \le N \le 256$
- $N$ merupakan bilangan dua pangkat. Dengan kata lain, $N = 2^x$ untuk suatu bilangan bulat positif $x$.
- $1 \le R_1, C_1, R_2, C_2 \le N$
- $|R_1 - R_2| + |C_1 - C_2| = 1$

## Subsoal

1. (12 poin) $N = 2$, dan $(R_1, C_1) = (1, 1)$.
2. (22 poin) $N \le 4$
3. (22 poin) $N \le 16$, dan $(R_1, C_1) = (1, 1)$.
4. (22 poin) $N \le 16$
5. (22 poin) Tidak ada batasan tambahan.

## Masukan

Masukan diberikan dalam format berikut:

```
N R1 C1 R2 C2
```

### Keluaran

Pada baris pertama, keluarkan sebuah bilangan bulat $K$ ($1 \leq K \leq 200\,000$) yang menyatakan banyaknya langkah yang dilakukan oleh Pak Dengklek.

Pada baris kedua, keluarkan sebuah string $S$ dengan panjang $K$, dengan karakter ke-$i$ menyatakan langkah ke-$i$ yang dilakukan oleh Pak Dengklek:

- Karakter `U` artinya Pak Dengklek bergerak $1$ petak ke utara.
- Karakter `S` artinya Pak Dengklek bergerak $1$ petak ke selatan.
- Karakter `B` artinya Pak Dengklek bergerak $1$ petak ke barat.
- Karakter `T` artinya Pak Dengklek bergerak $1$ petak ke timur.

### Penilaian

Keluaran Anda akan mendapatkan nilai pada sebuah kasus uji jika keluaran Anda mengikuti format keluaran dan memenuhi batasan.

Program Anda mungkin mendapat "Wrong Answer" jika:

- $S$ berisi karakter selain `U`, `S`, `B`, dan `T`.
- Pak Dengklek bergerak ke luar kebun.
- Terdapat setidaknya sebuah apel yang tidak diambil oleh Pak Dengklek.
- Pak Dengklek tidak berakhir pada petak $(R_2, C_2)$.

Untuk setiap kasus uji, program akan dinilai berdasarkan nilai $K$ dengan ketentuan berdasarkan tabel berikut:

| **Kondisi** | **Nilai** |
|---|---|
| $200\,000 < K$ | $0\%$ |
| $N^2 \leq K \leq 200\,000$ | $20\% + (75\%)^{\log_2(K - N^2 + 2)}$ |
| $K = N^2 - 1$ | $100\%$ |

Setiap subsoal terdiri dari beberapa kasus uji. Untuk setiap subsoal, akan diambil nilai yang paling kecil. Poin yang didapat untuk suatu subsoal adalah nilai terkecil tersebut dikalikan dengan poin subsoal. Nilai akhir adalah jumlah nilai semua subsoal, yang kemudian dibulatkan ke bilangan bulat terdekat.

Perhatikan bahwa, dapat dibuktikan bahwa untuk nilai $(R_1, C_1)$ dan $(R_2, C_2)$ apa pun, **pasti** terdapat cara yang memungkinkan Pak Dengklek untuk mengambil seluruh apel dalam $N^2 - 1$ langkah.

### Contoh Masukan 1

```
2 1 1 1 2
```

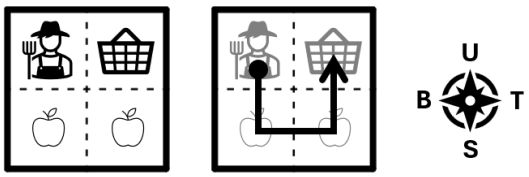
### (Salah Satu) Contoh Keluaran 1

```
3

STU
```

### Penjelasan Contoh 1

Pak Dengklek dapat mengambil seluruh apel dan selesai di keranjang dengan $K = 3$ langkah:




Karena nilai $N^2 - 1 = 2^2 - 1 = 3$ juga, maka Anda akan mendapatkan nilai penuh (100%) dengan contoh keluaran ini.

### Contoh Masukan 2

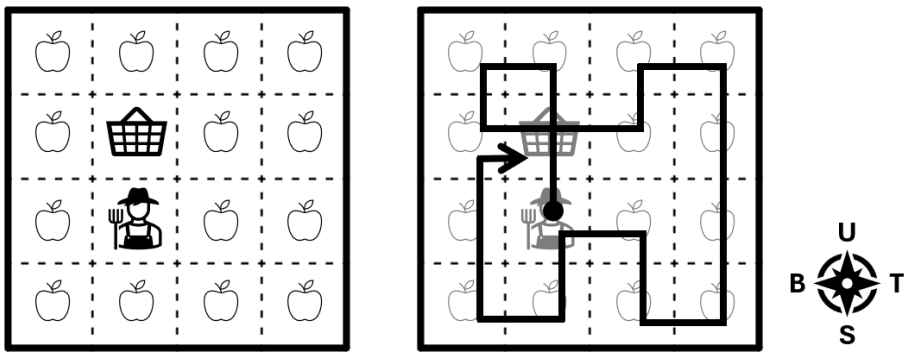
```
4 3 2 2 2
```

### (Salah Satu) Contoh Keluaran 2

```
19
UUBSTTUTSSSBUBSBUUT
```

### Penjelasan Contoh 2

Rangkaian langkah-langkah Pak Dengklek dapat diilustrasikan sebagai berikut:




Dengan contoh keluaran ini, karena $K = 19$ dan $N^2 \leq 19 \leq 200\,000$, maka Anda akan mendapatkan nilai $20\% + (75\%)^{\log_2(19-4^2+2)} \approx 71.27\%$.

# KUNCI JAWABAN

```
#include <bits/stdc++.h>
using namespace std;

int N, X1, Y1, X2, Y2;
int sta, fin;
bool noflag[307][307];
bool flag[70007];
vector<int> edge[70007];
string S;

int conv(int x, int y) {
   return (x - 1) * N + (y - 1);
}

void DFS1(int x, int y) {
   // atas
   if (noflag[x - 1][y]) {
      edge[conv(x, y)].push_back(conv(x - 1, y));
      edge[conv(x - 1, y)].push_back(conv(x, y));
      noflag[x - 1][y] = false;
      DFS1(x - 1, y);
   }

   // kanan
   if (noflag[x][y + 1]) {
      edge[conv(x, y)].push_back(conv(x, y + 1));
      edge[conv(x, y + 1)].push_back(conv(x, y));
      noflag[x][y + 1] = false;
      DFS1(x, y + 1);
   }

   // kiri
   if (noflag[x][y - 1]) {
      edge[conv(x, y)].push_back(conv(x, y - 1));
      edge[conv(x, y - 1)].push_back(conv(x, y));
      noflag[x][y - 1] = false;
      DFS1(x, y - 1);
   }

   // bawah
   if (noflag[x + 1][y]) {
      edge[conv(x, y)].push_back(conv(x + 1, y));
      edge[conv(x + 1, y)].push_back(conv(x, y));
      noflag[x + 1][y] = false;
      DFS1(x + 1, y);
   }
}

void DFS2(int x, int y) {
   // kanan
   if (noflag[x][y + 1]) {
      edge[conv(x, y)].push_back(conv(x, y + 1));
      edge[conv(x, y + 1)].push_back(conv(x, y));
      noflag[x][y + 1] = false;
      DFS2(x, y + 1);
   }
```

```
    // bawah
    if (noflag[x + 1][y]) {
        edge[conv(x, y)].push_back(conv(x + 1, y));
        edge[conv(x + 1, y)].push_back(conv(x, y));
        noflag[x + 1][y] = false;
        DFS2(x + 1, y);
    }

    // atas
    if (noflag[x - 1][y]) {
        edge[conv(x, y)].push_back(conv(x - 1, y));
        edge[conv(x - 1, y)].push_back(conv(x, y));
        noflag[x - 1][y] = false;
        DFS2(x - 1, y);
    }

    // kiri
    if (noflag[x][y - 1]) {
        edge[conv(x, y)].push_back(conv(x, y - 1));
        edge[conv(x, y - 1)].push_back(conv(x, y));
        noflag[x][y - 1] = false;
        DFS2(x, y - 1);
    }
}

void DFS3(int x, int y) {
    // bawah
    if (noflag[x + 1][y]) {
        edge[conv(x, y)].push_back(conv(x + 1, y));
        edge[conv(x + 1, y)].push_back(conv(x, y));
        noflag[x + 1][y] = false;
        DFS3(x + 1, y);
    }

    // kiri
    if (noflag[x][y - 1]) {
        edge[conv(x, y)].push_back(conv(x, y - 1));
        edge[conv(x, y - 1)].push_back(conv(x, y));
        noflag[x][y - 1] = false;
        DFS3(x, y - 1);
    }

    // kanan
    if (noflag[x][y + 1]) {
        edge[conv(x, y)].push_back(conv(x, y + 1));
        edge[conv(x, y + 1)].push_back(conv(x, y));
        noflag[x][y + 1] = false;
        DFS3(x, y + 1);
    }

    // atas
    if (noflag[x - 1][y]) {
        edge[conv(x, y)].push_back(conv(x - 1, y));
        edge[conv(x - 1, y)].push_back(conv(x, y));
        noflag[x - 1][y] = false;
        DFS3(x - 1, y);
    }
}
```

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

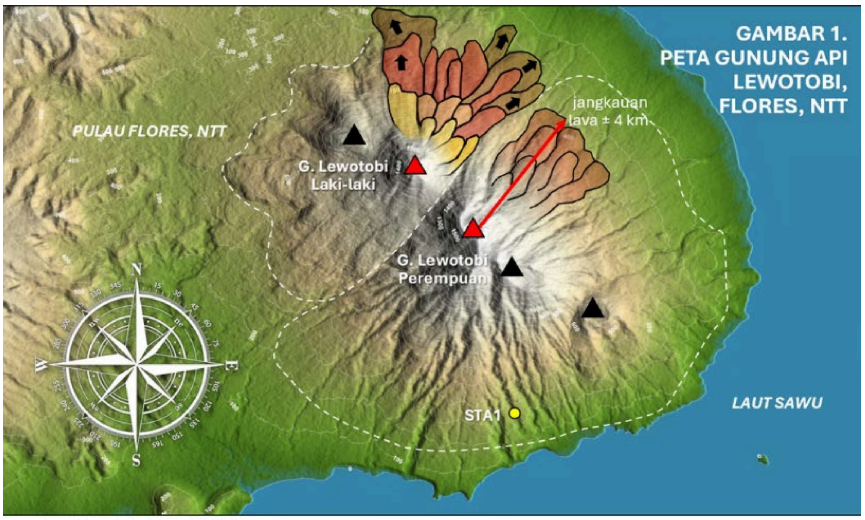
# KEBUMIAN

Kumpulan Soal OSN

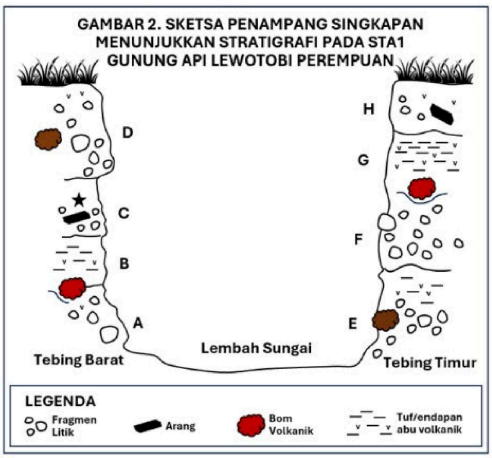
*Teks Pengantar Soal OSN 2025 Semifinal*

## Letusan Gunung Api dan Dampaknya terhadap Atmosfer, Iklim Global, serta Pengamatan Astronomi

Gunung Api Lewotobi di Flores memiliki dua puncak, yaitu Lewotobi Laki-laki dan Lewotobi Perempuan. Letusannya meninggalkan berbagai jejak, seperti lava, abu, bom vulkanik, dan arang sisa tumbuhan terbakar yang terlihat di singkapan tebing sungai (STA1). Dari hasil analisis, umur arang menunjukkan bahwa letusan sudah terjadi berulang kali sejak ribuan tahun lalu. Catatan erupsi modern juga memperlihatkan perbedaan jenis letusan, kadang lebih banyak menghasilkan lava, kadang lebih banyak abu. Lava dari Lewotobi bisa mengalir sejauh 4 km, sehingga wilayah di sekitar lereng timur sangat berisiko. Semua data ini membantu kita memahami sejarah letusan dan bahaya yang mungkin mengancam masyarakat di sekitarnya.




GAMBAR 1. PETA GUNUNG API LEWOTOBI, FLORES, NTT




GAMBAR 2. SKETSA PENAMPANG SINGKAPAN MENUNJUKKAN STRATIGRAFI PADA STA1 GUNUNG API LEWOTOBI PEREMPUAN

TABEL 1. DATA RADIOKARBON ARANG LAPISAN C

| Kode Sampel ★ | Umur (BP*) | Toleransi | |
|---|---|---|---|
| | | %** | ± |
| C1 | 1.230 | 2 | 25 |
| C2 | 3.100 | 12 | 372 |
| C3 | 850 | 5 | 43 |
| C4 | 2.450 | 8 | 196 |
| C5 | 4.550 | 15 | 683 |
| C6 | 2.100 | 6 | 126 |
| C7 | 1.940 | 7 | 136 |

*BP = *Before Present*
**Toleransi <10% dianggap valid

TABEL 2. ESTIMASI PERSENTASE PRODUK ERUPSI DOMINAN GUNUNG API LEWOTOBI LAKI-LAKI (% VOL)

| Produk Dominan | 1907 | 1909 | 1921 | 1933 | 1991 | 2003 | 2024 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lava | 32 | 55 | 67 | 27 | 84 | 53 | 72 |
| Abu Volkanik | 68 | 45 | 33 | 73 | 16 | 47 | 28 |

Sejak awal peradaban, letusan gunung berapi besar selalu meninggalkan jejak bukan hanya di permukaan Bumi, tetapi juga di langit. Abu vulkanik, gas, dan material lain yang terlempar ke atmosfer dapat bertahan berbulan-bulan hingga bertahun-tahun, membentuk lapisan tipis aerosol di stratosfer yang menyebar ke seluruh dunia. Gunung api pada saat erupsi dapat menginjeksikan uap air ($H_2O$), karbon dioksida ($CO_2$), sulfur dioksida ($SO_2$), hidrogen klorida (HCl), hidrogen fluoride (HF) dan lainnya ke atmosfer. Lapisan aerosol tersebut juga memengaruhi warna langit hingga kejernihan pengamatan astronomi.

Partikel-partikel abu ini dapat menyebar jauh dari pusat letusan, terdorong oleh pola angin. Abu vulkanik sangat berbahaya bagi sektor penerbangan karena partikel silikat yang keras dan tajam dapat merusak mesin jet, menggores kaca kokpit, dan menyebabkan hilangnya jarak pandang. Selan itu, partikel abu vulkanik berpotensi memengaruhi siklus hidrologi lokal. Partikel-partikel ini dapat berfungsi sebagai inti kondensasi awan (*Cloud Condensation Nuclei* atau CCN), mempercepat proses pembentukan tetesan air dan presipitasi. Fenomena ini dapat memicu terjadinya hujan orografis di daerah vulkanis, di mana massa udara lembap dipaksa naik di lereng gunung dan mengembun lebih cepat karena adanya partikel abu.

Sebagian gas-gas tersebut yang terlarut dalam air dapat jatuh kembali ke permukaan bumi sebagai hujan yang bersifat asam. Selain itu peningkatan kadar $CO_2$ di atmosfer juga dapat berpengaruh pada keasaman air laut. Perubahan temperatur permukaan di permukaan bumi juga dapat terjadi akibat adanya letusan gunung api. Bahkan dampaknya bisa menjadikan perubahan iklim global. Dari abad ke-16 sampai abad ke-21, catatan sejarah dan penelitian ilmiah memberikan gambaran menarik bagaimana gejala-gejala itu berulang, meski dengan konteks dan intensitas yang berbeda. Lihat Tabel 3.

**Tabel 3**. Kronologis Dampak Letusan Gunung Berapi terhadap Atmosfer & Astronomi (1600–2024)

| Tahun dan Gunung | Lokasi | Dampak Atmosfer Global | Dampak pada Astronomi & Pengamatan Langit |
|---|---|---|---|
| **1600 – Huaynaputina** | Peru | Pendinginan global 1601, gagal panen di Eropa & Asia Timur | Kemungkinan cahaya bintang yang diamati berubah, panjang senja berubah (catatan iklim, belum ada observatorium modern) |
| **1783 – Laki** | Islandia | “Kabut kering” di Eropa, gangguan iklim lintas benua | Langit suram, terang objek langit beubah, senja berubah warna; kesulitan pengamatan langit malam |
| **1815 – Tambora** | Indonesia | “Tahun Tanpa Musim Panas” (1816), pendinginan global | Senja merah spektakuler, terekam dalam lukisan Turner; fotometri terganggu oleh aerosol tebal |
| **1883 – Krakatau** | Indonesia | Senja merah global, “Bishop’s Ring”, pendinginan ringan | Pengamatan langit terganggu; fenomena optik baru terdokumentasi secara sistematis |

| Tahun dan Gunung | Lokasi | Dampak Atmosfer Global | Dampak pada Astronomi & Pengamatan Langit |
|---|---|---|---|
| **1963 – Agung** | Indonesia | Aerosol global, pendinginan sementara | Transparansi atmosfer menurun, kecerlangan bintang berubah |
| **1982 – El Chichón** | Meksiko | Aerosol stratosfer global, gangguan iklim sedang | Meningkatnya *extinction*; warna gerhana Bulan berubah |
| **1991 – Pinatubo** | Filipina | Pendinginan global ~0,5–0,6 °C, aerosol bertahan >1 tahun | *Extinction* naik 0,2–0,3 mag/airmass; senja ungu (“volcanic purple”); kalibrasi observatorium terganggu |
| **2022 – Hunga Tonga** | Tonga, Pasifik | Injeksi uap air stratosfer rekor (+10% global), pemanasan stratosfer | Senja berwarna indah; efek fotometri lebih kecil dibanding Pinatubo, tetapi memengaruhi kimia ozon & termodinamika stratosfer |

**Gambar 3**. Warna langit saat siang hari dan saat matahari terbenam.
Sumber: Helmenstine, A. M. (2017)

Dampak di atmosfer Bumi sangat memengaruhi cara kita mengamati langit (lihat Gambar 3). Empat konsep penting yang perlu dipahami adalah hamburan Rayleigh, hamburan Mie, ekstingsi atmosfer, dan skala Danjon untuk gerhana Bulan. Masing-masing memberikan gambaran tentang bagaimana cahaya berinteraksi dengan atmosfer, baik dalam kondisi normal maupun saat terjadi peristiwa luar biasa seperti letusan gunung berapi.

**1. Hamburan Rayleigh**

Hamburan Rayleigh terjadi ketika cahaya berinteraksi dengan partikel yang jauh lebih kecil daripada panjang gelombang cahaya (misalnya molekul nitrogen dan oksigen di atmosfer). Intensitas hamburan Rayleigh sebanding dengan kebalikan pangkat empat dari panjang gelombang cahaya (λ),

$$I(\lambda) \propto \frac{1}{\lambda^4}$$

artinya, cahaya biru tersebar lebih kuat daripada cahaya merah.

**2. Hamburan Mie**

Berbeda dengan Rayleigh, hamburan Mie terjadi ketika cahaya berinteraksi dengan partikel yang ukurannya sebanding dengan panjang gelombang (misalnya debu, aerosol, atau uap air). Hamburan ini tidak selektif terhadap warna, sehingga menghasilkan cahaya putih kusam, seperti pada kabut atau awan. Hamburan Mie dijelaskan melalui fungsi kompleks, tetapi secara umum intensitasnya bergantung pada fungsi ukuran partikel dan panjang gelombang serta indeks bias,

$$I(\theta) \propto f\left(\frac{2\pi r}{\lambda}, m\right)$$

dengan:
$r$= jari-jari partikel,
$\lambda$= panjang gelombang,
$m$ = indeks bias relatif partikel.

