



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
DIREKTORAT JENDERAL MANAJEMEN PENDIDIKAN DASAR  
DAN MENENGAH  
DIREKTORAT PEMBINAAN SMA**

**TES TINGKAT PROVINSI  
SELEKSI CALON PESERTA  
INTERNATIONAL BIOLOGY OLYMPIAD (IBO)  
TAHUN 2011**

**PETUNJUK:**

1. Waktu mengerjakan tes: 2 jam 30 menit (150 menit).
2. Sebelum mengerjakan tes, periksalah kelengkapan naskah yang diberikan.
3. Isilah nama, asal sekolah, kelas, provinsi, dan nomor peserta pada setiap halaman lembar jawaban.
4. Tulislah jawaban anda pada lembar jawaban yang telah disediakan.
5. Gunakan ballpoint/pulpen untuk menulis setiap jawaban anda.
6. Mulailah bekerja setelah pengawas memberi tanda dimulai dan berhenti bekerja setelah pengawas memberi tanda selesai.
7. Handphone ditiptkan kepada pengawas sebelum memulai tes.
8. Tiap nomor memiliki bobot nilai yang berbeda dan penilaian tertera di belakang tiap soal dengan total nilai keseluruhan berjumlah 100.
9. Peserta diperkenankan menggunakan kalkulator.
10. Lembar jawaban harus dikumpulkan kembali ke petugas pusat untuk dibawa ke Jakarta.
11. Soal tes boleh dibawa pulang peserta.
12. Selamat bekerja dan semoga sukses.



Tim Olimpiade Biologi Indonesia

[www.tobi.or.id](http://www.tobi.or.id)

MEI 2010

**BIOLOGI SEL MOLEKULER, MIKROBIOLOGI, DAN BIOTEKNOLOGI (Nilai 20)**

1. Protein cdc2 terlibat dalam pengaturan jalannya siklus sel pada ragi. Setelah sel menjalani fase S, cdc2 akan berikatan dengan siklin, namun tetap bersifat inaktif karena mengalami fosforilasi pada residu tirosin oleh protein wee1 dan CAK. Enzim cdc25 akan memutus gugus fosfat tersebut sehingga cdc2 menjadi aktif dan sel dapat melakukan mitosis. Apa yang terjadi pada siklus sel ragi yang mengalami mutasi gen *cdc25*? **(Nilai 1)**
  - A. Ukuran sel akan bertambah, lalu sel melakukan pembelahan
  - B. Ukuran sel akan bertambah, namun sel tidak melakukan pembelahan
  - C. Ukuran sel tidak bertambah, namun sel melakukan pembelahan
  - D. Ukuran sel tidak bertambah dan sel tidak melakukan pembelahan
2. DNA dari bacteriophage X174 memiliki komposisi basa 25% A, 33% T, 24% G, dan 18% C. Manakah dari pernyataan berikut ini yang merupakan penjelasan paling tepat? **(Nilai 1)**
  - A. Pada genom virus, pasangan basa tidak mengikuti aturan baku Watson-Crick, dan memungkinkan terjadinya pasangan basa G-A dan C-T
  - B. Pada genom virus, pasangan basa tidak mengikuti aturan baku Watson-Crick, dan memungkinkan terjadinya pasangan basa G-T dan C-A
  - C. Genom virus adalah linear dan dapat mentolerir pasangan *mismatch*
  - D. Asam nukleat dari virus membentuk kompleks padat dengan protein pengikat asam nukleat sehingga tidak dapat berpasangan dengan yang lain
  - E. Genom dari bacteriophage X174 merupakan rantai tunggal
3. Tentukan sekuens heksapeptida yang belum diketahui berdasarkan data berikut:

Komposisi asam amino (2R, A, S, V, Y)

N-terminal: A

Perlakuan dengan tripsin menyebabkan heksapeptida terpotong menjadi dua bagian: fragmen RVA dan fragmen RSY. Sisi pemotongan tripsin adalah gugus karboksil dari residu lisin dan arginin.

Perlakuan dengan karboksipeptidase tidak menghasilkan fragmen. Sisi pemotongan karboksipeptidase adalah gugus amino dari asam amino di ujung C, selain asam amino lisin, prolin, dan arginin.

Perlakuan dengan Kimotripsin menyebabkan heksapeptida terpotong menjadi dua fragmen: fragmen AVRY dan fragmen RS. Sisi pemotongan kimotripsin adalah gugus karboksil dari tirosin, triptofan, fenilalanin, leusin, dan methionin)

R: Arginin    A: Alanin    S: Serin    V: Valin    Y: Tirosin

Urutan asam amino (dari **ujung N** ke **ujung C**) adalah ... **(Nilai 1,5)**

**Jawab:** \_\_\_\_\_

4. Telah diketahui bahwa mitokondria merupakan salah satu organel di dalam sel yang memiliki keistimewaan dibandingkan dengan organel lain. Hal ini disebabkan karena mitokondria memiliki DNA dan ribosom sendiri sehingga dapat melakukan sintesis protein di dalam organel itu sendiri. Namun, secara umum mitokondria masih membutuhkan banyak protein yang disintesis di sitosol (ribosom terikat membran atau ribosom bebas) sehingga perlu dilakukan proses pengangkutan molekul protein masuk atau keluar dari membran mitokondria. Proses transport protein ini melibatkan protein transport *TIM complex* yang berada di membran mitokondria bagian dalam dan *TOM complex* yang berada di membran mitokondria bagian luar. Menurut anda, bagaimana perkiraan ukuran diameter pori-pori *TOM complex* dibandingkan *TIM complex*? (*Nilai 1*)
- Lebih besar
  - Sebanding
  - Lebih kecil
  - Tidak berhubungan

5. Urutan pengenalan enzim restriksi *Bam*HI adalah:

C C A T G ^ G  
 G ^ G T A C C

(Tanda ^ menunjukkan sisi pemotongan *Bam*HI)

Seorang peneliti ingin memasukkan sisi pemotongan *Bam*HI sebelum kodon start untuk keperluan kloning. Sisi pemotongan ini ditambahkan melalui metode *Polymerase Chain Reaction* dengan menggunakan primer yang sesuai. Urutan DNA dari produk PCR yang dihasilkan adalah:

5'– CCATGGATGGAAGTCGATGGCAACTTCCCGAGTGGCCGAGTTAAGCAATGTTGA–3'