Dalam praktik astronomi, hamburan Mie menyebabkan perubahan cahaya bintang secara seragam di seluruh spektrum, sehingga langit malam menjadi lebih terang terutama di dekat kota atau saat ada banyak debu vulkanik.

**3. Ekstingsi Atmosfer**

Ekstingsi atmosfer adalah perubahan cahaya bintang ketika melewati atmosfer Bumi, akibat kombinasi hamburan (Rayleigh dan Mie) dan penyerapan. Besarnya perubahan mengikuti hukum Beer–Lambert,

$$I = I_0 e^{-\tau . X}$$

atau dalam magnitudo astronomi,

$$m = m_0 + k \cdot X$$

dengan

$I_0, m_0$ = intensitas/magnitudo di luar atmosfer,
$I, m$ = intensitas/magnitudo teramati,
$\tau$ = *optical depth* atmosfer,
$k$ = koefisien ekstingsi (magnitudo/airmass),
$X$= airmass (kolom atmosfer yang dilalui cahaya$\approx \sec z$ , untuk sudut zenith z).

Koefisien ekstingsi meningkat setelah letusan gunung berapi besar, sehingga terang bintang berubah dan warna pengamatan bergeser.

**4. Skala Danjon Gerhana Bulan**

Gerhana Bulan total sering kali tidak menampilkan Bulan yang benar-benar gelap. Warna Bulan saat gerhana dipengaruhi oleh cahaya Matahari yang terhambur dan dibiaskan oleh atmosfer Bumi, khususnya oleh jumlah debu atau aerosol di stratosfer. Untuk menggambarkan tingkat kecerahan dan warna gerhana, digunakan Skala Danjon ($L$). Lihat Gambar 4.

**Gambar 4**. Skala Danjon (L).
Sumber: Leah Tiscione / Sky & Telescope

Richard Keen dari Universitas Colorado, menguantifikasi skala tersebut. Berdasarkan analisis data pengamatan dari banyak gerhana bulan, Keen menurunkan hubungan empiris yang menghubungkan nilai Danjon ($L$) dengan magnitudo visual total ($m_v$) dari Bulan yang tergerhanai,

$$m_v = 3.99 - 3.13\,L + 0.364\,L^2$$

Setelah letusan besar (misalnya Krakatau 1883 atau Pinatubo 1991), gerhana Bulan cenderung jauh lebih gelap, karena atmosfer kaya aerosol menyerap dan menghamburkan lebih banyak cahaya.

Jika ditarik garis besar, mekanismenya relatif konsisten. Gas belerang dari letusan besar berubah menjadi aerosol sulfat, yang kemudian meningkatkan hamburan cahaya Matahari dan menurunkan transparansi atmosfer. Semua ini memberi pelajaran berharga bagi astronomi: langit yang kita pandang bukanlah jendela yang selalu jernih, melainkan sebuah medium dinamis yang dapat berubah drastis akibat letusan di sudut lain Bumi. Dari Huaynaputina pada 1600 hingga Hunga Tonga pada 2022, pola ini terus berulang.

Letusan gunung berapi besar membuktikan bahwa geologi dan astronomi saling terkait erat. Bumi dan langit tidak bisa dipisahkan — aktivitas di kerak bumi dapat menentukan warna senja, bahkan hasil pengukuran oleh teleskop modern. Maka, memahami letusan vulkanik tidak hanya penting untuk mitigasi bencana, tetapi juga untuk menjaga akurasi sains yang menatap Alam Semesta.

**Referensi**

Bluth, G. J. S., Doiron, S. D., Schnetzler, C. C., Krueger, A. J., & Walter, L. S. (1992). Global tracking of the $SO_2$ clouds from the June 1991 Mount Pinatubo eruptions. *Geophysical Research Letters, 19*(2), 151–154. https://doi.org/10.1029/91GL02792

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). (2025, Agustus 27). *Informasi BMKG untuk penanganan abu vulkanik dalam sekolah lapang meteorologi penerbangan*. BMKG. https://www.bmkg.go.id/berita/kegiatan/informasi-bmkg-untuk-penanganan-abu-vulkanik-dalam-sekolah-lapang-meteorologi-penerbangan

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). (2025, Agustus 27). *Citra sebaran abu vulkanik – Lewotobi*. BMKG. https://www.bmkg.go.id/cuaca/satelit/citra-sebaran-abu-vulkanik

Helmenstine, A. M. (2017, May 25/2025, June 11). *Why is the sky blue? Science of blue skies and red sunsets*. Science Notes. https://sciencenotes.org/why-is-the-sky-blue-science-of-blue-skies-and-red-sunsets/

Heningtiyas, A., Supriyadi, A., & Arief, M. (2025). Potensi radar cuaca dalam pengamatan aktivitas gunung berapi (Studi kasus letusan Gunung Lewotobi Laki-laki 8 November 2024). *Jurnal Online Pendidikan Sains, 5*(1), 45–55.

Keen, R. A. (2002). Volcanic aerosols and lunar eclipses: The Danjon scale updated. *Proceedings of the International Lunar Conference*. Biarritz, France.

LIPI. (2016). *Gunung berapi dan dampaknya terhadap iklim global*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.

PVMBG. (2019). *Letusan gunung api dan pengaruhnya terhadap lingkungan dan masyarakat*. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Bandung.

Rampino, M. R., & Self, S. (1982). Historic eruptions of Tambora (1815), Krakatau (1883), and Agung (1963): Stratospheric aerosol loading, global cooling, and the ozone depletion hypothesis. *Quaternary Research, 18*(2), 127–143. https://doi.org/10.1016/0033-5894(82)90065-5

Robock, A. (2000). Volcanic eruptions and climate. *Reviews of Geophysics, 38*(2), 191–219. https://doi.org/10.1029/1998RG000054

Self, S., Zhao, J. X., Holasek, R. E., Torres, R. C., & King, A. J. (1996). The atmospheric impact of the 1991 Mount Pinatubo eruption. In R. Newhall & R. Punongbayan (Eds.), *Fire and Mud: Eruptions and Lahars of Mount Pinatubo, Philippines* (pp. 1089–1115). Philippine Institute of Volcanology and Seismology & University of Washington Press.

Stothers, R. B. (1984). The great Tambora eruption in 1815 and its aftermath. *Science, 224*(4654), 1191–1198. https://doi.org/10.1126/science.224.4654.1191

Symons, G. J. (Ed.). (1888). *The eruption of Krakatoa and subsequent phenomena*. Report of the Krakatoa Committee of the Royal Society. London: Trübner & Co.

The Editors of Sky & Telescope. (n.d.). *All you need to know for Sunday's total lunar eclipse*. Sky & Telescope. Retrieved September 5, 2025, from https://skyandtelescope.org/press-releases/all-you-need-to-know-for-sundays-total-lunar-eclipse/

Vernier, J. P., Fairlie, T. D., Natarajan, M., Wienhold, F. G., Bian, J., Martinsson, B. G., ... & Thomason, L. W. (2022). Unprecedented injection of water into the stratosphere by the Hunga Tonga–Hunga Ha'apai eruption. *Geophysical Research Letters, 49*(15), e2022GL099381. https://doi.org/10.1029/2022GL099381

Young, A. T. (1981). Rayleigh scattering. *Applied Optics, 20*(4), 533–535. https://doi.org/10.1364/AO.20.000533

1. **[e]** Erupsi Gunung Api Lewotobi menghasilkan produk erupsi yang bervariasi, diantaranya adalah lava, yang saat membeku di lereng gunung, menyisakan morfologi khas berupa lidah lava. Melalui data digital elevation model yang tersedia pada Gambar 1, berapa kali periode aliran lava yang terpetakan dari Lewotobi Laki-laki ke arah timur laut?
    a. 2 kali
    b. 4 kali
    c. 5 kali
    d. 19 kali
    e. 26 kali

2. **[e]** Andaikan Gunung Api Lewotobi Laki-laki dan Perempuan berumur sama (atau tidak terpaut jeda yang signifikan), perbedaan ukuran kedua gunung api seperti yang terlihat pada Gambar 1 menunjukkan …
    a. Gunung Lewotobi Perempuan lebih produktif menghasilkan material vulkanik
    b. Gunung Lewotobi Perempuan lebih banyak tererosi oleh aliran sungai-sungai
    c. Gunung Lewotobi Laki-laki lebih banyak menghasilkan endapan lahar yang terangkut aliran sungai
    d. Gunung Lewotobi Laki-laki lebih banyak menghasilkan erupsi eksplosif
    e. Gunung Lewotobi Laki-laki lebih banyak menghasilkan abu volkanik yang mudah tertransport oleh angin

3. **[m]** Dari Gambar 2, korelasi stratigrafi yang paling mungkin dari kedua penampang stratigrafi di dua tebing sungai adalah …
    a. D – E
    b. C – F
    c. B – H
    d. A – F
    e. D – F

4. **[m]** Untuk menentukan penanggalan absolut, diperlukan perhitungan radiokarbon pada sampel arang dari beberapa sampel. Diketahui data penanggalan absolut dengan toleransinya seperti pada Tabel 1. Pernyataan yang benar terkait umur lapisan C adalah …
    a. Umur lapisan C adalah 3100 BP walau dengan rentang toleransi yang lebar
    b. Umur lapisan C yang dipakai adalah yang tertua dengan sampel C5
    c. Umur lapisan C ditunjukkan oleh hasil dari sampel C3
    d. Umur lapisan C tidak bisa ditentukan karena semua umur tidak bisa dipakai
    e. Umur lapisan C adalah 2700 BP yang merupakan rata-rata dari angka terkecil dan terbesar

5. **[m]** Gunung Api Lewotobi adalah gunung api yang kompleks dengan beberapa kawah pusat erupsi yang berjajar dengan arah N315E seperti pada Gambar 1. Pernyataan berikut yang benar adalah …
    a. Penjajaran kawah pusat erupsi berarah utara-selatan
    b. Terdapat struktur geologi berupa rekahan memanjang yang menjadi tempat keluarnya magma
    c. Penjajaran kawah pusat erupsi dikontrol oleh aliran lava di permukaan
    d. Penjajaran kawah pusat erupsi terbentuk akibat proses erosi radial di lereng gunung api
    e. Kawah-kawah tersusun acak tanpa pola orientasi tertentu

6. **[h]** The eruptive materials do not always exhibit a uniform geochemical tendency but rather vary: sometimes more felsic, producing explosive-type products, and at other times more mafic, producing effusive-type products. Based on the composition of the eruptive products (Table 2), how many eruptions were predominantly explosive?
    a. 2 kali
    b. 3 kali
    c. 4 kali
    d. 5 kali
    e. None

7. **[h]** Bom vulkanik yang terlontar dan kemudian tertanam pada lapisan D dan E (Gambar 2) adalah berasal dari erupsi yang sama. Namun keduanya tidak menunjukkan struktur tumbukan seperti pada bom vulkanik pada batas lapisan F dan G. Pernyataan berikut yang benar adalah …
    a. Bom vulkanik di lapisan D lebih muda daripada bom di lapisan E karena berada pada posisi stratigrafi yang lebih muda.
    b. Bom vulkanik di lapisan E merupakan hasil pecahan intrusi magma yang menembus hingga lapisan D)
    c. Bom vulkanik di lapisan D dan E terbentuk bersamaan dengan endapan piroklastik di lapisan masing-masing.
    d. Bom vulkanik di lapisan D lebih tua daripada bom di lapisan E karena ukuran fragmennya sedikit lebih besar.
    e. Keduanya berumur sama-sama tua dan tertransportasi ulang sebagai rombakan pada lapisan yang lebih muda.

8. **[h]** Saat erupsi pada periode terdahulu, Gunung api Lewotobi Perempuan memuntahkan lava yang mengalir menuruni lereng ke arah timur laut sepanjang jarak yang terukur pada Gambar 1, dengan sudut kemiringan lereng rata-rata 30°. Berapa perbedaan elevasi antara kawah dan ujung aliran lava tersebut?
    a. 6.0 km
    b. 3.0 km
    c. 4.5 km

d. 2.0 km
e. 1.5 km

9. **[m]** The Lewotobi eruption produced a volcanic ash column that penetrated into the lower stratosphere (~18 km). Which meteorological impact is most likely associated with this vertical extent?
   a. Strengthening of the Hadley circulation due to latent heat release.
   b. Short-term surface cooling from sulfate aerosol formation.
   c. Increase of tropospheric ozone concentration.
   d. Local warming from enhanced longwave radiation absorption.
   e. Sudden stratospheric warming (SSW) triggered directly by volcanic heat.

10. **[m]** Volcanic ash particles act as cloud condensation nuclei (CCN). Which process best explains enhanced rainfall near volcanic regions after eruptions?
    a. Increased Rayleigh scattering reduces cloud albedo.
    b. Nucleation of larger raindrops accelerates collision–coalescence.
    c. Suppression of convection due to reduced lapse rate.
    d. Warming of the cloud top by infrared absorption.
    e. Depletion of supersaturation due to hygroscopic salts.

11. **[m]** Abu vulkanik berbahaya bagi penerbangan terutama karena ....
    a. Menyerap sinyal radar
    b. Mengubah arah angin jet stream
    c. Partikel silikat merusak mesin jet
    d. Mengurangi kelembaban udara
    e. Menurunkan konsentrasi oksigen

12. **[e]** Setelah erupsi besar, langit di sekitar gunung berapi sering tampak kemerahan terutama saat fajar atau senja. Apakah yang menyebabkan hal tersebut terjadi?
    a. Hamburan Rayleigh oleh molekul gas.
    b. Hamburan Mie oleh partikel abu.
    c. Efek Doppler cahaya.
    d. Efek albedo permukaan laut.
    e. Efek pendinginan adiabatic.

13. **[e]** BMKG melaporkan sebaran abu Lewotobi menggunakan citra satelit Himawari-9. Pada lapisan troposfer atas (200 hPa), angin baratan kuat membawa abu ke arah timur. Sementara di lapisan bawah, angin timuran justru bertiup ke barat. Akibatnya, *plume* abu terdeteksi di dua arah berbeda pada ketinggian berbeda. Fenomena ini menegaskan prinsip meteorologi apa?
    a. Adveksi atmosfer bersifat seragam secara vertikal.
    b. Angin geostrofik selalu berlawanan arah dengan angin gradien.

c. Adanya wind shear vertikal pada ketinggian.
d. Jet stream hanya terbentuk di troposfer bawah.
e. Semua lapisan atmosfer digerakkan oleh angin pasat.

14. **[h]** Dari catatan stasiun BMKG terdekat, durasi penyinaran matahari (sunshine) rata-rata sebelum erupsi adalah 4.84 jam, sedangkan setelah erupsi naik menjadi 7.68 jam. Hal ini tampak berlawanan dengan dugaan bahwa abu vulkanik akan mengurangi radiasi matahari di permukaan. Interpretasi yang paling tepat terhadap anomali ini adalah ....
    a. Data *sunshine error* sehingga tidak relevan
    b. Abu selalu meningkatkan radiasi masuk sehingga lebih cerah
    c. Kolom abu tidak melintas langsung di atas stasiun sehingga efek lokal lebih cerah
    d. Abu vulkanik meningkatkan efek rumah kaca sehingga menambah radiasi matahari
    e. Erupsi menyebabkan lapisan ozon menipis sehingga penyinaran meningkat

15. **[h]** Kolom abu erupsi Lewotobi mencapai ketinggian 18 km. Di wilayah tropis, tropopause biasanya berada pada temperatur sekitar −75 °C, sedangkan temperatur permukaan rata-rata di lokasi stasiun adalah 27 °C. Anggap gradien temperatur rata-rata troposfer adalah 6.5 °C/km. Tentukan apakah kolom abu Lewotobi menembus stratosfer, dan berapa kelebihan ketinggiannya di atas tropopause!
    a. Tidak menembus stratosfer; kolom masih di bawah tropopause (tropopause ≈ 18.0 km).
    b. Menembus tipis; kolom ~0.7 km di atas tropopause (tropopause ≈ 17.3 km).
    c. Menembus stratosfer; kolom ~2.3 km di atas tropopause (tropopause ≈ 15.7 km).
    d. Tidak menembus; kolom masih di bawah tropopause (tropopause ≈ 15.3 km).
    e. Menembus kuat; kolom ~4.0 km di atas tropopause (tropopause ≈ 14.0 km).

16. **[h]** Selama erupsi, abu vulkanik tersebar hingga radius 150 km. Partikel abu dapat bertindak sebagai cloud condensation nuclei (CCN). Di wilayah pegunungan, udara lembab yang dipaksa naik akan lebih cepat mengembun jika tersedia inti kondensasi tambahan. Namun, ada juga laporan bahwa kadang hujan tidak terjadi meskipun abu melimpah. Faktor mana yang paling menentukan apakah abu vulkanik akan benar-benar memicu hujan orografis?
    a. Kandungan belerang dioksida ($SO_2$) di stratosfer.
    b. Kelembaban relatif udara di lapisan troposfer bawah.
    c. Tekanan udara permukaan yang menurun drastis.
    d. Adanya gelombang Rossby di tingkat atas.
    e. Perbedaan suhu antara mesosfer dan troposfer.

17. **[m]** Manakah pernyataan berikut ini yang salah terkait kimia air laut?
    a. H termasuk unsur mayor, Br termasuk unsur minor.
    b. Kandungan Na lebih tinggi daripada kandungan Mg.
    c. Cl dan C dan termasuk unsur mayor.
    d. Kandungan Ca lebih rendah daripada kandungan $SO_4^{2-}$
    e. P termasuk unsur minor

18. **[h]** Terkait pengasaman laut, manakah pernyataan berikut tidak benar?
    a. Pengasaman laut adalah fenomena menurunnya pH air laut.
    b. Peristiwa ini terjadi karena terlalu banyak karbon dioksida ($CO_2$) yang yang terlarut di dalam air laut.
    c. Ion hidrogen ($H^+$) akan bergabung dengan ion karbonat ($CO_3^{2-}$) terlarut di air membentuk ion bikarbonat ($HCO_3^-$).
    d. Peningkatan kadar $CO_2$ di atmosfer menyebabkan semakin tingginya jumlah $CO_2$ terabsorb di air laut.
    e. Ion bikarbonat berguna dalam pembentukan cangkang/kerangka $CaCO_3$ pada biota.

19. **[m]** Senyawa apa yang sangat berperan di dalam hujan asam (*acid rain*)?
    a. $CO_2$.
    b. $SO_2$ dan $NO_x$.
    c. HCl dan HF.
    d. $CH_4$.
    e. $H_2O$.

20. **[e]** Manakah yang akan mengatur pH air laut?
    a. ion karbonat.
    b. kalsium karbonat.
    c. bikarbonat.
    d. asam karbonat.
    e. hidrokarbonat.

21. **[e]** pH air laut umumnya sekitar ....
    a. 6
    b. 7
    c. 8
    d. 9
    e. 10

22. **[h]** When the temperature or salinity of seawater decreases, the amount of $CO_2$ that can be absorbed ....
    a. remains the same
    b. increases
    c. decreases

d. can either increase or decrease
e. decrease then increase slowly

23. **[m]** Pernyataan yang salah terkait aragonit dalam bentuk padat adalah ....
    a. mineral yang berkomposisi $CaCO_3$
    b. sistem kristalnya ortorombik
    c. memiliki kekerasan yang sama dengan kalsit
    d. merupakan polimorf dari kalsit
    e. mineral yang penting dalam pembentukan cangkang dan kerangka biota di laut

24. **[h]** Adanya pengasaman air laut menyebabkan pertumbuhan biota bercangkang / berkerangka $CaCO_3$ akan berkurang. Untuk pertumbuhan / reproduksi biota akan membutuhkan energi. Pernyataan yang tepat terkait hal itu adalah ....
    a. Energi yang dikeluarkan oleh biota sama dengan energi yang diperoleh dari nutrisi yang diserap.
    b. Biota tidak kesulitan bereproduksi karena tersedia banyak tersedia suplai energi.
    c. Kimia di dalam tubuh biota tidak terlalu terpengaruh untuk reproduksi.
    d. Biota memerlukan lebih banyak energi untuk mengatur kimia tubuhnya pada kondisi keasaman yang meningkat.
    e. Peningkatan keasaman air laut hanya berpengaruh pada pembentukan cangkang/kerangka biota, tidak berpengaruh pada proses reproduksi.

25. **[e]** Letusan gunung berapi besar seperti Pinatubo (1991) menyuntikkan aerosol sulfat ke stratosfer, yang bertahan lama dan menyebar secara global. Fenomena ini secara langsung memengaruhi transparansi atmosfer Bumi. Berdasarkan mekanisme fisika yang dijelaskan dalam Teks Pengantar, manakah pernyataan berikut yang paling tepat menggambarkan dampak utama aerosol sulfat terhadap pengamatan astronomi?
    a. Meningkatkan transmisi cahaya biru karena hamburan Rayleigh.
    b. Menyebabkan langit malam lebih gelap karena penyerapan aerosol.
    c. Mengurangi ekstingsi atmosfer secara signifikan dan membuat cahaya bintang lebih terang.
    d. Magnitudo semu saat fasa total gerhana bulan akan < 3.99.
    e. Meningkatkan ekstingsi atmosfer secara signifikan dan meredupkan cahaya bintang.

26. **[e]** Setelah letusan Hunga Tonga (2022), terdapat injeksi uap air dalam jumlah besar ke stratosfer dan terdapat bukti pembentukan partikel aerosol/tetesan berukuran mikronik di stratosfer, berbeda dengan letusan lain yang didominasi aerosol sulfat. Jika seorang astronom ingin memprediksi dampak fotometri dari uap air ini, konsep mana yang paling relevan untuk dianalisis terlebih dahulu berdasarkan Teks Pengantar?
    a. Skala Danjon untuk gerhana Bulan.
    b. Fungsi hamburan Mie untuk partikel besar.
    c. Hukum Beer-Lambert untuk ekstingsi atmosfer.

d. Hamburan Rayleigh oleh molekul gas.
e. Koreksi magnitudo akibat airmass.

27. **[m]** Seorang peneliti sedang menganalisis data fotometri bintang yang diambil setelah letusan gunung berapi. Dia menemukan bahwa koefisien ekstingsi (k) sebesar 0.27 magnitudo per *airmass*. Jika sebuah bintang teramati memiliki magnitudo 2.47 dan diamati pada sudut zenith z = 60° , berapakah magnitudo intrinsik bintang itu ($m_0$)?
    a. 1.93
    b. 2.15
    c. 2.20
    d. 2.74
    e. 2.93

28. **[m]** Rayleigh scattering is the reason Earth's daytime sky appears blue. Venus, however, has a much thicker atmosphere, composed mainly of carbon dioxide ($CO_2$) and clouds of sulfuric acid, which are far more abundant than in Earth's atmosphere. If the wavelength of blue light is 450 nm and that of red light is 650 nm, what is the ratio of the scattering intensity of blue light to red light on Venus?
    a. Blue light is scattered about 0.7 times more strongly.
    b. Blue light is scattered about 2.8 times more strongly.
    c. Blue light is scattered about 4.4 times more strongly.
    d. Blue light is scattered about 5.5 times more strongly.
    e. Blue light is scattered about 8.8 times more strongly.

29. **[m]** Jika Anda seorang ahli sains planet yang ditugaskan merancang program observasi untuk memantau dampak letusan gunung berapi terhadap transparansi langit, teknik mana yang paling tepat untuk dilakukan secara rutin, berdasarkan Teks Pengantar?
    a. Secara kualitatif mengamati perubahan warna senja.
    b. Mengukur besaran visual bintang standar pada nilai massa udara (X) yang berbeda untuk menentukan koefisien kepunahan atmosfer (k).
    c. Merekam kecerahan langit malam hari dengan fotometer untuk melacak perubahan transparansi.
    d. Mengamati kecerahan Bulan purnama.
    e. Mengambil citra galaksi dengan eksposur panjang untuk melihat apakah objek samar menjadi lebih sulit dideteksi.

30. **[h]** Gunung Hunga Tonga–Hunga Ha'apai meletus pada 15 Januari 2022 dengan energi sekitar 61 Mt (megaton) TNT. Satelit NASA mengukur injeksi uap air stratosfer sebesar ~146 Tg (teragram) meningkatkan kandungan uap air stratosfer global sekitar 10%). Tidak seperti letusan Pinatubo (1991) yang menyuntikkan ~20 Tg $SO_2$ dan menyebabkan pendinginan global, Hunga Tonga justru menimbulkan pemanasan stratosfer.**Untuk menjelaskan fenomena tersebut diberikan sejumlah pernyataan berikut:**

    i. Karena mekanisme hamburan Mie oleh uap air menghamburkan lebih banyak panas.
    ii. Karena uap air adalah gas rumah kaca yang menyerap radiasi inframerah.
    iii. Karena letusannya terjadi di lautan, sehingga melepaskan lebih banyak uap.
    iv. Karena tidak menghasilkan aerosol sulfat yang memantulkan sinar Matahari.
    v. Karena uap air di stratosfer meningkatkan reaksi kimia yang merusak ozon, sehingga terjadi perubahan distribusi energi radiasi.
    vi. Karena Hunga Tonga melepaskan lebih banyak karbon dioksida dibandingkan gunung berapi lain.
    vii. Karena injeksi uap air dari Hunga Tonga mencapai ketinggian stratosfer yang sangat tinggi (~55 km).
    viii. Karena gravitasi Bulan memperkuat efek pemanasan uap air di atmosfer.

    **Manakah kombinasi pernyataan yang paling tepat ?**

    a. ii dan iv.
    b. ii, iv, dan v.
    c. ii, iii, iv, dan v.
    d. ii, iv, v, dan vii.
    e. ii, iv, v, vi, dan vii.

31. **[h]** Bishop's Ring adalah fenomena optik yang sering terjadi setelah letusan gunung berapi besar, berupa cincin yang mengelilingi Matahari akibat hamburan Mie oleh aerosol vulkanik di stratosfer. Cincin ini memiliki warna biru di bagian dalam dan merah di bagian luar. Jika sudut radius cincin adalah 12° dan aerosol vulkanik memiliki radius 0.45 μm, perkirakan panjang gelombang cahaya yang paling banyak dihamburkan pada sudut tersebut. Petunjuk cari perumusan pendekatan sudut hamburan dominan θ (dalam radian), dengan mengingat kembali perumusan intensitas hamburan Mie sebagai fungsi dari radius partikel (r) dan panjang gelombang (λ).

    a. 550 nm (hijau).
    b. 590 nm (jingga-kuning).
    c. 650 nm (merah).
    d. 700 nm (merah tua).
    e. 800 nm (inframerah).

32. **[h]** Following a major volcanic eruption, the Danjon scale for a total lunar eclipse is estimated to drop to L = 1. The Moon's angular diameter is 30 arcminutes. An astronomer attempts to observe lunar craters during the eclipse using a telescope with an aperture of 3.5 m. For a 10-inch (0.254 m) telescope, we adopt a reference surface-brightness detection limit of $\mu_0$ =10.0 mag/arcsec$^2$ (photon-limited ideal case). Assume photon-limited scaling so that the detection limit scales with aperture as

$$\mu_{lim}(D) = \mu_0 + 5\log_{10}\left(\frac{D}{0.254\ \mathrm{m}}\right)$$

Based on this information, which of the following statements is correct?

a. No, crater details will not be visible because the Moon's surface brightness (~17.2 mag arcsec$^{-2}$) is fainter than the telescope's detection limit (~15.7 mag arcsec$^{-2}$).
b. Yes, crater details will be visible because the Moon's surface brightness (~17.2 mag arcsec$^{-2}$) is brighter than the telescope's detection limit (~18.1 mag arcsec$^{-2}$).
c. No, crater details will not be visible because atmospheric extinction after the eruption reduces the effective brightness below the telescope's detection threshold.
d. Yes, crater details would be visible, because the Moon's surface brightness (16.3 mag arcsec$^{-2}$) is brighter than the telescope's detection limit of ~15.7 mag arcsec$^{-2}$. resolve typical lunar craters.
e. Yes, the large aperture of the telescope compensates for the eclipse dimming, making crater details visible.

**Kunci Jawaban SOAL OSN SEMIFINAL 2025 Kebumian**

**TES TEORI (PILIHAN GANDA)**

| No | Jawaban | Tingkat | Bobot |
|---|---|---|---|
| 1 | d | Mudah | 1 |
| 2 | a | Mudah | 1 |
| 3 | d | Menengah | 3 |
| 4 | c | Menengah | 3 |
| 5 | b | Menengah | 3 |
| 6 | a | Sulit | 5 |
| 7 | e | Sulit | 5 |
| 8 | d | Sulit | 5 |
| 9 | b | Menengah | 3 |
| 10 | c | Menengah | 3 |
| 11 | c | Menengah | 3 |
| 12 | b | Mudah | 1 |
| 13 | c | Mudah | 1 |
| 14 | c | Sulit | 5 |
| 15 | c | Sulit | 5 |
| 16 | b | Sulit | 5 |
| 17 | c | Menengah | 3 |
| 18 | e | Sulit | 5 |
| 19 | b | Menengah | 3 |
| 20 | a | Mudah | 1 |
| 21 | c | Mudah | 1 |
| 22 | b | Sulit | 5 |
| 23 | c | Menengah | 3 |
| 24 | d | Sulit | 5 |
| 25 | e | Mudah | 1 |
| 26 | b | Mudah | 1 |
| 27 | a | Menengah | 3 |
| 28 | c | Menengah | 3 |
| 29 | b | Menengah | 3 |
| 30 | d | Sulit | 5 |
| 31 | b | Sulit | 5 |
| 32 | a | Sulit | 5 |

# PRAKTIK 01

**Praktik 01**

**PALEO-TEMPERATUR PRODUK ERUPSI GUNUNG API LEWOTOBI PEREMPUAN**

## PENGANTAR

Pada sebuah singkapan di lereng Gunung Api Lewotobi Perempuan, sekelompok peneliti volkanologi menemukan lapisan arang yang terbentuk akibat tertimbun material erupsi. Arang ini penting karena dapat memberikan dua informasi sekaligus:

- Umur pembakaran, melalui penanggalan radiokarbon.
- Suhu produk erupsi yang membakar vegetasi tersebut, melalui analisis reflektansi vitrinite (Ro).

Dalam penelitian sederhana, sampel arang dari Lapisan C (Gambar 2 pada Teks Pengantar) dianalisis di laboratorium dan diperoleh nilai Reflektansi Vitrinite, Ro (dalam %, lihat Tabel 3) untuk beberapa erupsi periode berbeda yang meninggalkan jejak arang di lokasi yang sama. Untuk mengubah nilai Ro menjadi paleo-temperatur (°C), digunakan kurva kalibrasi Ro–T (Gambar 3).

**Tabel 3. Data Sampel dan Ro**

| Sampel | Umur (BP) | Reflektansi Vitrinite (Ro) |
|---|---|---|
| C1 | 1.230 | 0.6 |
| C2 | 3.100 | 0.7 |
| C3 | 850 | 0.8 |
| C4 | 2.450 | 1.0 |
| C5 | 4.550 | 1.1 |
| C6 | 2.100 | 1.5 |
| C7 | 1.940 | 1.2 |

## TUJUAN

Menentukan paleo-temperatur dan menganalisis tren perubahan suhu material piroklastik Gunung Api Lewotobi Perempuan.

## INSTRUKSI

### A. BAGIAN PERSIAPAN

1. Unduh berkas **Praktik01.doc**.
2. Buka **Praktik01.doc** menggunakan Microsoft Word.
3. Isi data berikut pada bagian yang disediakan:
    i. Nomor Peserta
    ii. Nama Peserta
    iii. Asal Sekolah
    iv. Kabupaten/Kota/Provinsi
4. Bacalah seluruh instruksi dalam berkas tersebut dengan seksama.

## B. PENGUMPULAN HASIL

1. Unduh file **Praktik01.doc** (berisi 5 halaman), dan *rename* dengan format **Praktik01_[Nama Peserta].doc**
   Contoh: Praktik01_Indah_Kalina.doc

2. Kerjakan semua butir soal sesuai instruksi yang diberikan secara digital (lembar soal ini tidak perlu dicetak). Cara pengerjaan soal bersifat grafis, secara manual menggunakan grafik yang disediakan, dan tidak terlalu membutuhkan perhitungan rumit. Pengerjaan bisa menggunakan fitur grafis (garis/lingkaran/titik, dll) yang tersedia pada Word. Penggunaan software sejenis Excel tidak diperlukan.

3. Setelah dirasa cukup, simpan file yang telah dikerjakan.

4. Lalu konversikan menjadi file PDF dengan format *rename* yang sama :
   **Praktik01_[Nama Peserta].pdf**
   Contoh: Praktik01_Indah_Kalina.pdf
   Pastikan hasil pekerjaan di versi Word tidak berubah saat dikonversi ke PDF.

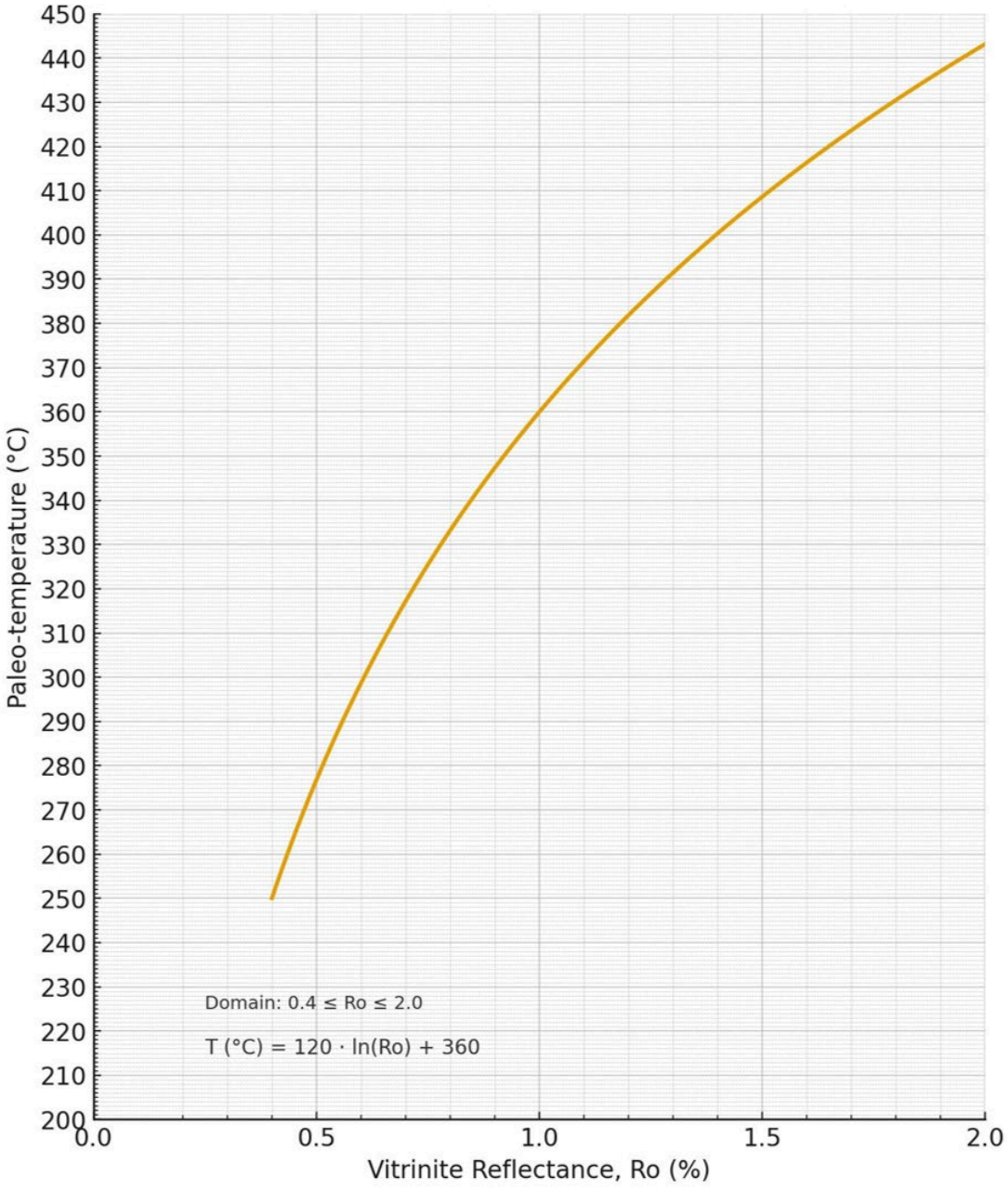
5. Unggah berkas (versi PDF) ke sistem aplikasi lomba pada lokasi yang telah ditentukan untuk bagian **Praktik01**.

   **Catatan Penting:** Pengunggahan pada lokasi yang salah akan menyebabkan nilai = 0.

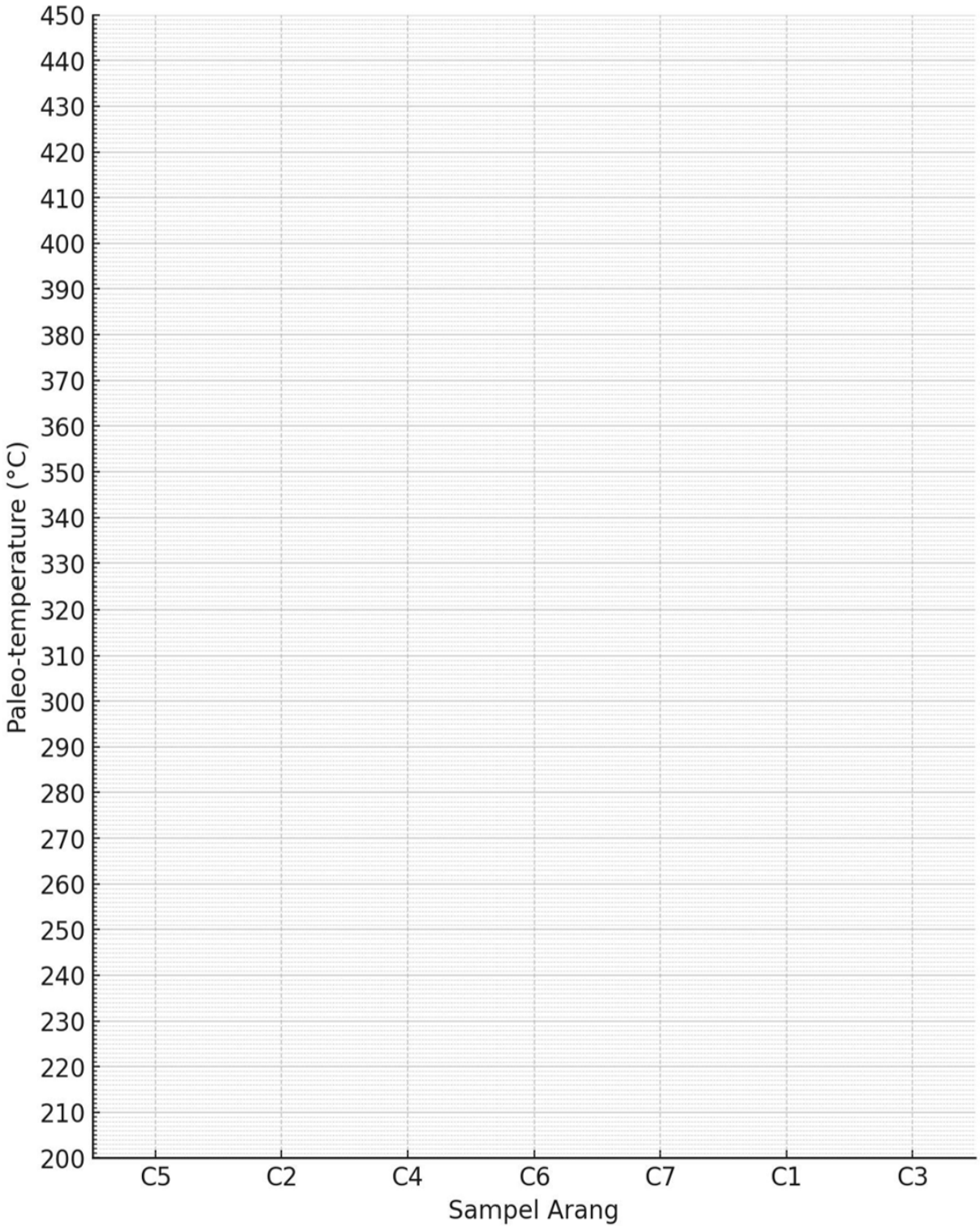
## C. BAGIAN DATA DAN PERHITUNGAN

1. Perhatikan data pada Tabel 3 yang berisi informasi kode sampel, umur BP yang disederhanakan, dan persentase Ro.
2. Gunakan Gambar 3 (kurva kalibrasi Ro vs T) untuk membaca nilai suhu paleo-T (°C) masing-masing sampel.
3. Plotkan data pembacaan paleo-T masing-masing sampel ke dalam grafik Gambar 4 yang berisi informasi: Sampel Arang vs paleo-T (°C) hasil pembacaan. Catatan: sampel arang sudah diurutkan berdasarkan umur BP.
4. Tarik garis yang menghubungkan titik-titik plot hasil pembacaan, dan interpretasikan sesuai pertanyaan yang tersedia.