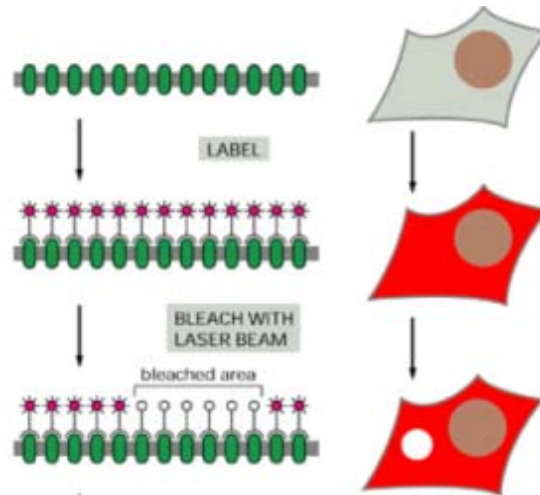
CCATGG = tempat pemotongan *Bam*HI

- Start codon yang akan dikenali pada saat translasi adalah “ATG” dari *Bam*HI sehingga terjadi perubahan kerangka baca
- Start codon yang akan dikenali pada saat translasi adalah “ATG” dari gen sehingga tidak terjadi perubahan kerangka baca
- Panjang polipeptida yang dihasilkan adalah sebesar 13 asam amino
- Panjang polipeptida yang dihasilkan adalah sebesar 14 asam amino

Manakah dari pernyataan di atas yang benar? (*Nilai 1*)

- I, III
- II, III
- I, IV
- II, IV

6. Di suatu lab biologi sel dilakukan percobaan mengenai karakteristik membran sel. Sel diberi perlakuan dengan melapisi membran sel menggunakan senyawa yang radioaktif. Sifat radioaktif tersebut dapat dihilangkan dengan penembakan sinar laser. Ketika sel ditembakkan dengan sinar laser selama 5 menit dan sel tersebut segera diamati, terlihat adanya bagian sel yang berwarna putih, akibat kehilangan radioaktivitas (terlihat pada gambar). Apakah yang akan terjadi pada sel tersebut setelah 30 menit kemudian? (*Nilai 1*)



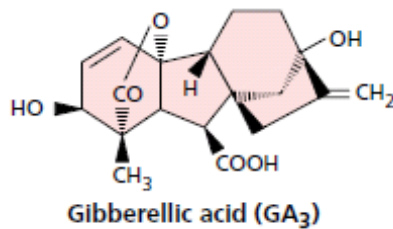
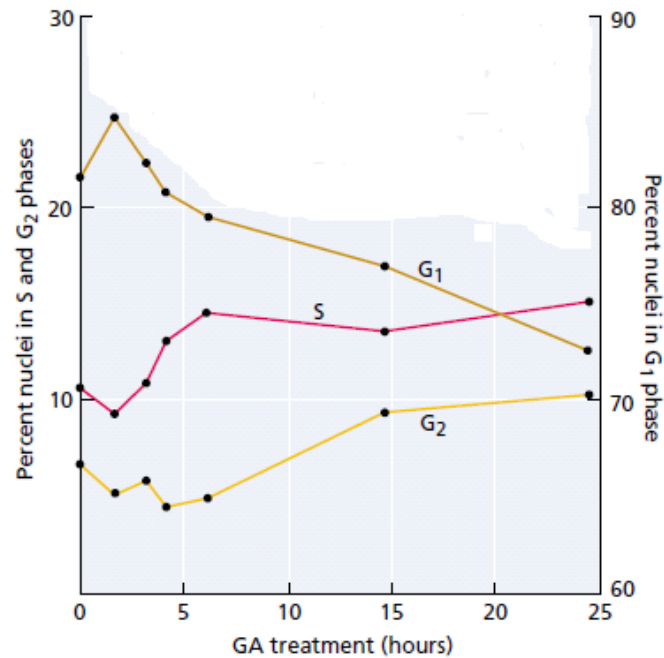
- A. Tidak terjadi perubahan  
 B. Terdapat bagian putih yang tersebar pada sel tersebut  
 C. Terdapat bagian putih pada seluruh bagian sel  
 D. Tidak terdapat bagian putih pada sel
7. Gen pengkode protein permukaan pada virus Hepatitis B terbagi menjadi 3 bagian, yaitu preS1, preS2, dan S yang masing-masing mengkode protein permukaan *small* (s), *medium* (preS2 dan S), dan *large* (preS1, preS2, dan S).

Protein small (dikenal sebagai sHBsAg, *small Hepatitis B Surface Antigen*) merupakan protein yang jumlahnya paling melimpah. Protein sHBsAg ini terdiri dari 226 asam amino, dan asam amino 100-160 merupakan determinan antigenik utama (epitop). Daerah *conserved* pada asam amino 124-147 merupakan determinan "a", yang menjadi bagian penting dalam deteksi infeksi Hepatitis B. Protein sHBsAg seringkali dijadikan sebagai antigen dalam pembuatan vaksin rekombinan.

Jika seseorang yang sudah divaksinasi kemudian terinfeksi oleh virus Hepatitis B yang mengalami mutasi G145R (perubahan glisin menjadi alanin pada asam amino ke-145 sHBsAg), kemungkinan yang dapat terjadi pada orang tersebut adalah ... (*Nilai 1*)

- A. Tidak akan terinfeksi oleh virus mutan karena reseptor pada sel tidak akan mengenali sHBsAg yang termutasi  
 B. Terinfeksi oleh virus Hepatitis B mutan karena virus tersebut tidak dikenali oleh antibodi yang dihasilkan dari vaksin *wild type*  
 C. Tidak akan terinfeksi oleh virus mutan karena tubuhnya telah mengembangkan antibodi yang dapat mengatasi virus Hepatitis B

8. Seorang peneliti sedang mempelajari pengaruh gibberelin terhadap siklus sel tumbuhan. Untuk mempelajarinya, peneliti tersebut mengisolasi nukleus dari meristem interkalar dan menghitung jumlah DNA per nukleus. Hasil perlakuan sel dengan gibberelin ditunjukkan oleh grafik berikut ini.



Berdasarkan grafik di atas, tentukan apakah pernyataan-pernyataan dibawah ini **benar** (B) atau **salah** (S). (Nilai 1,5; @0,5)

| Pernyataan                                                                                                                                                       | Jawab |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| I. Gibberelin dapat mengaktivasi mitosis sel dengan meningkatkan transisi dari fase G <sub>1</sub> ke fase S                                                     |       |
| II. Gibberelin memiliki reseptor pada membran plasma sel tumbuhan                                                                                                |       |
| III. Gibberelin dapat menginduksi ekspresi gen-gen yang mengkode semua jenis <i>cyclin-dependent protein kinase</i> (CDK) melalui serangkaian transduksi sinyal. |       |