**Gambar 3. Kurva Kalibrasi Ro ke Paleo-T**



**Gambar 4. Variasi Paleo-temperature**




## D. BAGIAN ANALISIS

Berdasarkan grafik, tentukan apakah tren suhu material piroklastik yang mencapai lokasi sampling meningkat, menurun, atau stabil. Berikan penjelasan/interpretasi menurutmu terkait tren tersebut! Berikan ilustrasi bila diperlukan (dilarang mengambil ilustrasi dari internet).

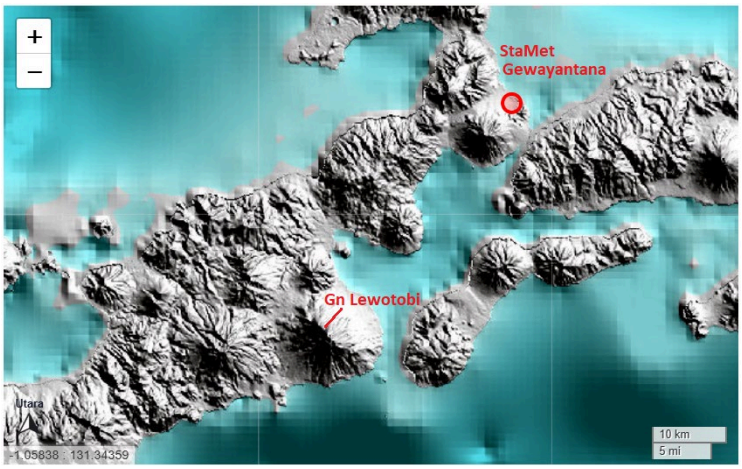
# PRAKTIK 02

**Praktik 02**

**Analisis Data Harian Stasiun Meteorologi Gewayantana**

## PENGANTAR

Erupsi Gunung Lewotobi 7 Juli 2025 melepaskan abu dan aerosol sulfat yang dapat mengurangi radiasi matahari melalui hamburan dan peningkatan albedo. Dampak yang terlihat sangat bergantung pada jarak, arah sebaran abu, dan kondisi atmosfer, sehingga setiap perubahan harus diuji secara statistik. Data meteorologi harian yang dikumpulkan olehg Stasiun Meteorologi Gewayantana dapat digunakan untuk mengidentifikasi anomali yang mengindikasikan pengaruh mikroklimat dari peristiwa vulkanik. Posisi stasiun berada di Timur Laut Gunung Lewotobi (lihat Gambar A).




**Gambar A. Posisi Stasiun Meteorologi Gewayantana**

## TUJUAN

Memahami dan dapat menjelaskan dampak-erupsi terhadap kondisi mikroklimat lokal dengan membandingkan periode sebelum dan sesudah kejadian, mengidentifikasi adanya anomali pada suhu, curah hujan, dan durasi penyinaran, serta menarik kesimpulan yang logis tentang kemungkinan hubungan sementara antara erupsi dan perubahan cuaca setempat.

## INSTRUKSI

### A. PERSIAPAN

1. Unduh berkas **Praktik02.doc**.
2. Buka **Praktik02.doc** menggunakan Microsoft Word.
3. Isi data berikut pada bagian yang disediakan:
    i. Nomor Peserta
    ii. Nama Peserta
    iii. Asal Sekolah
    iv. Kabupaten/Kota/Provinsi
4. Baca seluruh instruksi pada berkas soal sampai selesai sebelum mulai mengerjakan. Catat bagian tempat menempel grafik/plot

**Tabel A. Data Stasiun Meteorologi Gewayantana**
TAVG = Temperature Average (°C)
RR = Rainfall (mm)
SS = Sunshine (scale 8)

| TANGGAL | TAVG | RR | SS |
|---|---|---|---|
| 01-06-2025 | 29.1 | 0 | 5.5 |
| 02-06-2025 | 28.1 | 0 | 4.2 |
| 03-06-2025 | 26.9 | 0 | 2.7 |
| 04-06-2025 | 26.9 | 0 | 0.8 |
| 05-06-2025 | 27.6 | 0 | 0 |
| 06-06-2025 | 28.5 | 0 | 0.8 |
| 07-06-2025 | 28.9 | 0.4 | 1.5 |
| 08-06-2025 | 28.5 | 0 | 7.8 |
| 09-06-2025 | 29 | 0 | 5.9 |
| 10-06-2025 | 29.3 | 0 | 8 |
| 11-06-2025 | 29.2 | 0 | 5.7 |
| 12-06-2025 | 27.8 | 0 | 6 |
| 13-06-2025 | 29.2 | 14.9 | 1.1 |
| 14-06-2025 | 29.4 | 0 | 7.9 |
| 15-06-2025 | 28.8 | 4.1 | 8 |
| 16-06-2025 | 28.2 | 0 | 8 |
| 17-06-2025 | 28.1 | 0 | 8 |
| 18-06-2025 | 28.7 | 0 | 8 |
| 19-06-2025 | 28.5 | 0 | 7.8 |
| 20-06-2025 | 27 | 1.6 | 5.5 |
| 21-06-2025 | 28.6 | 0 | 1.2 |
| 22-06-2025 | 28 | 0 | 7.1 |
| 23-06-2025 | 29.1 | 0 | 6.7 |
| 24-06-2025 | 28.2 | 0 | 7 |
| 25-06-2025 | 28.2 | - | 1.6 |
| 26-06-2025 | 29.5 | 0 | 3.4 |
| 27-06-2025 | 29.2 | 0 | 8 |
| 28-06-2025 | 29 | 0 | 7.9 |
| 29-06-2025 | 29.3 | 0 | 8 |
| 30-06-2025 | 28.4 | 0 | 6.7 |

| TANGGAL | TAVG | RR | SS |
|---|---|---|---|
| 01-07-2025 | 28.4 | 0 | 6 |
| 02-07-2025 | 27.6 | 0 | 4 |
| 03-07-2025 | 28.4 | 0 | 4 |
| 04-07-2025 | 28.8 | 0 | 8 |
| 05-07-2025 | 28.9 | 0 | 4 |
| 06-07-2025 | 27.9 | 22.5 | 4.2 |
| 07-07-2025 | 27.3 | 0 | 5.7 |
| 08-07-2025 | 28.1 | 0 | 7.8 |
| 09-07-2025 | 27.9 | 0 | 7.2 |
| 10-07-2025 | 27.5 | 0 | 7.8 |
| 11-07-2025 | 27.8 | 0 | 7.8 |
| 12-07-2025 | 28.1 | 0 | 7.8 |
| 13-07-2025 | 28.1 | 0 | 8 |
| 14-07-2025 | 28.6 | 0 | 6 |
| 15-07-2025 | 28.9 | 0 | 5 |
| 16-07-2025 | 27 | 0 | 8 |
| 17-07-2025 | 26.8 | 0 | 6.7 |
| 18-07-2025 | 27 | 0 | 8 |
| 19-07-2025 | 27.9 | 0 | 7.8 |
| 20-07-2025 | 28 | 0 | 8 |
| 21-07-2025 | 27.6 | 0 | 8 |
| 22-07-2025 | 28.1 | 0 | 5 |
| 23-07-2025 | 28.4 | 0 | 8 |
| 24-07-2025 | 28 | 0 | 7.7 |
| 25-07-2025 | 28.5 | 0 | 8 |
| 26-07-2025 | 28.7 | 0 | 8 |
| 27-07-2025 | 28.6 | 0 | 8 |
| 28-07-2025 | 29.4 | 0 | 6.6 |
| 29-07-2025 | 28 | 0 | 8 |
| 30-07-2025 | 27.9 | 0 | 4.9 |
| 31-07-2025 | 28.3 | 0 | 8 |

## B. PENGUMPULAN HASIL

1. Unduh file **Praktik02.doc** (berisi 5 halaman), dan *rename* dengan format **Praktik02_[Nama Peserta].doc**
   Contoh: Praktik02_Indah_Kalina.doc
2. Kerjakan semua butir soal sesuai instruksi yang diberikan secara digital (lembar soal ini tidak perlu dicetak). Pengerjaan bisa menggunakan fitur yang tersedia pada Word**. Penggunaan Microsoft Excel diperlukan untuk menghasilkan plot**.
3. Setelah dirasa cukup, simpan file yang telah dikerjakan.
4. Lalu konversikan menjadi file PDF dengan format *rename* yang sama :
   **Praktik02_[Nama Peserta].pdf**
   Contoh: Praktik02_Indah_Kalina.pdf
   Pastikan hasil pekerjaan di versi Word tidak berubah saat dikonversi ke PDF.
5. Unggah seluruh berkas (**versi PDF dan spreadsheet xls**) ke sistem aplikasi lomba pada lokasi yang telah ditentukan untuk bagian **Praktik02**.

   **Catatan Penting:** Pengunggahan pada lokasi yang salah akan menyebabkan nilai = 0.

## C. DATA DAN PERHITUNGAN

1. **Data sumber**: Gunakan tabel TAVG (°C), RR (mm), SS (scale 8) yang tersedia di **Tabel A** pada soal**.**
2. **Periode analisis**: Buat grafik untuk **periode 30 Juni 2025 sampai 14 Juli 2025** (7 hari sebelum dan 7 hari setelah erupsi.
3. Langkah pembuatan grafik di Excel **(rekomendasi**):
   i. Masukkan data tanggal (kolom A — format tanggal dd-mm-yyyy), TAVG (kolom B), RR (kolom C), SS (kolom D).
   ii. Filter/ambil baris tanggal **30-06-2025 sampai 14-07-2025.**
   iii. Buatlah 3 grafik terpisah dengan sumbu x (tanggal):
      1. **Grafik 1: TAVG** — garis (line) dengan marker; sumbu y (°C).
      2. **Grafik 2: RR** — batang (column) untuk menampilkan curah hujan (mm).
      3. **Grafik 3: SS** — garis atau batang (skala 0–8); sumbu y terpisah untuk SS.
4. Beri judul grafik, label sumbu (termasuk satuan) dan legenda
5. Hitung rata-rata (mean) TAVG, RR, dan SS untuk periode 7 hari sebelum dan 7 hari setelah erupsi.
6. Hitung perubahan absolut dan persentase (relatif) antara periode sebelum dan sesudah:
   - Δ = mean_sesudah − mean_sebelum
   - Δ% = (Δ / mean_sebelum) × 100%
7. **Lampirkan grafik pada tempat yang disediakan di berkas Praktik02**
8. Jawablah pertanyaan yang diberikan dalam berkas Praktik02.

**GRAFIK 1**

Tempelkan grafik yang Anda buat dengan menggunakan Microsoft Excel

**GRAFIK 2**

Tempelkan grafik yang Anda buat dengan menggunakan Microsoft Excel

**GRAFIK 3**

Tempelkan grafik yang Anda buat dengan menggunakan Microsoft Excel

## D. BAGIAN ANALISIS

Berdasarkan grafik dan analisis yang Anda lakukan, jawablah pertanyaan-pertanyan berikut

**D1.** Bandingkan rata-rata suhu udara (TAVG), curah hujan (RR), dan *sunshine* (SS) 7 hari sebelum erupsi dan 7 hari sesudah erupsi. Berikan juga besar perubahan absolut dan relatiFnya.

- RATA-RATA:
  - TAVG (SEBELUM) = ....
  - TAVG (SESUDAH) = ....
  - RR (SEBELUM) = ....
  - RR (SESUDAH) = .....
  - SS (SEBELUM = ....
  - SS (SESUDAH = ,,,,
- PERUBAHAN ABSOLUT = ....
- PERUBAHAN RELATIF = ....

**D2**. Jelaskan apakah terlihat adanya anomali yang dapat terlihat terhadap cuaca lokal. Jelaskan mengapa demikian!

# PRAKTIK 03

**Praktik 03**

**PERUBAHAN KIMIA AIR LAUT**

**PENGANTAR**

Gambar 1 berikut adalah informasi pH air laut di suatu titik di Laut Arafura pada tahun 1920 dan 2020. Gambar 2 adalah peta saturasi aragonit dalam air laut dan angka yang tertulis menunjukkan nilai saturasi pada titik yang sama pada tahun 1920 dan 2020. Data dan peta diambil dari NOAA Global Data Explorer (www.nnvl.noaa.gov). Untuk diingat, aragonit adalah salah satu mineral berkomposisi kalsium karbonat yang mudah terlarut dalam air.

Gambar 1. pH air laut di suatu titik di Laut Arafura pada tahun 1920 (kiri) dan 2020 (kanan)

Gambar 2. Peta saturasi aragonit dalam air laut di Laut Arafura pada tahun 1920 (kiri) dan 2020 (kanan)

**TUJUAN**

Mengamati perubahan kimia air laut dan menentukan penyebab dan akibatnya pada kondisi biota.

**INSTRUKSI**

**A. BAGIAN PERSIAPAN**

1. Unduh berkas **Praktik03.doc**.
2. Buka **Praktik03.doc** menggunakan Microsoft Word.
3. Isi data berikut pada bagian yang disediakan:
   i. Nomor Peserta
   ii. Nama Peserta
   iii. Asal Sekolah
   iv. Kabupaten/Kota/Provinsi
4. Bacalah seluruh instruksi dalam berkas tersebut dengan seksama.

**B. PENGUMPULAN HASIL**

1. Unduh file **Praktik03.doc** (berisi 4 halaman), dan *rename* dengan format **Praktik03_[Nama Peserta].doc**
   Contoh: Praktik03_Indah_Kalina.doc

2. Kerjakan semua butir soal sesuai instruksi yang diberikan secara digital (lembar soal ini tidak perlu dicetak). Pengerjaan soal bersifat grafis dapat secara manual menggunakan ***milimeter block*** yang **disediakan dalam berkas ini**. Pengerjaan bisa menggunakan fitur/tools grafis (garis/kotak) yang tersedia pada Word dengan langsung menggambarkannya pada *milimeter block* tersebut. Penggunaan software sejenis Excel juga diperbolehkan. Gambar hasil pengerjaan harus dibubuhkan pada lembar jawaban untuk mengganti *milimeter block*.

3. Setelah dirasa cukup, simpan file yang telah dikerjakan.

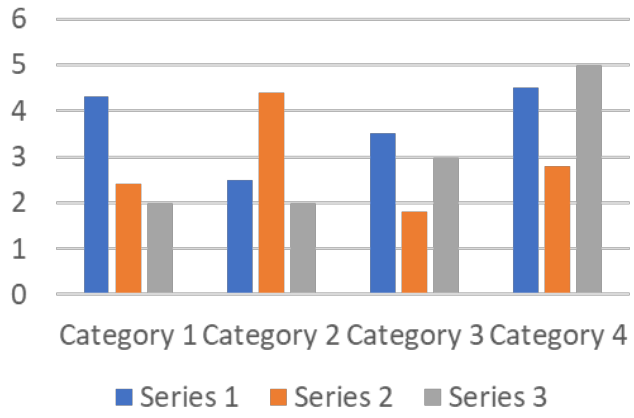
4. Lalu konversikan menjadi file PDF dengan format *rename* yang sama :
   **Praktik03_[Nama Peserta].pdf**
   Contoh: Praktik03_Indah Kalina.pdf
   Pastikan hasil pekerjaan di versi Word tidak berubah saat dikonversi ke PDF.

5. Unggah seluruh berkas (versi Word dan PDF) ke sistem aplikasi lomba pada lokasi yang telah ditentukan untuk bagian **Praktik03**.

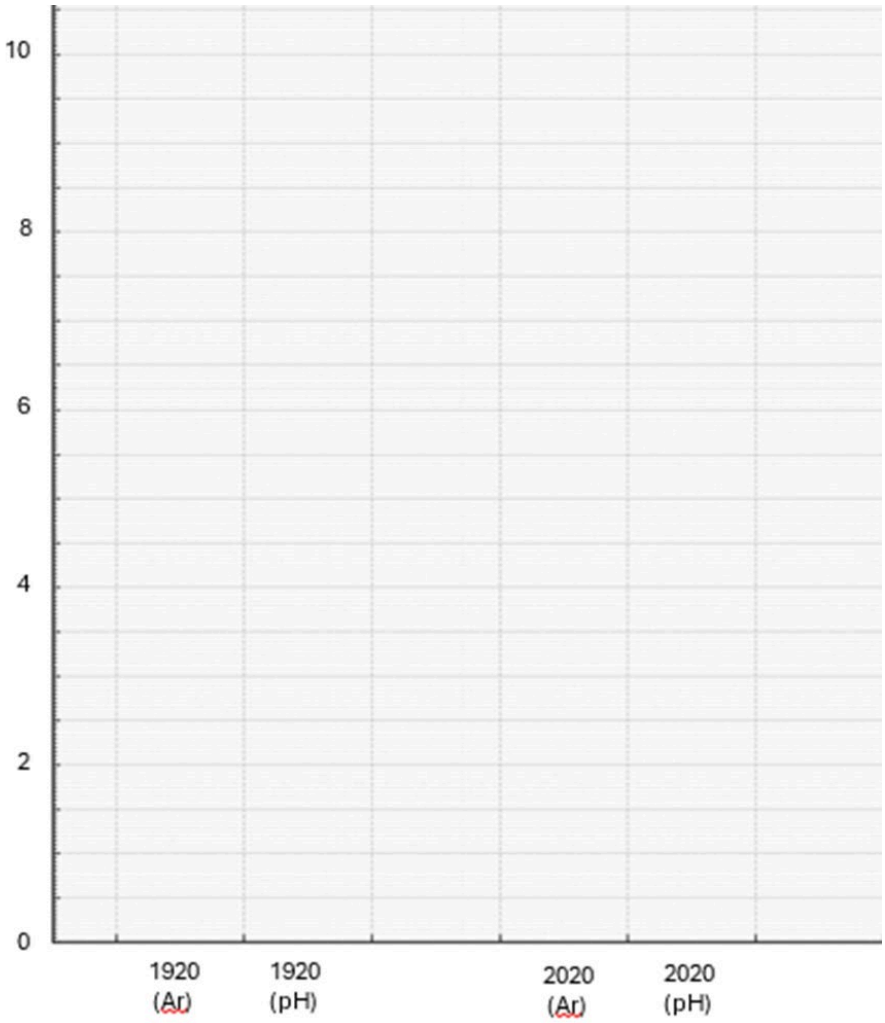
   **Catatan Penting:** Pengunggahan pada lokasi yang salah akan menyebabkan nilai = 0.

**C. BAGIAN DATA DAN PERHITUNGAN**

1. Buatlah diagram batang pada milimeter block yang sudah disediakan yang menunjukkan nilai pH dan saturasi aragonit untuk tahun 1920 dan 2020.
   Contoh diagram batang:




***Milimeter Block***




**D. BAGIAN ANALISIS**

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap data tersebut

1. Apakah terjadi pengasaman laut di area tersebut? Apa buktinya.
2. Apa hubungannya dengan saturasi aragonit? Jelaskan.
3. Apa pengaruhnya terhadap pembentukan biota bercangkang/berkerangka kalsium karbonat di area tersebut?