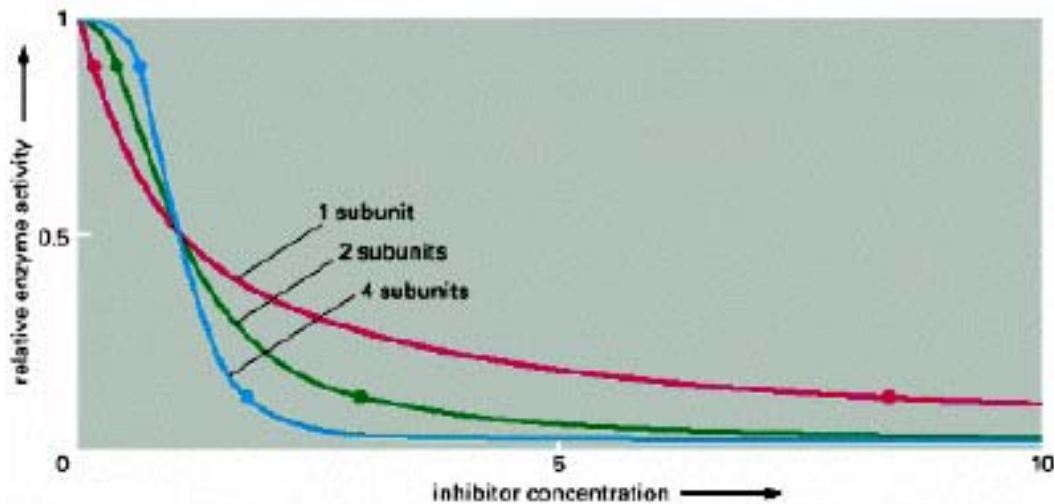
9. Berikut ini adalah sekuens bagian ujung dari satu untai DNA yang akan anda amplifikasi dengan menggunakan metode PCR.

5' ACC CCC TCC AGA -----GGG CCA GCG TAT 3'  
3' TGG GGG AGG TCT ----- CCC GGT CGC ATA 5'

Manakah dari sekuens berikut yang merupakan set primer yang sesuai untuk melakukan pekerjaan anda? (*Nilai 1*)

- A. Forward = 5' ACC CCC TCC AGA 3', Reverse = 5' ATA CGC TGG CCC 3'
  - B. Forward = 5' AGA CCT CCC CCA 3', Reverse = 5' CCC GGT CGC ATA 3'
  - C. Forward = 5' TTG GGG AGG TCT 3', Reverse = 5' TAT GCG ACC GGG 3'
  - D. Forward = 5' AAA GGG CCA GCG 3', Reverse = 5' TTT CGG AAG TCT 3'
  - E. Forward = 5' GGG CCA GCG TAT 3', Reverse = 5' TCT GGA GGG GGT 3'
10. Manakah dari pernyataan berikut yang paling akurat mengenai gen supresor tumor? (*Nilai 1*)
- A. Pada individu normal, mutasi pada satu salinan gen supresor tumor mengarah pada kanker
  - B. Pada individu normal, dibutuhkan mutasi pada satu salinan gen supresor tumor pada suatu sel dan mutasi pada salinan lainnya dari gen supresor tumor pada sel lain agar kanker dapat berkembang
  - C. Pada individu normal, dibutuhkan mutasi pada satu salinan gen supresor tumor pada suatu sel dan mutasi pada salinan lainnya dari gen supresor tumor pada sel yang sama agar kanker dapat berkembang
  - D. Pada individu normal, dibutuhkan mutasi pada satu salinan gen supresor tumor pada suatu sel dan mutasi pada salinan yang sama dari gen supresor tumor pada sel lain agar kanker dapat berkembang
  - E. Mutasi pada gen supresor tumor tidak diwariskan karena individu tersebut meninggal
11. Anemia sel sabit disebabkan oleh mutasi titik pada gen hemoglobin yang menghasilkan substitusi dari satu asam amino pada peptida  $\beta$ -globin dari hemoglobin. Manakah dari metode berikut yang paling baik mendeteksi mutasi tersebut? (*Nilai 1*)
- A. Isolasi DNA dari sel darah merah diikuti oleh amplifikasi PCR dan pemotongan enzim restriksi
  - B. Isolasi DNA dari leukosit yang dilanjutkan dengan analisis Southern blot untuk mendeteksi ukuran ekson gen globin
  - C. Isolasi DNA dari leukosit darah dilanjutkan dengan *DNA sequencing* dari intron gen globin
  - D. Isolasi DNA dari leukosit darah dilanjutkan dengan amplifikasi PCR dan hibridisasi *allele-specific oligonucleotide* (ASO)
  - E. Analisis Western blot dari ekstrak sel darah merah

12. Berikut ini adalah kurva yang menunjukkan hubungan antara aktivitas relatif enzim dengan konsentrasi ligan inhibitor untuk enzim allosterik dengan subunit tunggal dan multi-subunit.



Berdasarkan kurva di atas, manakah pernyataan berikut ini yang **kurang** tepat? (*Nilai 1*)

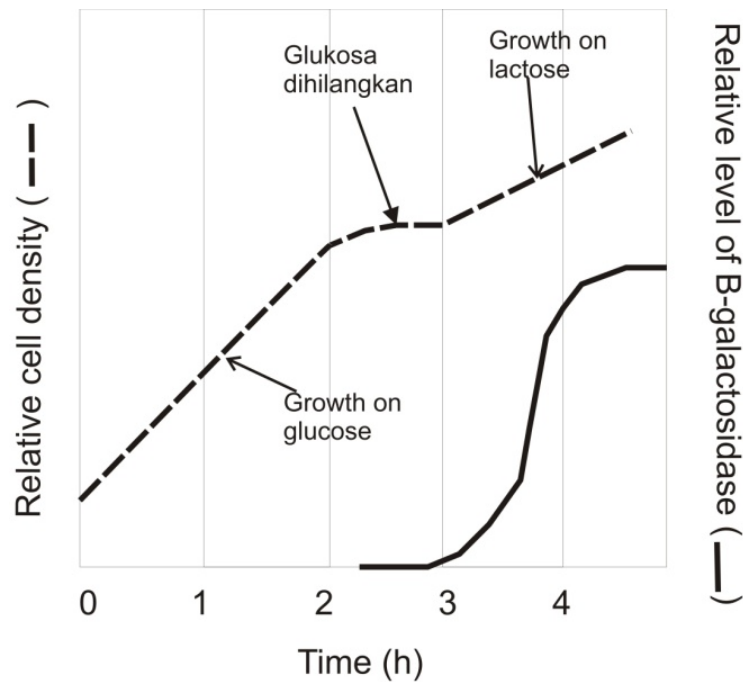
- A. Enzim allosterik dengan subunit tunggal memiliki potensi paling rendah dalam regulasi reaksi kimia di dalam sel
  - B. Konsentrasi inhibitor yang semakin meningkat akan mengurangi jumlah enzim yang aktif
  - C. Untuk menurunkan aktivitas enzim relatif sampai 50%, baik enzim dengan subunit tunggal maupun multi-subunit membutuhkan konsentrasi inhibitor yang sama
  - D. Enzim yang semakin kompleks mengalami penurunan aktivitas dari 90% menjadi 10% dengan rentang konsentrasi inhibitor yang lebih lebar daripada enzim yang hanya terdiri dari subunit tunggal
  - E. Tak satu dari jawaban di atas
13. Penambahan larutan NaCl 5 M ke dalam putih telur ayam (*salting out*) akan menyebabkan peristiwa berikut ini:
- I. Penurunan kelarutan protein
  - II. Peningkatan viskositas intrinsik
  - III. Dapat dikristalkan
  - IV. Peningkatan kapasitas pengikatan air
  - V. Penurunan aktivitas lisozim

Manakah dari pilihan berikut yang tepat mengenai peristiwa di atas? (*Nilai 1*)

- A. I, II, III
- B. I, III, IV
- C. I, II, IV
- D. I, IV, V
- E. I, II, V

**Pertanyaan No.14-15 mengacu pada keterangan berikut ini:**

Perhatikan grafik *diauxic growth* (pertumbuhan dalam medium dengan dua sumber energi) pada bakteri berikut!