# PRAKTIK 04

**Praktik 04**

**Analisis Optik Atmosfer Pasca Erupsi Gunung Pinatubo**

**PENGANTAR**

Erupsi Gunung Pinatubo tahun 1991 merupakan salah satu peristiwa vulkanik terbesar abad ke-20 yang berdampak signifikan terhadap sistem iklim global. Puncak erupsi terjadi pada tanggal 15 Juni 1991. Partikel sulfat hasil erupsi tersebar ke stratosfer dan memodifikasi sifat optik atmosfer melalui proses hamburan dan ekstingsi cahaya matahari. Analisis parameter optik seperti Hamburan Rayleigh, distribusi ukuran partikel, parameter Mie, ekstingsi, dan AOD (*Aerosol Optical Depth*) sangat penting untuk memahami perubahan radiasi serta implikasinya bagi iklim dan observasi astronomis.

**TUJUAN**

Peserta diharapkan mampu memahami perhitungan dan interpretasi parameter optik atmosfer yang berkaitan dengan hamburan cahaya, distribusi ukuran aerosol, serta dampak erupsi terhadap nilai AOD dan ekstingsi. Dengan demikian, peserta dapat menarik kesimpulan tentang perubahan sifat atmosfer akibat letusan vulkanik secara ilmiah dan terstruktur.

**INSTRUKSI**

**A. PERSIAPAN**

1. Unduh berkas **Praktik04.doc** dan **Praktik04.xls**
2. Buka berkas **Praktik04.doc** menggunakan Microsoft Word.
3. Buka *spreadsheet* **Praktik04.xls** menggunakan Microsoft Excel.
4. Isi data berikut pada bagian yang disediakan:
    i. Nomor Peserta
    ii. Nama Peserta
    iii. Asal Sekolah
    iv. Kabupaten/Kota/Provinsi
5. Baca seluruh instruksi pada berkas soal atau pun *spreadsheet* sampai selesai sebelum mulai mengerjakan.
6. Kerjakan instruksi sesuai dengan panduan pada tiap sheet yang diberikan dalam Praktik04.doc
7. Catat hasil perhitungan, buat grafik bila diperlukan, dan simpulkan temuan Anda
8. Lengkapi berkas Praktik04.doc dengan lengkap dan rapi dengan menyertakan grafik dan hasil olahan.

**B. Instruksi Tiap Sheet**

**Sheet: Hamburan Rayleigh**

1. Gunakan data panjang gelombang untuk menghitung intensitas hamburan Rayleigh.
2. **Buat grafik hamburan vs panjang gelombang.**
3. Diskusikan mengapa hamburan lebih kuat pada panjang gelombang biru.

**Sheet: ukuran partikel**

1. Amati data ukuran partikel pra dan pasca erupsi.
2. Hitung radius efektif partikel berdasarkan distribusi.

3. Bandingkan bentuk distribusi dan jelaskan dampaknya terhadap interaksi cahaya.

**Sheet: parameter Mie**

1. Analisis nilai Q_ext, g_asymmetry, dan single_scattering_albedo ($\omega_0$) untuk berbagai panjang gelombang.
2. **Buat grafik λ vs Q_ext, g, dan $\omega_0$. Untuk pra dan pasca erupsi**
3. Interpretasikan arti fisik dari masing-masing parameter dalam konteks aerosol vulkanik.

**Sheet: ekstingsi**

4. Bandingkan nilai pra dan pasca erupsi.
5. **Buat grafik spektrum ekstingsi** dan interpretasikan perbedaan yang muncul.

**Sheet: AOD**

6. **Buat grafik timeseries AOD_550** dan **grafik timeseries Visibilitas.**
7. Diskusikan perubahan signifikan yang terjadi serta kaitannya dengan kondisi atmosfer global.

## C. PENGUMPULAN HASIL

1. *Rename* berkas-berkas untuk praktik dengan format **Praktik04_[Nama Peserta].doc/xls.**

   Contoh:

   - Praktik04_Indah_Kalina.doc
   - Praktik04_Indah_Kalina.xls

2. Kerjakan semua butir soal sesuai instruksi yang diberikan secara digital (lembar soal ini tidak perlu dicetak). Pengerjaan bisa menggunakan fitur yang tersedia pada Word**. Penggunaan Microsoft Excel diperlukan untuk menghasilkan plot**.
3. Setelah dirasa cukup, simpan file yang telah dikerjakan.
4. Lalu konversikan berkas laporan atau lembarjawab (Praktik04.doc) menjadi file PDF dengan format *rename* yang sama :

   **Praktik04_[Nama Peserta].pdf**

   Contoh: Praktik04_Indah_Kalina.pdf

   Pastikan hasil pekerjaan di versi Word tidak berubah saat dikonversi ke PDF.

5. **Unggah seluruh berkas (versi PDF) dan *spreadsheet* (Praktik04.xls)** yang telah diisi ke sistem aplikasi lomba pada lokasi yang telah ditentukan untuk bagian **Praktik04**.

   **Catatan Penting:** Pengunggahan pada lokasi yang salah akan menyebabkan nilai = 0.

## D. DATA, PERHITUNGAN, DAN GRAFIK

Di bawah ini instruksi terperinci yang sesuai dengan isi Praktik04.xls (nama sheet dan kolom persis). Ikuti langkahnya di Excel sehingga Anda mendapatkan grafik/plot yang diminta dan semua angka yang diperlukan untuk menjawab bagian Analisis (E).

1) Sheet: **Hamburan Rayleigh**:

1. Kolom yang tersedia: λ (nm), λ (m), Rayleigh_teoritis, Rayleigh_norm.
2. Isi kolom λ(m) dengan mengingat bahwa 1 nm = $10^{-9}$ m
   - contoh: jika nilai di A2, tulis =A2*1E-9.
3. Isi kolom Rayleigh_teoritis = 1 / (λ(m)^4).
   - Contoh: =1/(C2^4) jika C2 adalah λ (m).
4. Normalisasikan (buat dalam rentang 0 s.d.1) untuk *plotting* intensits Hamburan Rayleigh, dengan mengIsi kolom Rayleigh_norm = Rayleigh_teoritis / MAX(Rayleigh_teoritis).
   - Contoh: =C2/MAX($C$2:$C$7).
5. Buat grafik intensitas Hamburan Rayleigh
6. Tempel grafik ke bagian GRAFIK HAMBURAN RAYLEIGH pada berkas ini.

2) Sheet: **ukuran partikel**

1. Kolom yang tersedia: radius partikel(um), radius partikel(m), konsentrasi jumlah partikel pra erupsi(cm kubik) atau ni_pra, konsentrasi jumlah partikel pasca erupsi (cm kubik) atau ni_pasca, r_eff pra dan r_eff pasca.
2. Buat grafik: radius partikel(μm) vs Konsentrasi (ni_pra dan juga untuk ni_pasca) (ingat *dua series*: Pra dan Pasca). Gunakan skala logaritma jika rentang sangat lebar.
3. Tempel grafik tersebut ke bagian GRAFIK UKURAN PARTIKEL pada berkas ini.
4. Hitung radius efektif (r_eff) untuk distribusi jumlah partikel, jika belum terisi, gunakan definisi

$$r_{eff} = \frac{\sum r_i . n_i}{\sum ni}$$

   - Contoh rumus Excel untuk r_eff pra (misal radius partikel di A2:A10, konsentrasi pra di C2:C10), maka tulis =SUMPRODUCT(C2:C10;A2:A10)/SUM(C2:C10)
5. Lakukan hal yang sama untuk r_eff pasca menggunakan kolom ni_pasca.
6. Tuliskan radius efektif partikel pra dan pasca erupsi.

3) Sheet: **parameter Mie**

1. Kolom yang tersedia : λ (nm), Q_ext (Pra), Q_ext (Pasca), g_asym (Pra), g_asym (Pasca), $\omega_0$ (Pra), $\omega_0$ (Pasca).
2. Buat tiga grafik (line char)
   - λ vs Q_ext (dua series: Pra dan Pasca)
   - λ vs g_asym (dua series: Pra dan Pasca)
   - λ vs $\omega_0$ (dua series: Pra dan Pasca).
3. Untuk setiap grafik: berikan judul jelas, tambahkan legenda (Pra / Pasca).
4. Tempel ketiga grafik ke bagian GRAFIK PARAMETER MIE (PRA DAN PASCA ERUPSI) pada berkas ini

4) Sheet: **ekstingsi**

1. Kolom yang tersedia: λ (um), koef.ekstingsi pra erupsi (km^-1), koef. ekstingsi pasca erupsi (km^-1), Persentase sisa cahaya Pra erupsi untuk panjang lintasan (L)= 10 km, Persentase sisa cahaya Pra erupsi untuk panjang lintasan (L)= 10 km, dan Rasio.
2. Untuk mendukung analisis perbedaan optik, hitung rasio: koef_ext_pasca / koef_ext_pra untuk tiap λ.
3. Buat grafik rasio tersebut.
4. Tempel grafik rasio ke bagian GRAFIK SPEKTRUM EKSTINGSI (Rasio) pada berkas ini
5. Buat grafik: λ(um) vs Persentase sisa cahaya untuk panjang lintasan L=10 km (dua series: pra/pasca).
6. Tempel grafik ke bagian GRAFIK SPEKTRUM EKSTINGSI (Persentase Sisa Cahaya) pada berkas ini.
7. Hitung rata-rata koefisien ekstingsi, persentase sisa cahaya, dan rasio pada rentang **cahaya tampak** untuk pra dan pasca dengan fungsi =AVERAGE(range).

5) Sheet: **AOD**

1. Kolom yang tersedia : Tanggal, Aerosol Optical Depth (550nm), Visibilitas (km).
2. Buat grafik *time-series*:
   - Tanggal vs *Aerosol Optical Depth* (550nm) (line chart dengan marker).
   - Tanggal vs *Visibilitas* (km) (line chart).
3. Tempel kedua grafik (AOD dan Visibilitas) ke bagian GRAFIK AOD pada berkas ini.

## I. GRAFIK HAMBURAN RAYLEIGH

Tempelkan grafik yang Anda buat dengan menggunakan Microsoft Excel

## II. GRAFIK UKURAN PARTIKEL (PRA DAN PASCA)

Tempelkan grafik yang Anda buat dengan menggunakan Microsoft Excel

**RADIUS EFEKTIF PARTIKEL**

A. **PRA ERUPSI** = ..... (tuliskan satuan)

B. **PASCA ERUPSI** = ..... (tuliskan satuan)

## III. GRAFIK PARAMETER MIE (PRA DAN PASCA)

**λ vs Q_ext**

Tempelkan grafik yang Anda buat dengan menggunakan Microsoft Excel

## IV. GRAFIK PARAMETER MIE (PRA DAN PASCA)

**λ vs g_asyn**

Tempelkan grafik yang Anda buat dengan menggunakan Microsoft Excel

## V. GRAFIK PARAMETER MIE (PRA DAN PASCA)

**λ vs $\omega_0$**

Tempelkan grafik yang Anda buat dengan menggunakan Microsoft Excel

## VI. GRAFIK SPEKTRUM EKSTINGSI

**Rasio**

Tempelkan grafik yang Anda buat dengan menggunakan Microsoft Excel

## VII. GRAFIK SPEKTRUM EKSTINGSI (PRA DAN PASCA)

**λ vs Persentase Sisa Cahaya (L=10 km)**

Tempelkan grafik yang Anda buat dengan menggunakan Microsoft Excel

**RATA-RATA**

- **KOEFISIEN EKSTINGSI (PRA) = .....**
- **KOEFISIEN EKSTINGSI (PASCA) = .....**
- **PERSENTASE SISA CAHAYA (PRA) = .....**
- **PERSENTASE SISA CAHAYA (PASCA) = .....**
- **RASIO KOEFISIEN EKSTINGSI = .....**

## VIII. GRAFIK AOD

**Tanggal vs AOD_550**

Tempelkan grafik yang Anda buat dengan menggunakan Microsoft Excel

## IX. GRAFIK AOD

**Tanggal vs Visibilitas**

Tempelkan grafik yang Anda buat dengan menggunakan Microsoft Excel

## E. ANALISIS

Berdasarkan grafik dan analisis yang Anda lakukan, jawablah pertanyaan-pertanyan berikut;

**E1.** Mengapa **Hamburan Rayleigh** lebih kuat pada panjang gelombang biru? Jelaskan.

**E2**. Berapa besar **perubahan radius efektif partikel** (r_eff) berdasarkan distribusi dan bandingkan bentuk distribusi serta jelaskan dampaknya terhadap interaksi cahaya.

**E3**. Dari informasi **parameter Mie**, interpretasikan arti fisik dari masing-masing parameter dalam konteks aerosol vulkanik pasca erupsi.

**E4**. Interpretasikan perbedaan yang muncul dari hasil pengolahan data **spektrum ekstingsi**.

**E5**. Tuliskan perubahan signifikan yang terjadi serta kaitannya dengan kondisi atmosfer serta dampak erupsi Pinatubo terhadap sifat optik atmosfer yang mempengaruhi pengamatan malam objek langit

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# KIMIA

Kumpulan Soal OSN

**Elektrokimia & Kelarutan dalam Pemurnian Emas (30 poin)**

Emas dapat ditemukan dalam bentuk unsur di alam, namun keberadaanya masih tercampur dengan mineral lain seperti Cu, Fe, dan Zn. Bijih yang telah dilarutkan mengandung $Au^{3+}$, $Pb^{2+}$, $Zn^{2+}$, dan $Fe^{2+}$ masing-masing dengan konsentrasi $1{,}0\times10^{-4}$ M. Untuk memisahkan komponen logam lain selain emas, larutan dijenuhkan dengan H2S 0,1 M.

Diketahui konstanta kesetimbangan disosiasi asam $H_2S$ Ka1 = 9.6x10-8 dan Ka2 = 1.3x10-14.

($K_{sp}$ PbS = $3.2\text{x}10^{-28}$; $K_{sp}$ ZnS = $3\text{x}10^{-23}$; $K_{sp}$ FeS = $4.9\text{x}10^{-18}$)

a. Hitung konsentrasi sulfida minimum $[S^{2-}]^{crit}$ yang diperlukan untuk mulai mengendapkan logam $Fe^{2+}$ ! **(2)**

b. Tentukan urutan logam yang akan mengendap jika pH larutan dinaikkan secara perlahan! **(3)**

c. Buat diagram pH dan tentukan daerah pemisahan masing-masing ion logam sebagai garam sulfida secara kuantitatif! (Asumsi: pengendapan sempurna terjadi jika 0,1% ion logam tertinggal didalam larutan) **(4)**

Untuk menghilangkan pengotor, pemurnian emas dilakukan dengan metode sianidasi (pelindian emas). Metode ini dilakukan dengan menambahkan larutan NaCN pada logam Au melalui reaksi oksidasi-reduksi yang menghasilkan kompleks ion sianida dengan $Au^{+}$. Pelindian emas berlangsung dalam dua tahap reaksi yaitu pembentukan $H_2O_2(aq)$ pada tahap pertama setelah itu $H_2O_2$ digunakan pada tahap selanjutnya untuk menghasilkan kompleks emas dengan sianida.

d. Tuliskan dua tahap kesetimbangan reaksi pelindian emas dengan NaCN(*aq*) hingga membentuk kompleks $Au(CN)_2^-$ ! **(3)**

e. Meskipun kelarutan $O_2$ dalam air pada suhu dan tekanan ruang sangat rendah (8,2 mg/L), proses pelindian emas tetap ekonomis. Tentukan konsentrasi minimum NaCN (g/L) yang diperlukan agar proses pelindian emas berlangsung secara maksimum pada suhu dan tekanan ruang! (Asumsi: reaksi pelindian emas berlangsung lebih cepat dibanding difusi $O_2$ di udara dalam air) **(3)**

Potensial reduksi emas $Au^{+}(aq)$ ($E°Au^{+}/Au$ = +1,69 V) jauh lebih besar dibandingkan dengan $O_2$. Hal ini menunjukkan bahwa emas bersifat stabil dan tidak mudah teroksidasi oleh oksigen pada semua pH. Namun, adanya ligan pengompleks kuat seperti $CN^-$, yang mampu menstabilkan emas dalam bilangan oksidasi +1 maupun +3, dapat menggeser potensial reduksi emas secara signifikan. Ion sianida mempengaruhi kesetimbangan reaksi $Au^{+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Au(s)$ melalui reaksi berikut:

$$Au(CN)_2^- (aq) \rightleftharpoons Au^+ (aq) + 2CN^- (aq);\ \log Kf = 38.3\ (T = 25°C)$$

f. Tentukan nilai $E°$ untuk reaksi setengah-sel berikut: $Au(CN)_2^- + e^- \rightleftharpoons Au\ (s) + 2CN^-\ (aq)$ dan tuliskan persamaan nernst-nya **(4)**

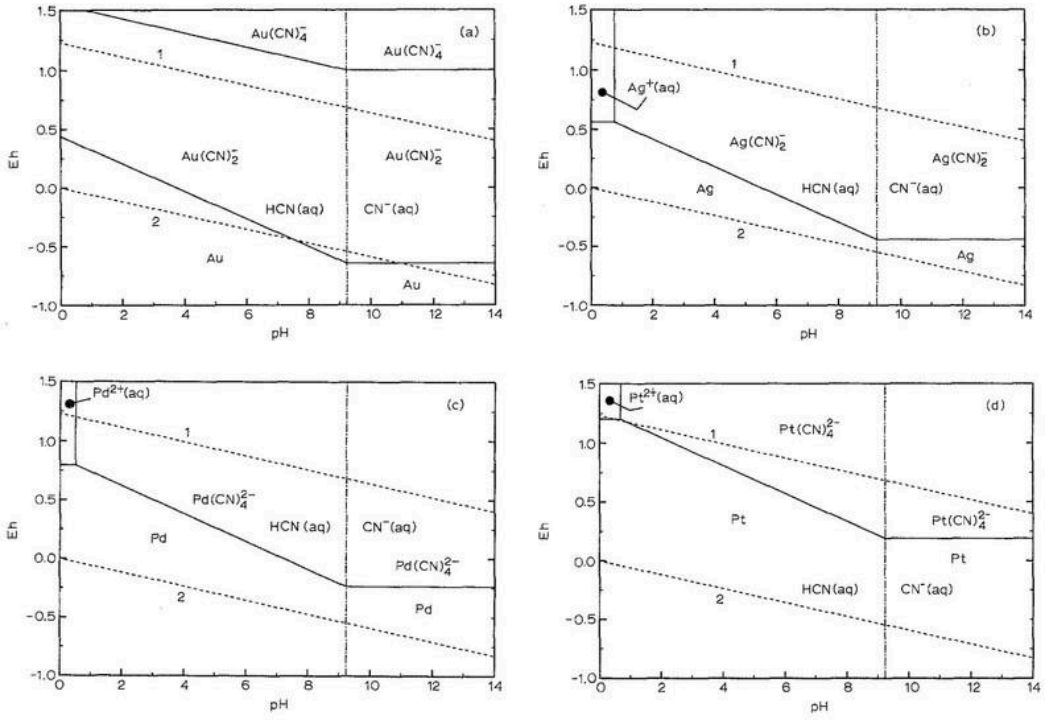
Potensial elektrokimia beberapa sistem redoks bergantung pada pH. Hubungan ini digambarkan dalam diagram Eh (potensial)–pH, di mana potensial reduksi (Eh) terhadap Elektroda Hidrogen Standar (SHE) diplot pada sumbu y dan pH pada sumbu-x (diagram Pourbaix). Garis batas pada diagram menunjukkan daerah kestabilan masing- masing spesi secara termodinamika. Diagram ini didasarkan pada persamaan Nernst, sehingga hanya menjelaskan aspek termodinamika tanpa informasi mengenai kinetika reaksi.

Diagram Eh–pH untuk (a) Au, (b) Ag, (c) Pd, dan (d) Pt dalam larutan NaCN 0,02 M pada 25 °C ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Batas kestabilan H2O ditunjukkan dengan dua garis putus-putus yang merepresentasikan kesetimbangan berikut:

$$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O(l)$$

$$2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g)$$

Area 1 menunjukkan kestabilan $O_2$, sedangkan area 2 menunjukkan kestabilan $H_2$.




g. Berdasarkan diagram Pourbaix untuk Au, Ag, Pd, dan Pt pada pH = 7, logam mana yang dapat dilindi menggunakan larutan NaCN dengan adanya O2? Jelaskan jawaban Anda! **(3)** (bandingkan potensial $E^oM(CN)^{n-}/M^{n+}$terhadap potensial reduksi oksigen E O2/H2O)

h. Urutkan logam-logam yang bisa dilindi (bagian d) mulai dari yang paling mudah hingga yang paling sulit dilindi menggunakan proses sianidasi pada pH yang diberikan! **(4)**

i. Dalam proses pelindian emas pengotor perak juga membentuk kompleks dengan $CN^-$. Pemisahan selektif dapat dilakukan dengan metode elektrokimia. Larutan yang mengandung kedua logam sebagai $Au(CN)_2^-$ dan $Ag(CN)_2^-$ dielektrolisisi dan diberikan potensial katoda sebesat +1,2V terhadap SHE. Jelaskan dengan perhitungan logam mana yang akan terdeposit lebih dahulu! (Diketahui $E^o$ $Ag^+/Ag$ = 0,80V; log $K_f$ $Ag(CN)_2^-$ = 21,0; $[Au(CN)_2^-] = [Ag(CN)_2^-]$=0,010M;[CN−] = 0,100 M) **(4)**

**Kesetimbangan Asam-Basa dan Kinetika Kimia (29 poin)**

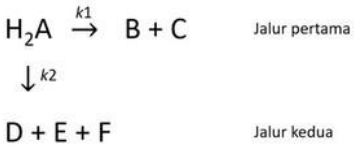
$H_2A$ merupakan suatu asam lemah diprotik dengan konstanta disosiasi pertama, $K_{a1} = 5{,}9\text{x}10^{-2}$. Sebanyak 225 mg $H_2A$ dilarutkan dalam air membentuk larutan dengan volume 250 mL. Pengukuran menunjukkan pH larutan ini adalah 2,06. Lalu sejumlah larutan kalsium hidroksida 6,9×10–3 M ditambahkan ke dalam larutan asam untuk mencapai titik ekivalen kedua. Dari pengukuran dengan pH meter diketahui bahwa pH titik ekivalen kedua adalah 7,96.

a. Tuliskan persamaan kesetimbangan asam-basa $H_2A$ dalam air, dan tandai spesi yang bertindak sebagai asam/basa dan konjugasinya menurut teori asam-basa Bronsted-Lowry. **(2)**

b. Hitung massa molar asam diprotik tersebut. **(3)**

c. Hitung konstanta disosiasi kedua, $K_{a2}$. **(4)**

$H_2A$ pada fasa gas mengalami reaksi dekomposisi termal berorde satu membentuk produk B, C, D, E dan F sesuai persamaan berikut. Diketahui $k_1$= 0,6 jam$^{-1}$ dan $k_2$= 0,2 jam$^{-1}$ pada 400 K, $E_{a1}$ = 30 kJ/mol dan $E_{a2}$ = 40 kJ/mol.




d. Tuliskan persamaan hukum laju diferensial (perubahan konsentrasiterhadap waktu) untuk $H_2A$, B, C, D, E dan F. **(3)**

e. Tuliskan persamaan hukum laju terintegrasi yang menyatakan hubungan konsentrasi H2A setiap waktu ($[H_2A]_t$) terhadap konsentrasi $H_2A$ mula-mula ($[H_2A]_0$) dan waktu (t). **(2)**

f. Persamaan hubungan konsentrasi B terhadap waktu adalah sebagai berikut.

$$[B]_t = \frac{k_1[H_2A]_0}{k_1 + k_2}[1 - e^{-(k1+k2)t)}$$

i) Tuliskan persamaan hubungan antara $[B]_t$ dengan $[H_2A]_0$ dan $[H_2A]_t$. **(2)**

ii) Tuliskan persamaan hubungan $[D]_t$ terhadap waktu. Berikan tahap-tahap penurunan persamaannya. **(4)**

g. Hitung rasio konsentrasi produk reaksi jalur pertama terhadap produk reaksi jalur kedua. **(2)**

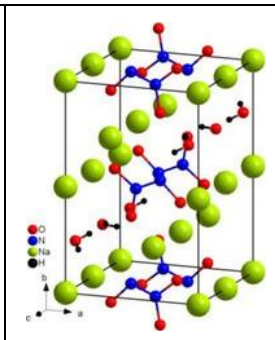
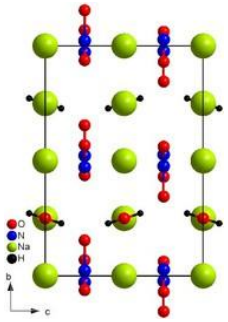
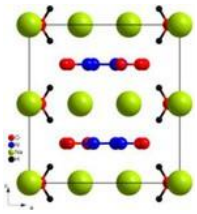
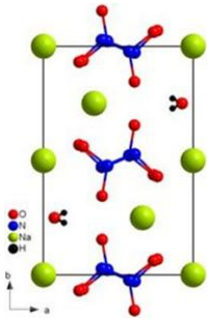
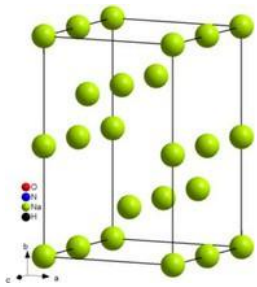
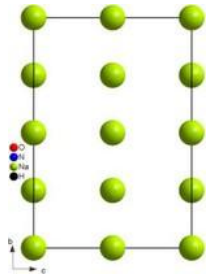
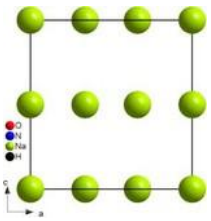
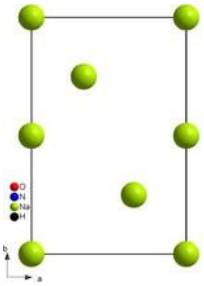
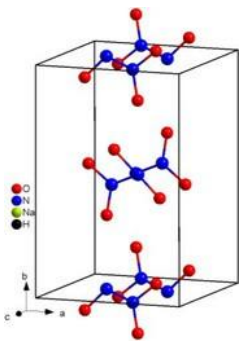
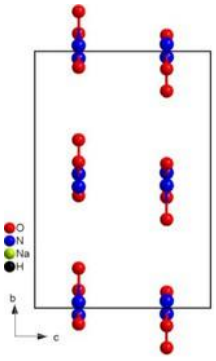
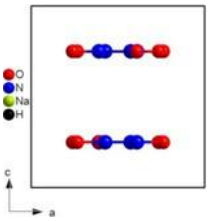
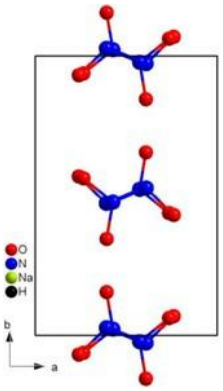
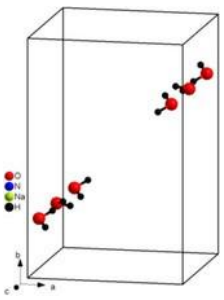
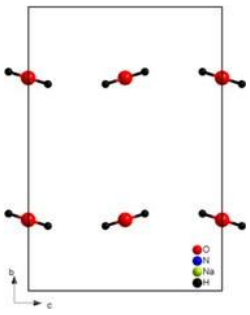
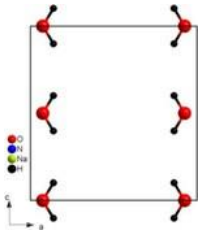
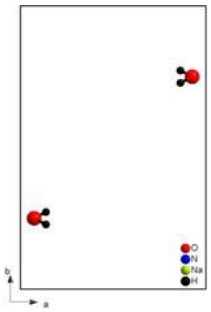
h. Jika mula-mula terdapat 1 mol $H_2A$, hitung mol masing-masing spesi saat reaksi berlangsung selama 10 menit. **(3)**

i. Tentukan temperatur agar produk reaksi jalur pertama berjumlah sama dengan produk reaksi jalur kedua. **(4)**

**Struktur & Ikatan Kimia (32 poin)**

larutan dengan pelarut air, membentuk garam hidrat dengan rumus $Na_2N_2O_3.xH_2O$. Garam tersebut mengkristal dalam sel satuan ortorombik (“balok”, a≠b≠c, α=β=γ=90 ) dengan ukuran: a = 6.359 Å, b = 9.765 Å, c = 6.677 Å. Berikut adalah struktur kristal garam tersebut dari berbagai orientasi, baik secara keseluruhan, maupun struktur parsial masing-masing spesi penyusunnya.

| | | Sumbu-a | Sumbu-b | Sumbu-c |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $Na_2N_2O_3.xH_2O$ |  |  |  |  |
| $Na^+$ |  |  |  |  |
| $N_2O_3^{2-}$ |  |  |  |  |
| $H_2O$ |  |  |  |  |

a. Tentukan jumlah hidrat (x) dalam rumus garam tersebut. **(2)**

b. Hitung volume sel satuan garam hidrat tersebut. **(2)**

c. Hitung massa jenis garam hidrat tersebut. **(3)**

d. Berdasarkan struktur kristal di atas, gambarkan struktur Lewis yang paling sesuai untuk ion trioksodinitrat. **(4)**

e. Hitung muatan formal masing-masing atom dalam ion tioksodinitrat pada (d). **(3)**

Ion trioksodinitrat dapat bertindak sebagai ligan, membentuk senyawa kompleks dengan berbagai ion logam transisi. Salah satu kristal senyawa kompleks yang dapat terbentuk antara ligan bipiridin ($C_{10}H_8N_2$), ion Co(II) dan ion trioksodinitrat yang disintesis dalam pelarut air dan atmosfer $N_2$ memiliki komposisi sebagai berikut:

| Unsur | Co | C | H | O | N |
|---|---|---|---|---|---|
| Komposisi (b/b%) | 11.98 | 48.79 | 4.27 | 17.89 | 17.08 |

f. Tentukan rumus kristal senyawa kompleks tersebut. **(4)**

g. Gambarkan semua isomer yang mungkin untuk senyawa kompleks tersebut. **(4)**

Spektrum IR kompleks tersebut bila dibandingkan dengan spektrum ligan trioksodinitrat adalah sebagai berikut.

| Senyawa | $Na_2N_2O_3$ | Kompleks Co |
|---|---|---|
| N=N ($cm^{-1}$) | 1110; 1098 | 1055; 1044 |
| N=O ($cm^{-1}$) | 976 | 922 |

h. Berdasarkan data spektrum IR di atas, ikatan manakah yang lebih panjang, dalam senyawa kompleks atau dalam $Na_2N_2O_3$? Jelaskan jawaban Anda. **(3)**

Fotodisosiasi ion trioksodinitrat dengan sinar UV berlangsung mengikuti persamaan reaksi berikut

$$N_2O_3^{2-} \rightarrow NO^- + NO_2^-$$

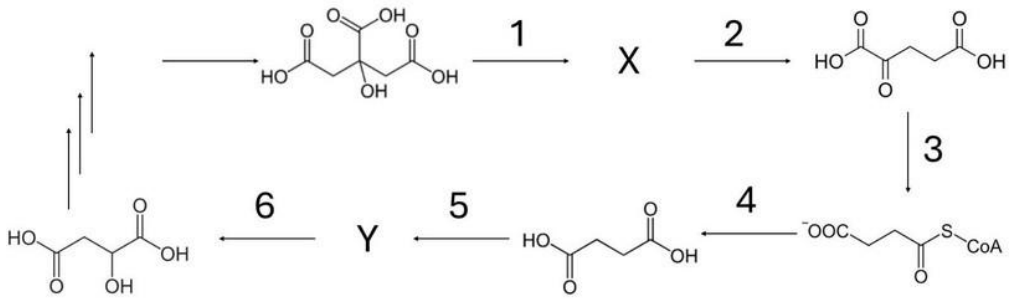
Ion $NO^-$ yang dihasilkan pada reaksi di atas memiliki multiplisitas singlet.

i. Gambarkan diagram orbital molekul yang sesuai dengan pengamatan tersebut. **(4)**

j. Apakah $NO^-$ ion tersebut berada pada keadaan dasar? Jelaskan jawaban Anda. **(3)**

**Metabolisme dan Tekanan Osmosis Sel (35 poin)**

Skema berikut menunjukkan bagian dari jalur metabolisme glukosa. Masing-masing reaksi di bawah ini dikatalisis oleh suatu enzim.




Beberapa reaksi pada skema tersebut melepaskan molekul $CO_2$. Enzim untuk reaksi **1** merupakan suatu isomerase yang memindahkan gugus hidroksi, sedangkan enzim untuk reaksi **2** merupakan suatu oksidoreduktase. Reaksi **6** melibatkan 1 molekul air.

a. Gambarkan struktur **X** dan **Y**. **(6)**

b. Tuliskan nomor-nomor reaksi yang menghasilkan $CO_2$. **(6)**

c. Apakah reaksi nomor **4** dikatalisis oleh oksidoreduktase? Jelaskan jawaban Anda. **(3)**

Senyawa asam yang dihasilkan oleh reaksi nomor **4** merupakan asam suksinat ($pK_{a1}$ = 4,21 dan $pK_{a2}$ = 5,64). Konsentrasi total suksinat dalam sel adalah 0,5 mM dan setiap muatan negatif pada suksinat dinetralkan oleh ion $K^+$ untuk menjaga keseimbangan muatan sel.

d. Pada pH fisiologis (7,4),tentukan fraksi mol masing-masing spesi berikut terhadap total suksinat:

i. spesi netral **(4)**

ii. spesi monoanion **(4)**

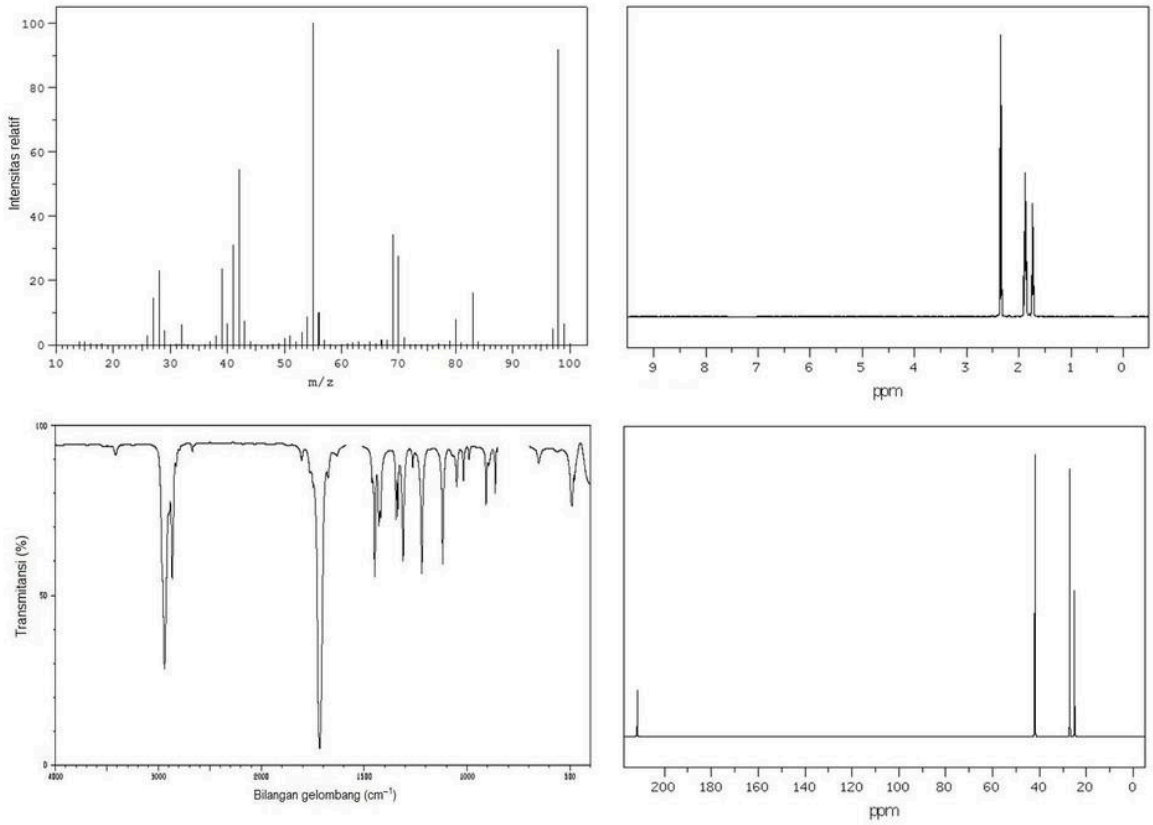
iii. spesi dianion **(4)**

e. Tentukan konsentrasi $K^+$ yang diperlukan untuk menetralkan seluruh spesi anion suksinat pada pH fisiologis (dalam satuanmM). **(3)**

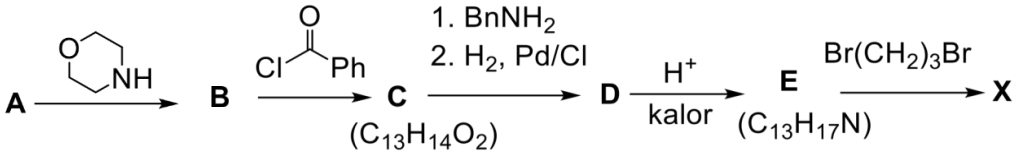
f. Tentukan tekanan osmosis total pada suhu tubuh (37 °C) yang ditimbulkan oleh ion $K^+$ dan seluruh spesi suksinat dalam sel. **(5)**

**Kimia organik (35 poin)**

Senyawa **A** memiliki data analisis unsur C 73,43%; H 10,27%; O 16,30%. Data spektroskopi lainnya ditampilkan di bawah ini.

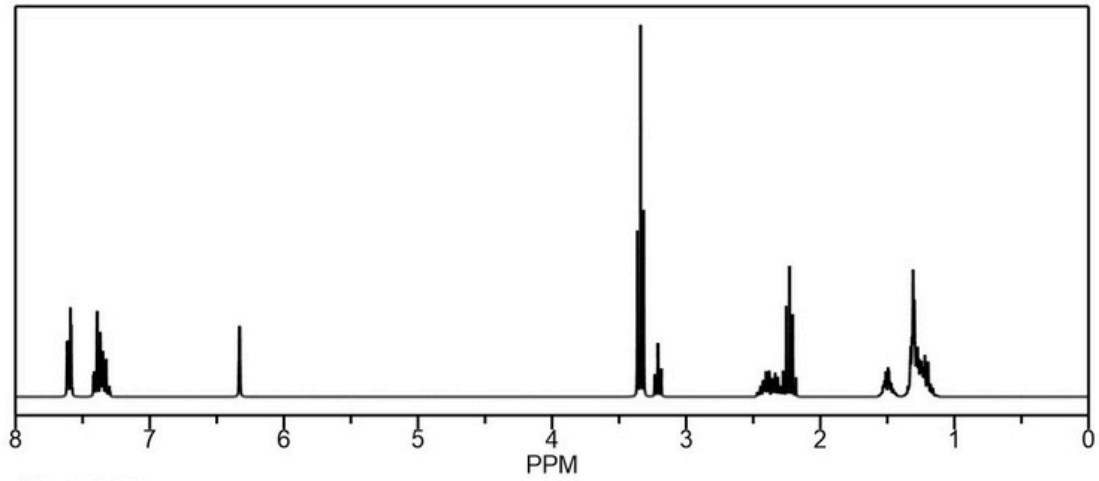



Senyawa **A** bereaksi dengan morfolin ($C_4H_9NO$) yang kemudian produk yang dihasilkan mengalami serangkaian reaksi sesuai skema reaksi di bawah ini, sehingga menghasilkan senyawa **X** ($C_{16}H_{21}N$) yang memiliki aktivitas sebagai antipsikotik dan analgesik.