14. Pernyataan berikut ini yang **kurang** tepat adalah ... (Nilai 1)
- A. Glukosa merupakan sumber energi yang terbaik
  - B. Glukosa berperan dalam mekanisme kontrol positif transkripsi mRNA  $\beta$ -galaktosidase
  - C.  $\beta$ -galaktosidase disintesis jika ada laktosa dan tidak ada glukosa dalam medium
  - D. Ketika glukosa dihilangkan pertumbuhan bakteri akan mencapai fase stasioner
  - E. Pertumbuhan bakteri lebih lambat dengan menggunakan laktosa sebagai sumber energi dibandingkan dengan menggunakan glukosa
15. Ketika glukosa dihilangkan dari medium, akan terjadi peningkatan molekul berikut ini dalam sel, **kecuali** ... (Nilai 1)
- A. mRNA laktosa permease
  - B. cAMP
  - C. Molekul inducer
  - D. AMP
  - E.  $\beta$ -galaktosidase

**Pertanyaan No.16-17 mengacu pada keterangan berikut ini:**

Urutan nukleotida dari DNA yang mengandung gen yang mengkode protein Met-Tyr-Arg-Leu-Ile ditunjukkan di bawah ini:

5' – CCCCTATGCCCCGGATAATCATATTAGCCTGTACATGGC – 3'  
 3' – GGGGATACGGGCCTATTAGTATAATCGGACATGTACCG – 5'

**Tabel Kode Genetik:**

|   | T   |     |   | C   |     |   | A   |      |   | G   |      |   |
|---|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|------|---|-----|------|---|
| T | TTT | Phe | F | TCT | Ser | S | TAT | Tyr  | Y | TGT | Cys  | C |
|   | TTC |     |   | TCC |     |   | TAC |      |   | TGC |      |   |
|   | TTA | Leu | L | TCA |     |   | TAA | STOP |   | TGA | STOP |   |
|   | TTG |     |   | TCG |     |   | TAG |      |   | TGG | Trp  | W |
| C | CTT | Leu | L | CCT | Pro | P | CAT | His  | H | CGT | Arg  | R |
|   | CTC |     |   | CCC |     |   | CAC |      |   | CGC |      |   |
|   | CTA |     |   | CCA |     |   | CAA | Gln  | Q | CGA |      |   |
|   | CTG |     |   | CCG |     |   | CAG |      |   | CGG |      |   |
| A | ATT | Ile | I | ACT | Thr | T | AAT | Asn  | N | AGT | Ser  | S |
|   | ATC |     |   | ACC |     |   | AAC |      |   | AGC |      |   |
|   | ATA |     |   | ACA |     |   | AAA | Lys  | K | AGA | Arg  | R |
|   | ATG | Met | M | ACG |     |   | AAG |      |   | AGG |      |   |
| G | GTT | Val | V | GCT | Ala | A | GAT | Asp  | D | GGT | Gly  | G |
|   | GTC |     |   | GCC |     |   | GAC |      |   | GGC |      |   |
|   | GTA |     |   | GCA |     |   | GAA | Glu  | E | GGA |      |   |
|   | GTG |     |   | GCG |     |   | GAG |      |   | GGG |      |   |

**16. Tuliskan urutan mRNA yang mengkode protein tersebut (Nilai 1)**

- A. 5' – GCCAUGUACAGGCUAAUAUGUUUAUCCGGGCAUAGGG – 3'  
 B. 5' – CCCCUAUGCCCGGAUAAUCAUAUUAGCCUGUACAUGGC – 3'  
 C. 5' – CCCCTATGCCCCGGATAATCATATTAGCCTGTACATGGC – 3'  
 D. 5' – GCCATGTACAGGCTAATATGTTTATCCGGGCATAGGG – 3'

**17. Mutasi nukleotida menyebabkan peptide Met Tyr Ser disintesis. Jenis mutasi titik apakah yang dialami urutan nukleotida tersebut? (Nilai 1)**

- A. Insersi  
 B. Delesi  
 C. Translokasi  
 D. Duplikasi

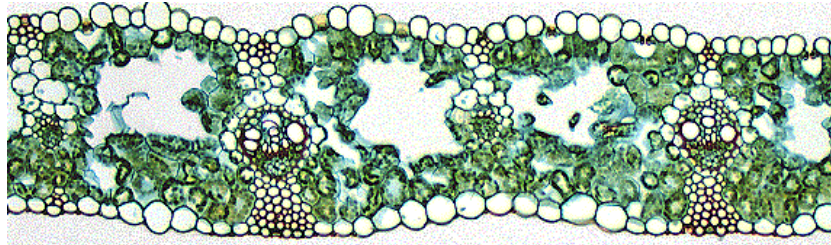
18. Rudi sedang mempelajari suatu faktor X yang menstimulasi diferensiasi *stem cell* sistem imun manusia menjadi sel-B yang berperan dalam melawan infeksi bakteri. Diferensiasi ini dikendalikan oleh gen. Beberapa penyakit seperti Bruton agammaglobulinemia menyebabkan penderitanya tidak mampu menghasilkan sel-B.

Faktor X tersebut dapat melakukan hibridisasi dengan DNA, mengalami hidrolisis oleh alkali, dan bermigrasi sebagai band 20-30 bp pada elektroforesis. Diferensiasi gen tidak terstimulasi oleh faktor X jika elemen promoter sepanjang 10 pasang basa dekat lokasi inisiasi dihilangkan. Manakah dari pilihan berikut yang paling mungkin berperan sebagai faktor X?