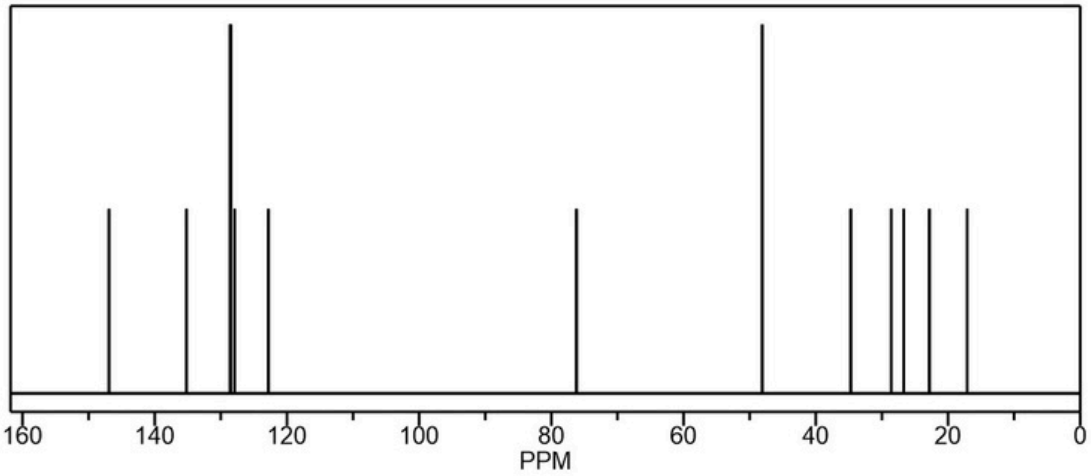



Adapun data spektroskopi NMR senyawa **X** adalah sebagai berikut.

$^{1}$H-NMR




$^{13}$C-NMR




a. Tentukan rumus molekul senyawa **A**. Uraikan jawaban Anda. **(4)**
b. Tentukan nilai DBE senyawa **A** dan uraikan makna nilai DBE tersebut. **(3)**
c. Tentukan struktur senyawa **A** berdasarkan data-data spektroskopinya. **(6)**
d. Gambarkan struktur **B** – **E** berdasarkan skema reaksi di atas. **(8)**
e. Gambarkan mekanisme reaksi pembentukan senyawa **B** dari **A**. **(3)**
f. Gambarkan mekanisme reaksi pembentukan senyawa **X** dari **E**. **(3)**
g. Tentukan struktur senyawa **X** berdasarkan skema reaksi dan data spektroskopi NMR. **(8)**

**Elektrokimia & Kelarutan dalam Pemurnian Emas (30 poin)**

a. FeS = $4{,}9\text{x}10^{-18}$

$K_{sp} = [Fe^{2+}][S^{2-}]$

$[S^{2-}]$= 4,9 x 10-18/1 x 10-4 = 4,9 x 10-14 M

b. Pb → Zn → Fe

$H_2S + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HS^-$ (1)

$HS^- + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + S^{2-}$ (2)

$H_2S + H_2O \rightleftharpoons 2H_3O^+ + S^{2-}$ (3)

$$\frac{[H_3O^+][S^{2-}]}{[HS^-]} = K_2 = 1.3 \times 10^{-14}$$

$$\frac{[H_3O^+]^2[S^{2-}]}{[H_2S]} = K_1K_2 = 1.2 \times 10^{-21}$$

$$\frac{[H_3O^+][HS^-]}{[H_2S]} = K_1 = 9.6 \times 10^{-8}$$

0,1 = [S2-] + [HS-] + [H2S]

Dengan menganggap[S2-]+[HS-]<<[H2S] maka [H2S] ≈ 0,1 M Substitusi nilai H2S:

$$\frac{[H_3O^+][S^{2-}]}{0.10} = 1.2 \times 10^{-21}$$

Penyusunan kembalipersamaan tersebut diperoleh

$$[S^{2-}] = \frac{1.2 \times 10^{-22}}{[H_3O^+]^2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (x)$$

Dari hubungan ini terlihat bahwa jika konsentrasi $[H3O^+]$ tinggi (pH makin rendah) $[S^{2-}]$ makin kecil.

c. Mengendapkan Pb seluruhnya:

Tersisa 0,1% Pb → 0,1% x 10-4 = 10-7 M

Ksp = [Pb2+][$S^{2-}$]

$$[S^{2-}] = \frac{3\text{x}10^{-28}}{10^{-7}} = 3\text{x}10^{-21}$$

$$[H^+]^2 = \frac{1{,}2\text{x}10^{-22}}{3{,}2x10^{-21}} = 0{,}0375$$

$$[H_3O^+] = 0.19\text{M} \rightarrow \text{pH} = 0{,}71$$

Mulai mengendapkan Zn :

Ksp ZnS = 3 x $10^{-23}$

$$[S^{2-}] = \frac{3\text{x}10^{-23}}{10^{-4}} = 3\text{x}10^{-19}$$

$$[H^+]^2 = \frac{1{,}2\text{x}10^{-22}}{3{,}2x10^{-19}} = 4\text{x}10^{-4}$$

$[H_3O^+] = 0.02M \rightarrow pH = 1$Mengendapkan Zn seluruhnya → tersisa 0,1 % Zn dalam larutan

Ksp = $[Pb^{2+}][S^{2-}]$

$$[S^{2-}] = \frac{3x10^{-23}}{10^{-7}} = 3x10^{-16}$$

$$[H_3O^+]^2 = \frac{1{,}2x10^{-22}}{3{,}2x10^{-16}} = 4x10^{-7}$$

$$[H_3O^+] = 6{,}32x10^{-4}M \rightarrow pH = 3{,}19$$

Mengendapkan Fe mula-mula

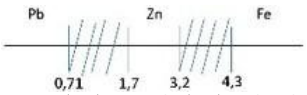
FeS = 4,9 x 10-18

$$[S^{2-}] = \frac{4{,}9x10^{-18}}{10^{-4}} = 4{,}9x10^{-14}$$

$$[H_3O^+]^2 = \frac{1{,}2x10^{-22}}{4{,}9x10^{-14}} = 2{,}45x10^{-9}$$

$$[H_3O^+] = 4{,}95x10^{-5}M \rightarrow pH = 4{,}3$$

Diagram pH:




d. 2Au (s) + 4NaCN (aq) + O2 (aq) +2H2O (l) → 2Na[Au(CN)2] (aq) + 2NaOH (aq) + H2O2(aq)

2Au (s) + 4NaCN (aq) + H2O2 (aq) → 2Na[Au(CN)2] (aq) + 2NaOH (aq)

Atau

2Au (s) + 4CN− (aq) + O2 (aq) +2H2O (l) → 2[Au(CN)2]- (aq)+ 2OH- (aq) + H2O2 (aq)

2Au (s) + 4CN− (aq) + H2O2 (aq) → 2[Au(CN)2]- (aq)+ 2OH- (aq)

Reaksi: 4Au (s) + 8CN− (aq) + O2 (aq) + 2H2O(l) →4[Au(CN)2](aq)+4OH- (aq)

e. Reaksi: 4Au (s) + 8CN− (aq) + O2 (aq) + 2H2O(l) → 4[Au(CN)2](aq)+4OH- (aq)

$$nO2 = \frac{8{,}2x10^{-3}}{32} = 0.000256\ mol/L$$

$$nCN = \frac{8}{1}\ x\ 0.000256 = 0.002048\frac{mol}{L}$$

Massa NaCN = 0,002048 mol/L x 49 g/mol = 0.10035 g/L

f. Reaksi setengah sel:

$[Au(CN)_2^-](aq) + e^- \rightarrow Au(s) + 2CN^-(aq)$

$[Au(CN)_2^-](aq) \rightleftharpoons Au^+(aq) + 2CN^-(aq)$

log Kf = 38.3 (T = 25 °C)

ΔG = –RT log Kf = –2,265 V

E° baru = 1,96V – 2,265 V = –0,57 V

Persamaan Nernst, $E = -0{,}57 - \frac{RT}{nF}\log\frac{[CN^-]^2}{[Au(CN)_2^-]}$

$$E = -0{,}57 - 0{,}059 \log \frac{[CN^-]^2}{[Au(CN)_2^-]}$$

g. Au, Ag, Pd, Pt

h. Au > Ag > Pd > Pt

i. $[Ag+] = [Ag(CN)_2^-] / Kf[CN^-]^2 = \frac{0{,}01}{10^{-21} \text{ x } (0{,}1)^2} = 1\text{x}10^{-21}$

$[Au+] = [Au(CN)_2^-] / Kf[CN^-]^2 = \frac{0{,}01}{10^{-38{,}3} \text{ x } (0{,}1)^2} = 5{,}01\text{x}10^{-39}$

$E_{Ag}$ =0,8−0,0592 log 1x10−21 = −0,442 V

$E_{Au}$ =1,69−0,0592 log 5,01$x$10−39 = −0,576 V

Potensial vs SHE: –0,442; –0,576 V

Dari nilai potensial diperoleh bahwa perak (Ag) akan terdeposit lebih dahulu akan tetapi karena potensial system yang diberikan +1,2V maka tidak aka nada logam yang terdeposit di katoda

**Kesetimbangan Asam-Basa dan Kinetika Kimia (29 poin)**

a. $H_2A\ (aq) + H_2O\ (l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + HA^-(aq)$

$HA^-(aq) + H2O \rightleftharpoons H3O^+(aq) + A^{2-}(a\,q)$

b. pH = 2,06 → $[H_3O^+]$ = 0,0087 M

$H_2A(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + HA^-(aq)$

$Ka1 = [H_3O^+][HA^-]/([H_2A] - [H_3O]^+) = [H_3O^+]^2/([H_2A] - [H_3O^+])$

$0,059 = (0,0087)^2 / ([H2A] - 0,0087)$

[H2A] = 0,009986 M

0,009986 mol/L = (0,225 g / MM) / 0,25 L

MM = 90,13 g/mol.

c. Untuk mencapai TE2, maka reaksinya

$H_2A + Ca(OH)_2 \rightarrow CaA + 2H_2O$

Mol $Ca(OH)_2$ = Mol $H_2A$ = 0,225/90,13 = 0,0025 mol

V $Ca(OH)_2$ yang ditambahkan = 0,0025 mol/0,0069 mol/L = 0,362 L = 362 mL

V total = 250 + 362 = 612 mL

Hidrolisis $A^{2-}$:

$A^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HA^- + OH^-$

$Kh = Kw/K_{a2} = [HA^-][OH^-] / [A^{2-}] = [OH^-]^2 / [A^{2-}]$

$[OH^-] = \frac{K_w}{K_{a2}}[A^{2-}]^{1/2}$

$10^{-6,04} = \left(\frac{10^{-14}}{K_{a2}} x \frac{0,0025\ mol}{0.612\ L}\right)^{1/2}$

$8,318 \times 10\text{-}13 = \frac{4,1\ x\ 10^{-17}}{K_{a2}}$

$K_{a2} = 4,9 \times 10^{-5}$

d. Persamaan:

$$\frac{d[H2A]}{dt} = -(k1 + k2)[H2A]$$

$$\frac{d[B]}{dt} = \frac{d[C]}{dt} = k1[H2A]$$

$$\frac{d[D]}{dt} = \frac{d[E]}{dt} = \frac{d[E]}{dt} = k2[H2A]$$

e. Persamaan:

$$\frac{d[H2A]}{dt} = -(k1 + k2)[H2A]$$

$$\frac{d[H2A]}{[H2A]} = -(k1 + k2)dt$$

$[H2A]_t = [H2A]_0.e^{-(k1+k2)t}$

f. Persamaan:

i) $[B]t = [C]t = \frac{k1}{k1+k2}([H2A]o - [H2A]t)$

ii) $[D]t = [E]t = [F]t = \frac{k2}{k1+k2}([H2A]o - [H2A]t)$

Penurunan persamaan:

$$\frac{d[D]}{dt} = k_2[H_2A]^2 = k_2[H_2A]_o e^{-(k1+k2)t}$$

$$\int d[D] = \int k_2[H_2A]^2 \, e^{-(k1+k2)t} \, dt$$

$$[D] = \frac{k1}{-(k1+k2)}[H_2A]_o^2 . e^{(-k1+k2)t+C}$$

Saat t=0, maka [D] = 0. Sehingga konstanta = $\frac{k1}{-(k1+k2)}[H_2A]_o^2$

$$[D]_t = \frac{k1}{-(k1+k2)}[H_2A]_o^2 . e^{(-k1+k2)t} + \frac{k1}{-(k1+k2)}[H_2A]_o^2$$

$$[D]_t = \frac{k2}{(k1+k2)}[H_2A]_o - [H_2A]_t$$

g. Rasio:

$$\frac{[B]+[C]}{[D]+[E]+[F]} = \frac{2[B]}{3[D]} = \frac{2k_1}{3k_2} = \frac{2 \text{ x } 0{,}6 \text{ jam}^{-1}}{3 \text{ x } 0{,}2 \text{ jam}^{-1}} = 2:1$$

h. Mol:

[B] = [C] = 0.0936 mol

[D] = [E] = [F] = 0.3125 mol

i. Agar produk reaksi jalur pertama dan kedua berjumlah sama, maka $2k_1' = 3k_2'$ atau $k_2'/k_1' = 2/3$

$$\ln\left(\frac{k_1'}{k_1}\right) = \frac{-E_{a1}}{R}\left(\frac{1}{T'} - \frac{1}{T}\right) \quad .....(1)$$

$$\ln\left(\frac{k_2'}{k_2}\right) = \frac{-E_{a2}}{R}\left(\frac{1}{T'} - \frac{1}{T}\right) \quad .....(2)$$

Persamaan (2) – Persamaan (1)

$$\ln\left(\frac{k_2'}{k_2}\right) - \ln\left(\frac{k_1'}{k_1}\right) = \frac{-E_{a2}}{R} - \frac{-E_{a1}}{R}\left(\frac{1}{T'} - \frac{1}{T}\right)$$

$$\ln\left(\frac{k_1 k_2'}{k_1' k_2}\right) = \frac{E_{a1} - E_{a2}}{RT'} + \frac{E_{a2} - E_{a1}}{RT}$$

$$\ln\left(\frac{0{,}6 \, x \, 2}{0{,}2 \text{ x } 3}\right) = \frac{30000 - 40000}{RT'} + \frac{40000 - 30000}{RT} = \frac{10000}{8{,}314 \text{ x}400} - \frac{10000}{8{,}314 \text{ x } T'}$$

T' = 521.4 K

**Struktur & Ikatan Kimia (32 poin)**

a. Jumlah ion Na+ = 8 x 1/8 $(pojok)$ + 8× ¼ $(rusuk)$ + 6× ½ $(muka)$ + 2 $(dalam)$ = 8

Jumlah H2O =4 x ½ (muka) + 2 (dalam) = 4

Na:H2O = 8:4 = 2:1, x = 1

b. $V = abc$ = 6,359 × 9,765 × 6,677 = 414,61255 = 4,146 × $10^{-22}$ cm

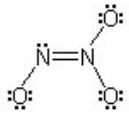
c. Jumlah rumus satuan Na2N2O3.H2O dalam sel satuan = 4

$\rho = ZMr$ / NAV

$\rho = 4 \times (46 + 28 + 48 + 18)/(\ 6{,}022\times10^{\ 23} \times 4{,}146\times10^{-22})$

$\rho = 2.244\ \mathrm{g/cm^3}$

d. Geometri trioksodinitrat = planar, oleh karena itu hibridisasi semua atom N = sp2 sehingga jumlah domain di sekitar atom N = 3.



e. Muatan formal:

$O$=6−1−6= −1

$Nkiri$=5−4−0= +1

$Nkanan$=5−3−2=0

f. Perbandingan mol:

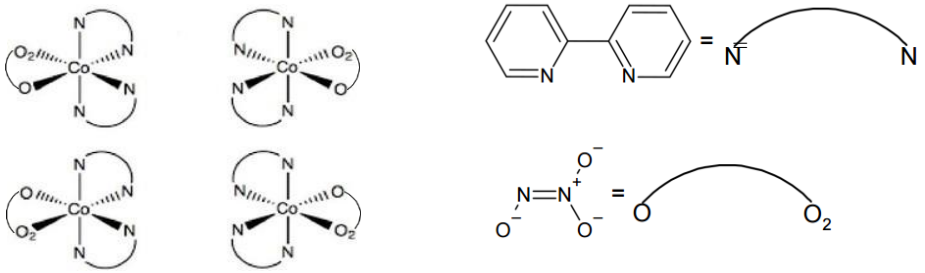
Co:C:H:O:N= $\frac{11.98}{58.93} : \frac{48.79}{12} : \frac{4.27}{1} : \frac{17.89}{16} : \frac{17.08}{14}$

=0,2033:4,066:4,27:1,118:1,22

=1:20:21:5,5:6

Rumus kristal kompleks: Co(C10H8N2)2(N2O3)(H2O)2,5 = [Co(bpy)2(N2O3)].2,5H2O **(air sebagai hidrat, bukan ligan; bipiridin dan trioksodinitrat merupakan ligan bidentat)**

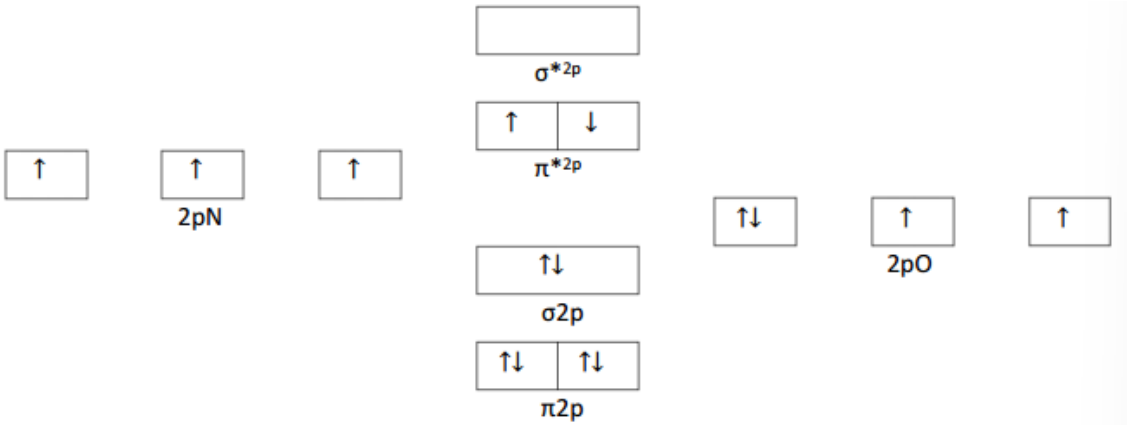
g. Isomer:



h. Ikatan N-N dan N-O dalam senyawa kompleks lebih panjang daripada dalam ion trioksodinitrat bebas.

Bilangan gelombang (frekuensi) kecil menunjukkan ikatan yang lebih lemah sehingga ikatan lebih panjang.

i. Diagram orbital molekul (hanya interaksi antar orbital 2p)

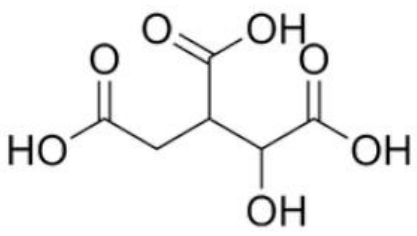



j. Bukan, karena konfigurasispin pada HOMO (π*2p) antiparalel.