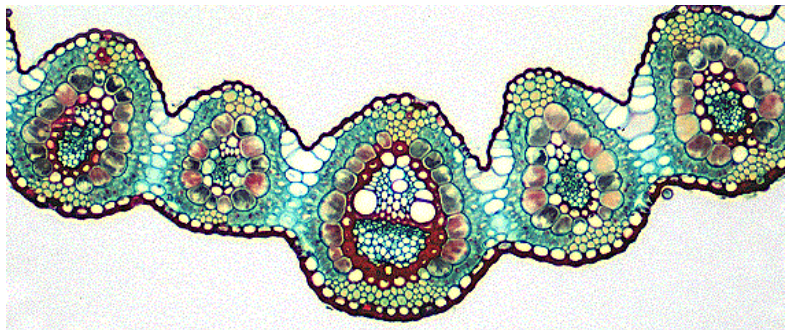
- A. Suatu tRNA yang mengenali kodon di dalam urutan elemen promoter
  - B. Suatu mRNA yang ditranslasi dan menghasilkan faktor transkripsi stimulatoris
  - C. Suatu molekul RNA kecil yang berikatan dengan promoter dan meningkatkan transkripsi
  - D. Suatu transposon yang mengenali elemen promoter dan melakukan insersi untuk mengaktivasi gen
  - E. Suatu RNA katalis yang diperlukan dalam mRNA *splicing*
19. Struktur molekul protein dibagi menjadi beberapa tingkatan berdasarkan kompleksitasnya. Manakah dari pernyataan berikut yang benar mengenai hal tersebut? (**Nilai 1**)
- 1. Struktur  $\alpha$ -heliks dihasilkan dari ikatan hidrogen
  - 2. Struktur  $\beta$ -sheet dihasilkan dari rantai protein yang tersusun secara berdampingan dan dihubungkan oleh ikatan hidrogen
  - 3. Struktur tersier menunjukkan bentuk tiga dimensi dari protein
  - 4. Dua atau lebih polipeptida tunggal dapat saling berikatan untuk menghasilkan struktur tersier protein
  - 5. Protein yang berikatan dengan DNA akan kehilangan struktur tersier selama berikatan dengan DNA
- A. 1, 2, 3, 4
  - B. 1, 5
  - C. 1, 2, 3, 5
  - D. 1, 2, 3
  - E. 2, 3, 4

**ANATOMI DAN FISILOGI TUMBUHAN (Nilai 15)**

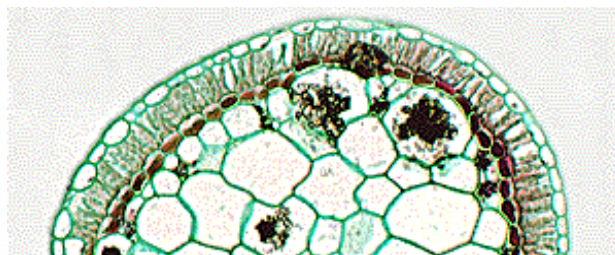
1. Tobi diberi tugas oleh dosennya untuk menganalisa hubungan antara anatomi sayatan melintang organ daun dari berbagai tanaman dengan strategi fiksasi karbon (tanaman C3, C4, dan CAM). Adapun gambar dari sayatan organ daun tanaman tersebut adalah sebagai berikut.



Gambar A.



Gambar B.



Gambar C.



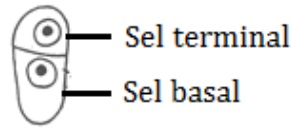
Gambar D.

Dari keempat sayatan daun tanaman yang berbeda di atas, bantulah Tobi untuk menentukan gambar mana yang merupakan sayatan daun tanaman C3, C4, dan CAM dengan mengisi kolom gambar sayatan pada tabel berikut ini. **(Nilai 1,5; @0,5)**

| Strategi Fotosintesis | Gambar Sayatan |
|-----------------------|----------------|
| C3                    |                |
| C4                    |                |
| CAM                   |                |

2. Manakah penjelasan yang paling baik mengenai kehadiran kloroplas dan mitokondria dalam sel tumbuhan? **(Nilai 1)**
  - A. Saat ada cahaya, tumbuhan adalah organisme autotrof fotosintetik dan saat gelap adalah heterotrof
  - B. Jika tumbuhan tidak dapat menghasilkan ATP yang cukup dalam proses fotosintesis untuk mendapatkan energi yang diperlukan, tumbuhan dapat memproduksinya dalam respirasi anaerob
  - C. Gula dihasilkan dalam kloroplas yang dapat disimpan untuk kemudian digunakan, diubah menjadi senyawa kimia lain, atau diuraikan saat respirasi anaerob menghasilkan ATP
  - D. Daun dan kadang-kadang batang tumbuhan mengandung kloroplas, yang dapat menghasilkan ATP untuk memenuhi kebutuhan energi pada bagian tumbuhan tersebut
  - E. Akar tanaman mengandung mitokondria, yang menghasilkan ATP untuk memenuhi kebutuhan energi pada bagian akar tanaman tersebut
3. Tanaman kadang memproteksi dirinya dari metabolit sekundernya sendiri dengan jalan ... **(Nilai 1)**
  - A. Memproduksi enzim khusus yang dapat merusak senyawa toksik
  - B. Menyimpan prekursor dari senyawa toksik tertentu dalam suatu kompartemen dan enzim yang mengubah prekursor menjadi senyawa toksik pada kompartemen yang lain
  - C. Menyimpan senyawa toksik dalam mitokondria atau kloroplas
  - D. Mendistribusikan senyawa toksik pada semua sel tanaman
  - E. Melakukan metabolisme asam crassulacea
4. Jika sel sperma dari tumbuhan *Pinus merkusii* mengandung 10 kromosom, maka embrio *Pinus* akan memiliki kromosom sebanyak ... **(Nilai 0,5)**
  - A. 30
  - B. 15
  - C. 5
  - D. 20

5. Pada perkembangan tumbuhan, setelah ovum dibuahi oleh inti sperma, zigot yang terbentuk akan berkembang menjadi dua sel seperti pada gambar berikut.



Dari bagian embrio berikut ini, bagian-bagian apa saja yang berkembang dari *terminal cell*?  
**(Nilai 1)**

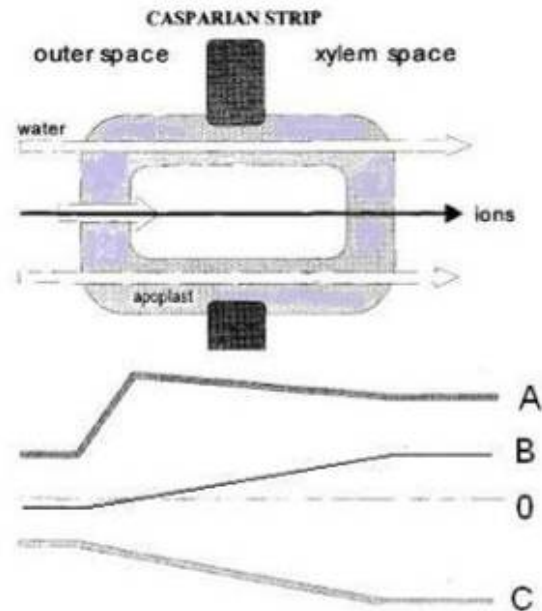
- I. Kotiledon  
 II. Hipokotil  
 III. Radikula  
 IV. Epikotil
- A. Hanya I  
 B. Hanya IV  
 C. I dan IV  
 D. I, II, IV  
 E. Semuanya
6. Seorang siswa diberi data karakteristik daun dari tanaman *Fagus sylvatica* yang berumur muda dan dewasa. Karakteristik tersebut tertuang dalam tabel berikut ini.