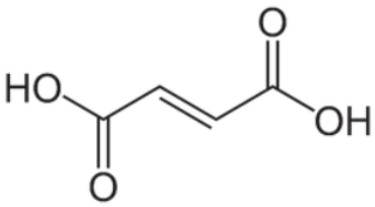
**Metabolisme dan Tekanan Osmosis Sel (35 poin)**

a. Struktur **X** dan **Y:**

Struktur **X**




Struktur **Y**




b. Reaksi no 2 dan no 3.

c. Tidak karena bukan merupakan reaksi redoks, melainkan reaksi hidrolisis.

d. Masing-masing fraksi mol dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\alpha_0 = \frac{[H^+]^2}{[H^+]^2 + [H^+]K_{a1} + K_{a1}K_{a2}}$$

$$\alpha_1 = \frac{[H^+]K_{a1}}{[H^+]^2 + [H^+]K_{a1} + K_{a1}K_{a2}}$$

$$\alpha_2 = \frac{K_{a1}K_{a2}}{[H^+]^2 + [H^+]K_{a1} + K_{a1}K_{a2}}$$

i) spesi netral

$$\alpha 0 = \frac{1{,}58 \times 10^{-15}}{1{,}44 \times 10^{-10}} = 1{,}10 \times 10^{-5}$$

ii) spesi monoanion

$$\alpha 1 = \frac{2{,}46 \times 10^{-12}}{1{,}44 \times 10^{-10}} = 0{,}0171$$

iii) spesi dianion

$$\alpha 2 = \frac{1{,}41 \times 10^{-10}}{1{,}44 \times 10^{-10}} = 0{,}9829$$

e. Spesi anion suksinat terdiri dari spesi monoanion dan dianion dengan konsentrasi masing-masing sebagai berikut:

$[HA^-] = 0{,}0171 \times 0{,}5\ \text{mM} = 0{,}00855\ \text{mM}$

$[A^{2-}] = 0{,}983 \times 0{,}5\ \text{mM} = 0{,}4915\ \text{mM}$

Konsentrasi ion kalium yang diperlukan untuk menetralkan kedua spesi tersebut:

$$[K^+] = 1 \times [HA^-] + 2 \times [A2-] = 0{,}9916\ \text{mM}$$

f. Tentukan tekanan osmosis total$\pi$:

$$\pi = ([HA]_2 + [HA-] + [A2-] + [K+]) \times 0{,}082 \times 310$$

$$\pi = 1{,}4916 \times 10{-}3 \times 0{,}082 \times 310 = 0{,}0379\ \text{atm}$$

**Kimia Organik (35 poin)**

a. Dari analisis unsur diketahui komposisi massa: C = 73,43%; H = 10,27%; O = 16,30%. Jumlah mol per 100 g senyawa:

- C = 73,43/12,01 ≈ 6,12
- H = 10,27/1,008 ≈ 10,19
- O = 16,30/16,00 ≈ 1,02

Dibagi nilai terkecil (≈1,02) → perbandingan mendekati **C : H : O = 6 : 10 : 1**, sehingga rumus empirisnya **$C_6H_{10}O$**. Puncak molekuler pada spekt rum MS (paling berat dan intens di sekitar m/z ≈ 98) sesuai dengan Mr = 98; berarti rumus empiris = rumus molekul ⇒ **rumus molekul A adalah $C_6H_{10}O$**.

b. Derajat ketakjenuhan (DBE/IHD):

$$\text{DBE} = \frac{2C + 2 - H}{2} = \frac{2(6) + 2 - 10}{2} = \frac{4}{2} = 2$$

Jadi senyawa **A** mempunyai dua derajat ketakjenuhan: kemungkinan kombinasi **1 gugus C=O + 1 cincin** atau

**dua ikatan rangkap**.

c. Interpretasi data IR, $^1$H-NMR, dan $^{13}$C-NMR senyawa **A. Spektrum IR** menunjukkan:

- Pita serapan sangat kuat dan tajam sekitar 1715–1725 $cm^{-1}$ → khas **C=O keton jenuh alifatik**.
- Tidak tampak serapan lebar 3200–3600 $cm^{-1}$ (O–H) maupun serapan tajam C=C aromatik di sekitar 1600 $cm^{-1}$.

Artinya, satu ketakjenuhan berasal dari **gugus karbonil keton**, dan tidak ada cincin aromatik ataupun gugus alkohol/asam karboksilat.

**Spektrum $^1$H-NMR** (semua sinyal antara ~1,3–2,5 ppm):

- Tidak ada sinyal di daerah 4–6 ppm (vinil) atau 6–8 ppm (aromatik) → semua proton bersifat **$sp^3$ alifatik**.
- Terlihat satu multiplet besar sekitar 2,3 ppm (≈4 H) dan satu multiplet lebar sekitar 1,6–1,8 ppm (≈6 H). Pola ini sangat khas untuk **cincin sikloheksanon**, di mana:
  - 4 H α terhadap C=O ($CH_2$ di posisi 2 dan 6) lebih deshielded (δ ≈ 2,2–2,5 ppm),
  - 6 H sisanya ($CH_2$ β dan γ) muncul lebih ke medan tinggi (δ ≈ 1,5–2,0 ppm).

**Spektrum $^{13}$C-NMR** menampilkan **4 sinyal**:

- Satu sinyal di sekitar 210 ppm → **C karbonil keton**.
- Tiga sinyal lain di daerah 20–45 ppm → tiga tipe karbon $sp^3$ alifatik.

Padahal rumus molekul mengandung 6 atom C; berarti ada **karbon-karbon yang ekuivalen secara simetri**. Cincin sikloheksanon memiliki simetri $C_2$ sehingga hanya menghasilkan empat jenis karbon:

- C=O (C-1),
- dua C α yang ekuivalen (C-2 & C-6),
- dua C β yang ekuivalen (C-3 & C-5),
- satu C γ (C-4).

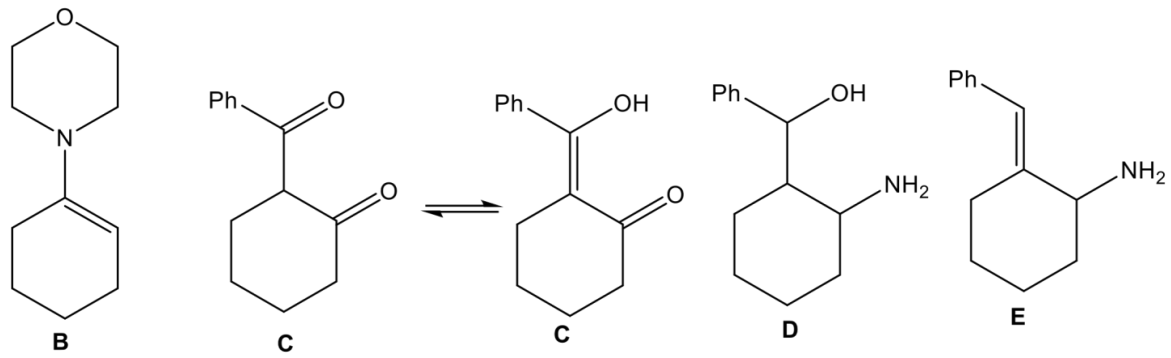
Jumlah sinyal dan posisi pergeseran kimia sangat cocok dengan pola ini.

**Kesimpulan:** Dari seluruh data:

- Rumus molekul $C_6H_{10}O$, DBE = 2,
- Adanya **satu gugus keton alifatik** dan **satu cincin alifatik** (dari ketakjenuhan + tidak adanya ikatan rangkap lain),
- Semua proton alifatik,
- $^{13}$C-NMR dengan 4 sinyal dan satu di ~210 ppm,

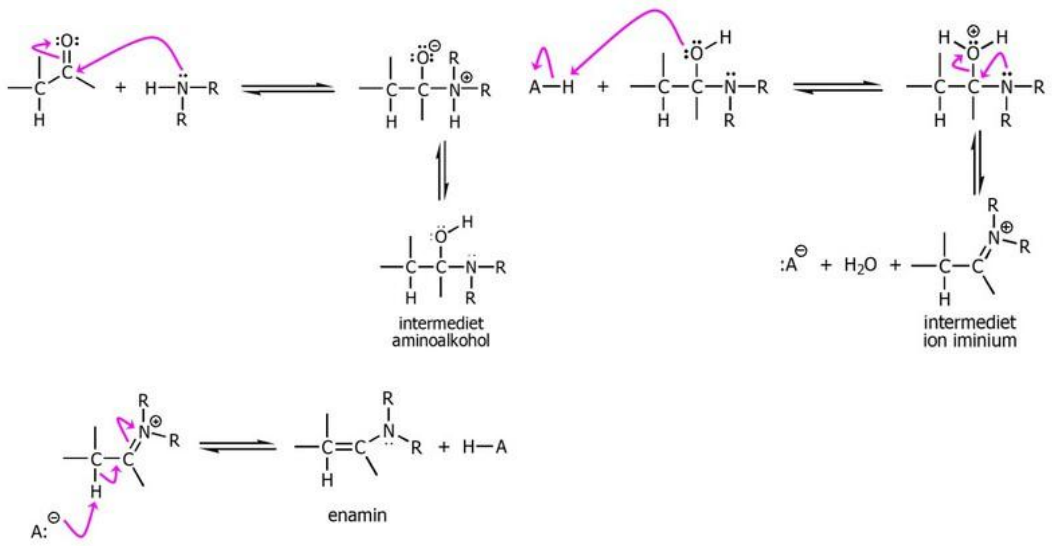
maka **struktur yang paling konsisten** adalah **sikloheksanon**. Jadi **senyawa A = sikloheksanon**.

d. Gambar struktur **B – E:**

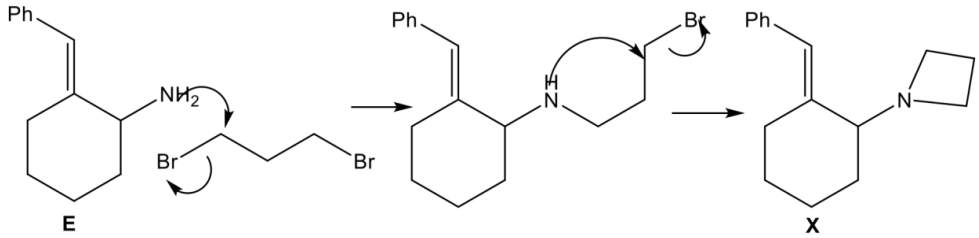



e. Mekanisme pembentukan **B** dari **A**: Ketika **A** direaksikan dengan morfolin ($C_4H_9NO$) dalam kondisi asam yang sesuai, terbentuk senyawa **B** berupa enamin. Mekanisme umumnya: adisi nukleofilik: nitrogen morfolin

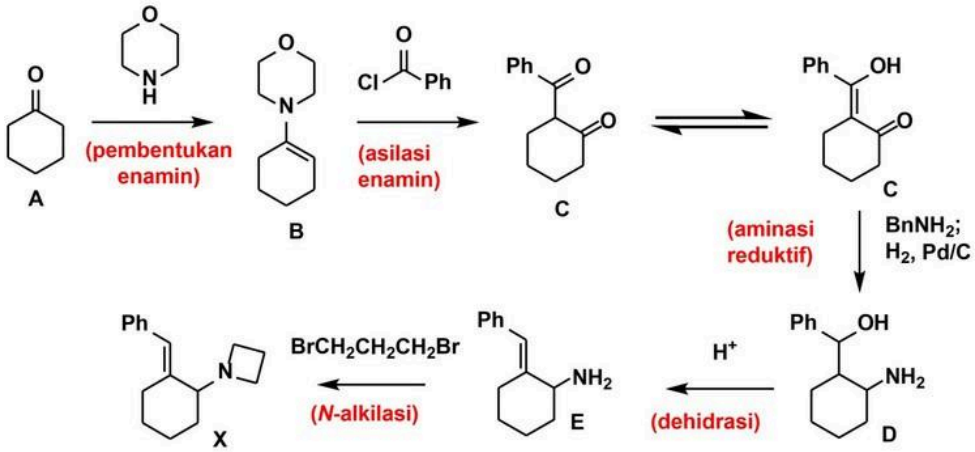
menyerang karbon karbonil sikloheksanon → terbentuk hemiaminal; protonasi–deprotonasi internal menghasilkan aminal; eliminasi air dari aminal memberi iminium ion; deprotonasi pada karbon α terhadap iminium menghasilkan ikatan rangkap C=C (enamin) yang terkonjugasi dengan N morfolin.



f. Mekanisme reaksi pembentukan **X** dari **E**:




g. Penentuan struktur senyawa **X** berdasarkan skema reaksi adalah sebagai berikut:




Berdasarkan analisis spektrum spektrum $^1$H-NMR: pada daerah aromatik ($\delta \approx 7{,}0–7{,}8$) terlihat dua kelompok sinyal di sekitar 7–8 ppm dengan total intensitas kira-kira 4 H. Pola dua kelompok multiplet dengan 4 proton menunjukkan keberadaan cincin benzena *para*-disubstitusi, karena dalamkasus ini hanya ada dua lingkungan proton aromatik yang tidak ekuivalen (masing-masing 2 H). Sinyal sekitar $\delta \approx$

6–6,5 ppm menunjukkan satu sinyal terisolasi (tampak seperti singlet) di sekitar 6 ppm yang mengindikasikan proton vinilik (CH=) yang terkonjugasi dengan cincin aromatik atau dengan gugus π lain. Pergeseran ke medan turun memperkuat bahwa proton ini berada pada sistem terkonjugasi. Pada daerah $\delta \approx$ 3–3,5 ppm terdapat gugus sinyal yang cukup besar (multiplet) dengan integrasi beberapa proton. Daerah ini khas untuk $CH_2$ yang berikatan dengan atom hetero (O atau N), misalnya $–CH_2–O–$ atau $–CH_2–N–$, atau $CH_2$ benzilik ($–CH_2–Ph$).

Banyaknya proton di daerah ini menunjukkan adanya lebih dari satu gugus $CH_2$ yang berada dekat heteroatom/cincin aromatik. Pada daerah $\delta \approx$ 2–1 ppm, terlihat beberapa sinyal multiplet di sekitar 2–1 ppm dengan integrasi yang lebih besar, khas untuk $CH_2$ alifatik jenuh ($–CH_2–CH_2–$) yang agak jauh dari heteroatom. Ini mengindikasikan adanya rantai karbon alifatik (mungkin berupa fragmen $–(CH_2)n–$) yang menghubungkan bagian aromatik/heteroatom di atas. Secara keseluruhan, $^1$H-NMR menunjukkan: satu cincin benzena p- disubstitusi (4 H aromatik), satu proton vinilik, beberapa $CH_2$ yang berdekatan dengan heteroatom/sistem aromatik, serta beberapa $CH_2$ alifatik jenuh.

Berdasarkan analisis data spektrum $^{13}$C-NMR: pada daerah 160–120 ppm, muncul beberapa sinyal (sekitar 6 buah) di daerah 160–120 ppm yang sesuai dengan enam karbon cincin benzena, dengan satu atau dua sinyal yang lebih turun medan (sekitar 150–160 ppm) yang dapat diatribusikan pada karbon aromatik yang terikat

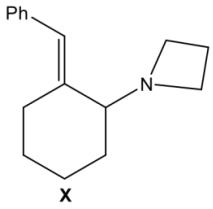
langsung ke heteroatom atau ke gugus vinilik (C-ipso tersubstitusi kuat). Karbon $sp^2$ non aromatik

ditunjukkan dengan ada satu sinyal di sekitar 120–140 ppm yang tidak sekuat sinyal aromatik lainnya dan dapat diinterpretasikan sebagai karbon vinilik (C=) sesuai dengan proton vinilik di $^{1}$H-NMR. Karbon $sp^3$ berikatan dengan heteroatom ditunjukan oleh sinyal di sekitar $\delta \approx 60–70$ ppm menunjukkan keberadaan karbon $sp^3$ yang terikat pada oksigen ($–CH_2–O–$) atau nitrogen ($–CH_2–N–$) yang konsisten dengan sinyal $^{1}$H-NMR di sekitar 3–3,5 ppm. Karbon $sp^3$ alifatik biasa di daerah 40–15 ppm terdapat beberapa sinyal (sekitar 3–4 buah), khas untuk karbon $CH_2$/$CH_3$ alifatik jenuh. Banyaknya sinyal menunjukkan bahwa rantai alifatik mengandung beberapa karbon yang tidak ekuivalen (misalnya fragmen $–CH_2–CH_2–CH_2–$). Secara keseluruhan, $^{13}$C-NMR mendukung adanya: satu cincin benzena (6 C aromatik), satu atau dua C $sp^2$ vinilik tambahan, satu C $sp^3$ yang terikat pada heteroatom, dan beberapa C $sp^3$ alifatik.

Berdasarkan analisis gabungan spektrum $^{1}$H-NMR dan $^{13}$C-NMR, senyawa X jelas merupakan senyawa aromatik *para*-disubstitusi yang mengandung: satu sistem C=C terkonjugasi dengan cincin benzena (proton vinilik di ~6 ppm, C $sp^2$ di ~120–140 ppm), satu fragmen alifatik jenuh (beberapa $CH_2$), dan satu gugus

heteroatom berupa $–CH_2–O–$ atau $–CH_2–N–$ yang tercermin dari sinyal $^{1}$H di sekitar 3–3,5 ppm dan $^{13}$C di sekitar 60–70 ppm.

Dengan menggabungkan informasi ini dengan data sintesis pada skema reaksi di atas, maka struktur senyawa X adalah sebagai berikut:




X

Kemendikdasmen
Pusat PrestasiNasional

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

# MATEMATIKA

Kumpulan Soal OSN

# OSN Semi Final MATEMATIKA SMA/MA 2025

1. Tentukan semua polinom kuadrat $p(x)$ dengan koefisien bilangan rasional sedemikian sehingga himpunan semua akar dari $p(x)$ sama dengan himpunan semua koefisien dari $p(x)$.

   **Contoh.**

   - Jika $p(x) = x^2 - 3x + 2$ maka himpunan semua akar dari $p(x)$ adalah $\{1, 2\}$ dan himpunan semua koefisien dari $p(x)$ adalah $\{1, -3, 2\}$. Polinom ini tidak memenuhi syarat pada soal.
   - Jika $p(x) = x^2$ maka himpunan semua akar dari $p(x)$ adalah $\{0\}$ dan himpunan semua koefisien dari $p(x)$ adalah $\{0,\ 1\}$ (karena $p(x) = x^2 + 0x + 0$). Polinom ini juga tidak memenuhi syarat pada soal.

2. (a) Tunjukkan bahwa tidak terdapat bilangan asli $a, b$ sehingga

   $$\frac{\text{KPK}(a, b)}{a + b} = 2025.$$

   (b) Apakah terdapat bilangan asli $a, b, c$ sehingga

   $$\frac{\text{KPK}(a, b, c)}{a + b + c} = 2025?$$

   **Catatan:** $\text{KPK}(m, n)$ adalah bilangan asli terkecil yang habis dibagi oleh $m, n$ dan $\text{KPK}(m, n, k)$ adalah bilangan asli terkecil yang habis dibagi oleh $m, n, k$. .

3. Fifu dan Gian bermain penyusunan barisan bilangan sebagai berikut.

   - Pada giliran pertama, Fifu memilih 1 sebagai suku pertama barisan tersebut.
   - Gian dan Fifu memilih suku-suku berikutnya pada barisan secara bergantian.
   - Pada giliran ke-$n$, pemain yang mendapatkan giliran boleh memilih sebarang bilangan asli yang kurang dari atau sama dengan $n$ sebagai suku ke-$n$ dari barisan tersebut.
   - Permainan berakhir jika jumlah semua suku barisan lebih dari atau sama dengan 2025 dan pemain yang memilih suku terakhir barisan tersebut dinyatakan sebagai pemenang.

   Buktikan bahwa Fifu memiliki strategi untuk selalu memenangkan permainan tersebut.

4. Diberikan segitiga lancip $ABC$. Titik $D$ dan $E$ berturut-turut terletak pada $AB$ dan $AC$ sehingga $B, C, E, D$ terletak pada suatu lingkaran, katakan $\Gamma$. Misalkan $F$ titik pada lingkaran $\Gamma$ sehingga $EF \parallel AB$ dan $G \neq F$ titik pada lingkaran $\Gamma$ sehingga $A, G, F$ segaris, serta $H$ merupakan perpotongan garis $AB$ dan $CG$. Jika $I$ titik tengah ruas garis $BD$ dan $J$ titik pada sisi $AB$ sehingga $H$ titik tengah $AJ$, tunjukkan bahwa $CEJI$ merupakan segiempat talibusur.

5. Misalkan $f : \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ suatu fungsi yang memenuhi

   (i) $f(x + f(y)) = f(x) + f(y)$ untuk setiap $x, y \in \mathbb{R}$.

   (ii) Terdapat bilangan real $x$ sehingga $f(x) = \dfrac{1}{2025}$.

   (iii) Tidak terdapat bilangan real $x$ sehingga $0 < f(x) < \dfrac{1}{2025}$.

   Tentukan semua daerah hasil yang mungkin dari fungsi $f$.

   **Catatan:** Daerah hasil dari fungsi $f$ adalah himpunan $\{f(x) \mid x \in \mathbb{R}\}$.

**Pusat Prestasi Nasional**
Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah
Republik Indonesia
Jalan Gardu, Srengseng Sawah, Jagakarsa Jakarta Selatan, 12640

puspresnas Pusat Prestasi Nasional pusatprestasinasional.kemdikbud.go.id