|                                                     | Mature |     | Young |    |
|-----------------------------------------------------|--------|-----|-------|----|
|                                                     | A      | B   | A     | B  |
| Leaf thickness ( $\mu\text{m}$ )                    | 210    | 108 | 117   | 90 |
| Number of palisade layers                           | 2      | 1–2 | 1–2   | 1  |
| Thickness of upper palisade layer ( $\mu\text{m}$ ) | 60     | 28  | 39    | 24 |

Berdasarkan data pada tabel di atas, manakah pernyataan yang tepat? **(Nilai 1)**

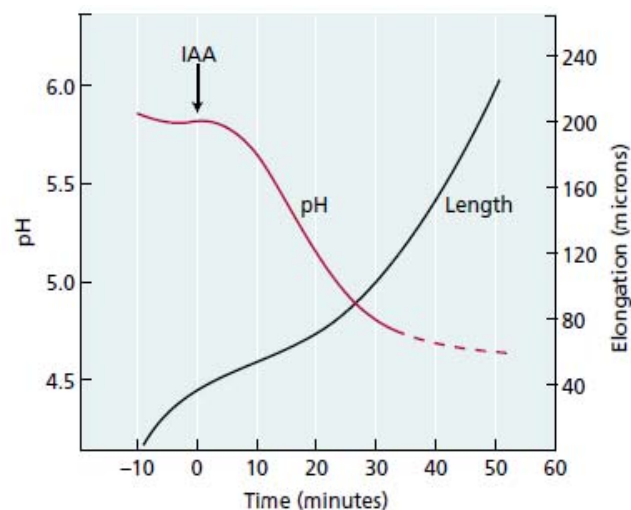
- A. Tanaman A dan B merupakan tanaman teduh  
 B. Tanaman B saja merupakan tanaman teduh  
 C. Tanaman A dan B merupakan tanaman “matahari”  
 D. Tanaman B saja merupakan tanaman “matahari”  
 E. Tanaman A merupakan tanaman teduh dan tanaman B merupakan tanaman “matahari”

7. Pelajari tiga kurva di bawah bagan aliran air dan ion mineral berikut ini dan pilihlah kurva mana yang menggambarkan besarnya *potensial kimia air*, *tekanan hidrolik*, dan *aktivitas garam*. (*Nilai 3; @1*)



| Deskripsi           | Kurva |
|---------------------|-------|
| Potensial kimia air |       |
| Tekanan hidrolik    |       |
| Aktivitas garam     |       |

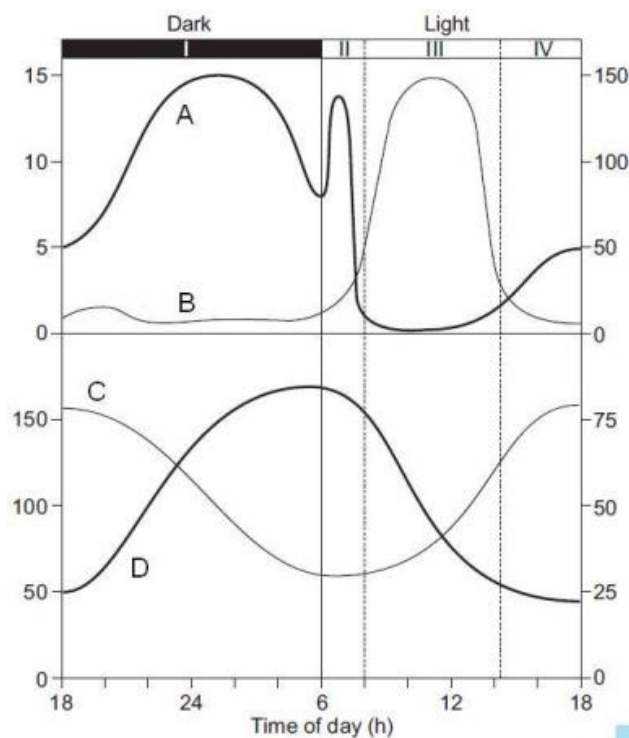
8. Grafik berikut merupakan hasil percobaan pada dinding sel tumbuhan dengan perlakuan IAA. Dua variabel yang diamati adalah pH dan pemanjangan dinding sel.



Berkaitan dengan data di atas, tentukan apakah pernyataan-pernyataan berikut **benar** (B) atau **salah** (S). (Nilai 2; @1)

| Pernyataan                                                                                                                        | B/S |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| I. IAA merupakan hormon tumbuhan yang bersifat asam dan dapat menurunkan pH dinding sel tumbuhan secara langsung dan signifikan.  |     |
| II. Pemanjangan dinding sel terjadi melalui mekanisme induksi pelonggaran susunan mikrofibril dinding sel akibat ekstrusi proton. |     |

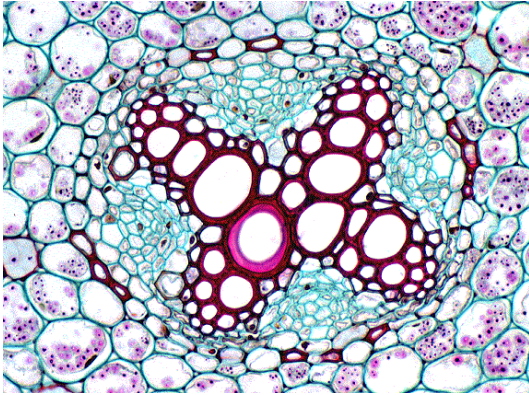
9. Seorang siswa diberi kurva seperti gambar berikut ini yang menunjukkan fluktuasi beberapa variabel yang terlibat dalam reaksi asimilasi karbon yang terjadi pada tumbuhan CAM. Siswa tersebut diminta untuk melengkapi kurva yang tersedia sehingga dapat merepresentasikan keempat variabel tersebut dengan tepat.



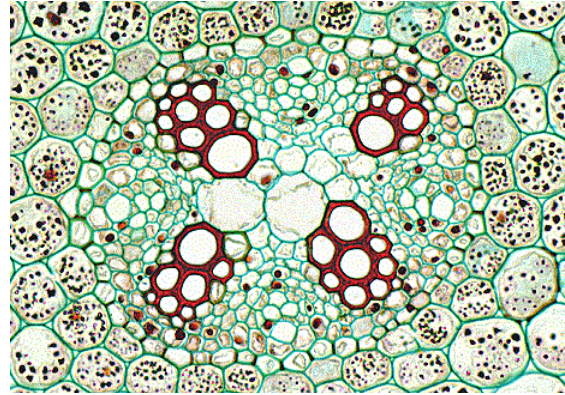
Bantulah siswa tersebut untuk melengkapi tabel berikut sehingga representasi kurva menjadi benar. (Nilai 2; @0,5)

| Variabel                       | Kurva |
|--------------------------------|-------|
| I. Kandungan asam malat        |       |
| II. Resistensi stomata         |       |
| III. Kandungan pati            |       |
| IV. Penyerapan CO <sub>2</sub> |       |

10. Iga kebingungan untuk mengenali sayatan organ yang diujikan pada tes praktikum anatomi tumbuhan di Seleksi IBO tahun lalu. Dia tidak dapat melengkapi tabel yang berisi pertanyaan tentang anatomi organ dari tanaman *Ranunculus*. Jika anda sebagai Iga, apa yang akan anda isi pada tabel berikut ini? (*bila tidak tersedia jawaban yang tepat, tuliskan C*) (*Nilai 2; @0,5*)



A.



B.

| Pertanyaan                                 | Pilihan Jawaban (A/B/C) |
|--------------------------------------------|-------------------------|
| I. Sayatan yang memiliki empulur           |                         |
| II. Sayatan yang memiliki protoxilem       |                         |
| III. Sayatan yang memiliki metaxilem       |                         |
| IV. Sayatan yang diambil dari tanaman muda |                         |

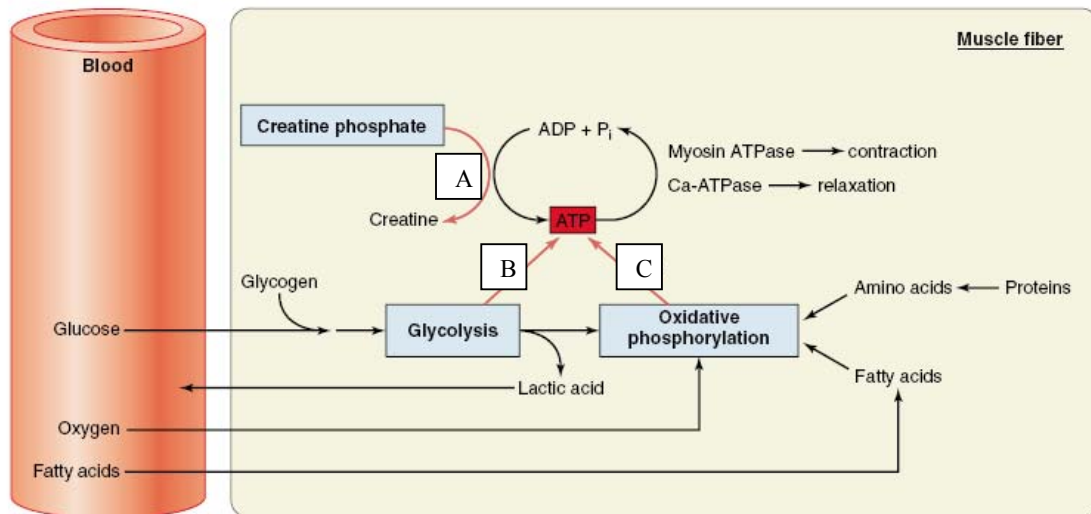
## **ANATOMI DAN FISILOGI HEWAN (Nilai 20)**

1. Berikut ini adalah mekanisme hewan untuk mengatur suhu tubuhnya:

- I. Penyesuaian sistem kardiovaskuler untuk mengatur pelepasan dan perolehan panas
- II. Pengubahan produksi panas dengan meningkatkan atau menurunkan laju metabolisme
- III. Eksploitasi heterogenitas suhu di lingkungan
- IV. Membungkus tubuh dengan bulu atau rambut

Pernyataan yang benar mengenai mekanisme pengaturan suhu tubuh pada organisme ektoterm adalah ... (Nilai 1)

- A. Hanya II dan III
  - B. Hanya III dan IV
  - C. Hanya I dan III
  - D. Hanya II dan IV
  - E. Hanya I dan II
2. Untuk dapat berkontraksi otot membutuhkan energi berupa ATP. ATP di dalam otot dapat disediakan melalui tiga proses seperti pada gambar berikut (huruf A-C).



Berdasarkan informasi di atas, cocokkan pertanyaan berikut ini dengan proses yang sesuai. (Nilai 3; @1)

| Pernyataan                                                                            | Jawaban |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| I. Proses yang mampu memproduksi ATP paling cepat                                     |         |
| II. Proses yang paling banyak memproduksi ATP pada saat berlari-lari kecil            |         |
| III. Proses yang paling banyak memproduksi ATP pada saat lari cepat ( <i>sprint</i> ) |         |

3. Umumnya, lemak merupakan pilihan utama untuk cadangan energi pada hewan sebab kandungan energi/gramnya lebih tinggi daripada protein ataupun karbohidrat. Walaupun demikian, karbohidrat mungkin dapat menjadi pilihan utama cadangan energi pada hewan ...  
**(Nilai 1)**

- A. Yang sering terpapar oleh kondisi lingkungan anoxia (miskin O<sub>2</sub>)  
 B. Untuk sumber energi bagi aktivitas aerobik yang berdurasi lama  
 C. Untuk sumber energi bagi aktivitas anaerobik yang singkat  
 D. Jawaban A dan B benar  
 E. Jawaban A dan C benar

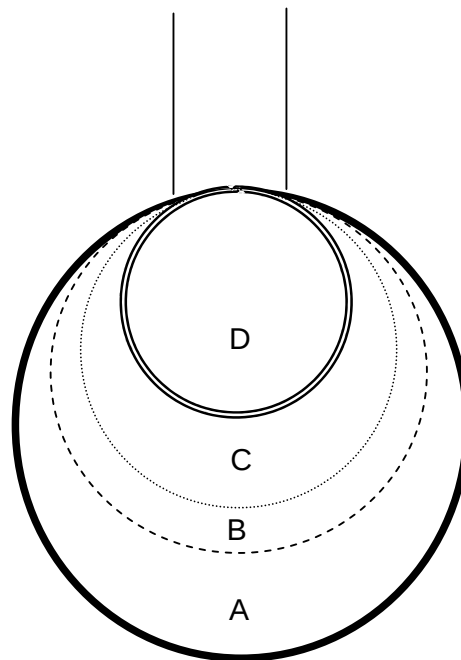
4. Perhatikan diagram pematangan sel B di bawah ini.

| Protein     | Function                         | Stem cell | Early pro-B cell | Late pro-B cell | Large pre-B cell | Small pre-B cell | Immature B cell |
|-------------|----------------------------------|-----------|------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| RAG-1       | Lymphoid-specific recombinase    |           |                  |                 |                  |                  |                 |
| RAG-2       |                                  |           |                  |                 |                  |                  |                 |
| TdT         | N-nucleotide addition            |           |                  |                 |                  |                  |                 |
| $\lambda$ 5 | Surrogate light-chain components |           |                  |                 |                  |                  |                 |
| VpreB       |                                  |           |                  |                 |                  |                  |                 |
| Ig $\alpha$ | Signal transduction              |           |                  |                 |                  |                  |                 |
| Ig $\beta$  |                                  |           |                  |                 |                  |                  |                 |
| CD45R       |                                  |           |                  |                 |                  |                  |                 |
| Btk         |                                  |           |                  |                 |                  |                  |                 |
| Oct-2       | Transcription factors            |           |                  |                 |                  |                  |                 |
| EBF         |                                  |           |                  |                 |                  |                  |                 |
| Pax-5/BSAP  |                                  |           |                  |                 |                  |                  |                 |
| GATA-2      |                                  |           |                  |                 |                  |                  |                 |
| Ikaros      |                                  |           |                  |                 |                  |                  |                 |

Keanekaragaman urutan DNA yang disebabkan oleh ketidaktepatan penggabungan gen (*junctional diversity*) terjadi pada proses rekombinasi V-J dan V-D-J. Protein RAG-1, RAG-2, dan TdT diketahui berperan dalam proses rekombinasi tersebut. Berilah tanda X pada pernyataan yang tepat. **(Nilai 2)**

| Pernyataan                                                                                                               | Jawaban |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| I. <i>Junction diversity</i> terjadi pada fase <i>small pre-B cell</i>                                                   |         |
| II. Rantai ringan disintesis pada fase <i>Large pre-B cell</i>                                                           |         |
| III. Penyatuan V-J terjadi pada fase <i>early pro-B cell</i> dan <i>late pro-B cell</i>                                  |         |
| IV. $\mu$ -chain sebagai bagian dari reseptor pre-sel B di ekspresi di permukaan sel pada fase <i>Large pre-B cell</i> . |         |

5. Pada wanita jumlah sel-sel gamet paling banyak ditemukan pada ... **(Nilai 1)**
- A. Pada masa pubertas
  - B. Pada usia anak-anak menjelang masa pubertas
  - C. Selama masa kandungan ketika usia fetus 4-5 bulan
  - D. Pada usia 20-25 tahun
  - E. Sesaat setelah lahir
6. Apabila implantasi embrio kera terjadi di daerah oviduk, maka kehamilan tidak dapat dipertahankan lama sebab ... **(Nilai 1)**
- A. Fetus kera akan kekurangan nutrisi
  - B. Kera tersebut akan mengalami keguguran
  - C. Tidak akan terbentuk plasenta
  - D. Lapisan otot di oviduk tidak cukup tebal
  - E. Tidak ada kelenjar uterus di oviduk
7. Berikut ini diagram perubahan volume alveolus pada proses pernafasan.



Volume tidal, residu, cadangan inspirasi, dan cadangan ekspirasi berturut-turut ditunjukkan oleh ... **(Nilai 1)**

- A. A, B, C, D
- B. B, D, A, C
- C. D, C, B, A
- D. A, C, B, D
- E. C, B, A, D

8. Penelitian terhadap proses yang terjadi di daerah sinaps tidak lepas dari penemuan berbagai senyawa yang menstimulasi atau menghambat proses-proses yang terjadi di area tersebut. Berikut ini adalah berbagai senyawa yang dapat mempengaruhi proses-proses yang berlangsung di sinaptik neuro-muskular (hubungan saraf dengan otot).

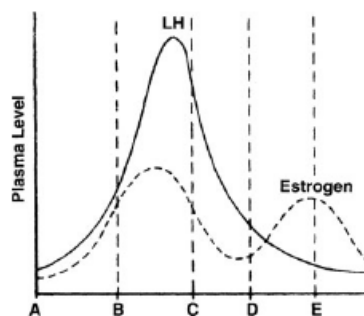
| No | Senyawa       | Fungsi                                                     |
|----|---------------|------------------------------------------------------------|
| 1  | Tuokurarin    | Senyawa competitor dari asetil kolin                       |
| 2  | Bunguratoksin | Berikatan secara irreversible dengan reseptor asetil kolin |
| 3  | Eserin        | Menghambur kerja dari kolinesterase                        |
| 4. | Hemicolinum   | Menghambat penyerapan kolin oleh membrane presinap         |
| 5. | Botulinum     | Menghambat pelepasan asetilkolin dari sel presinaptik      |

Jawablah pertanyaan berikut menggunakan angka dari pilihan yang tepat! (*Nilai 2; @1*)

- a) Jika anda sedang berburu, senyawa manakah yang akan anda pilih untuk membunuh buruan anda dengan cepat? \_\_\_\_\_
- b) Jika anda ingin mengetahui jumlah neurotransmitter yang dilepaskan oleh sel saraf untuk setiap rangsang yang diberikan, senyawa manakah yang anda pilih? \_\_\_\_\_
9. Untuk menguji fungsi ginjal seorang dokter menyuntikan larutan inulin ke dalam darah seorang pasien. Setelah beberapa jam dilakukan dilakukan pengambilan sample darah untuk mengetahui kadar inulin dalam darah. Selain itu dilakukan juga pengumpulan urin. Hasil penelitian pengamatan menunjukan kadar inulin di dalam darah adalah 0,1 mg/ml darah, laju filtrasi ginjal 120 ml/menit, dan konsentrasi inulin dalam urin adalah 12 mg/ml urin. Jika diketahui bahwa volume darah yang masuk ke arteri renalis adalah 600 ml/menit, tentukanlah volume darah yang masuk ke vena renalis selama 1 menit! (*Nilai 2*)

Jawab: \_\_\_\_\_ ml

10. Gambar berikut ini menunjukkan perubahan konsentrasi hormon di dalam plasma darah terhadap waktu. Dari gambar tersebut kapankah ovulasi terjadi? (*Nilai 1*)



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

11. Nefron yang lengkap terdiri dari glomerulus, tubulus proksimal, lengkung Henle, dan tubulus distal. Pada vertebrata terdapat variasi pada komponen-komponen tersebut, misalnya seperti ditunjukkan pada tabel berikut:

| Ginjal | Glomerulus | Proksimal | Lengkung henle | Tubulus Distal |
|--------|------------|-----------|----------------|----------------|
| I      | -          | +         | -              | +              |
| II     | +          | +         | -              | +              |
| III    | +          | +         | +              | +              |

Cocokkanlah jenis ginjal dengan karakter yang dimiliki oleh vertebrata berikut: **(Nilai 3; @1)**

| Vertebrata | Ciri-Ciri                                                                                                                                                      | Jenis Ginjal |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| X          | Hidup pada lingkungan perairan dengan osmolaritas air lebih tinggi daripada osmolaritas cairan tubuh. Seluruh komponen urine diproduksi melalui sekret tubulus |              |
| Y          | Hidup di lingkungan perairan dengan osmolaritas air lebih rendah daripada cairan tubuh. Tidak mampu memproduksi urine yang pekat                               |              |
| Z          | Hidup di lingkungan darat. Mampu memproduksi urine yang pekat.                                                                                                 |              |

12. Seekor tikus direayasa secara genetis agar tidak dapat memproduksi myosin. Peristiwa apakah yang akan terjadi pada otot tikus tersebut? **(Nilai 1)**

- A. Aktinmiosin tidak dapat terlepas ketika telah terbentuk
- B. Konsentrasi  $\text{Ca}^{2+}$  di dalam sel tidak pernah meningkat
- C. Perubahan konsentrasi  $\text{Ca}^{2+}$  tidak mengakibatkan kontraksi
- D. Otot akan berkontraksi sangat cepat tanpa adanya kontrol
- E. Kontraksi otot tetap normal

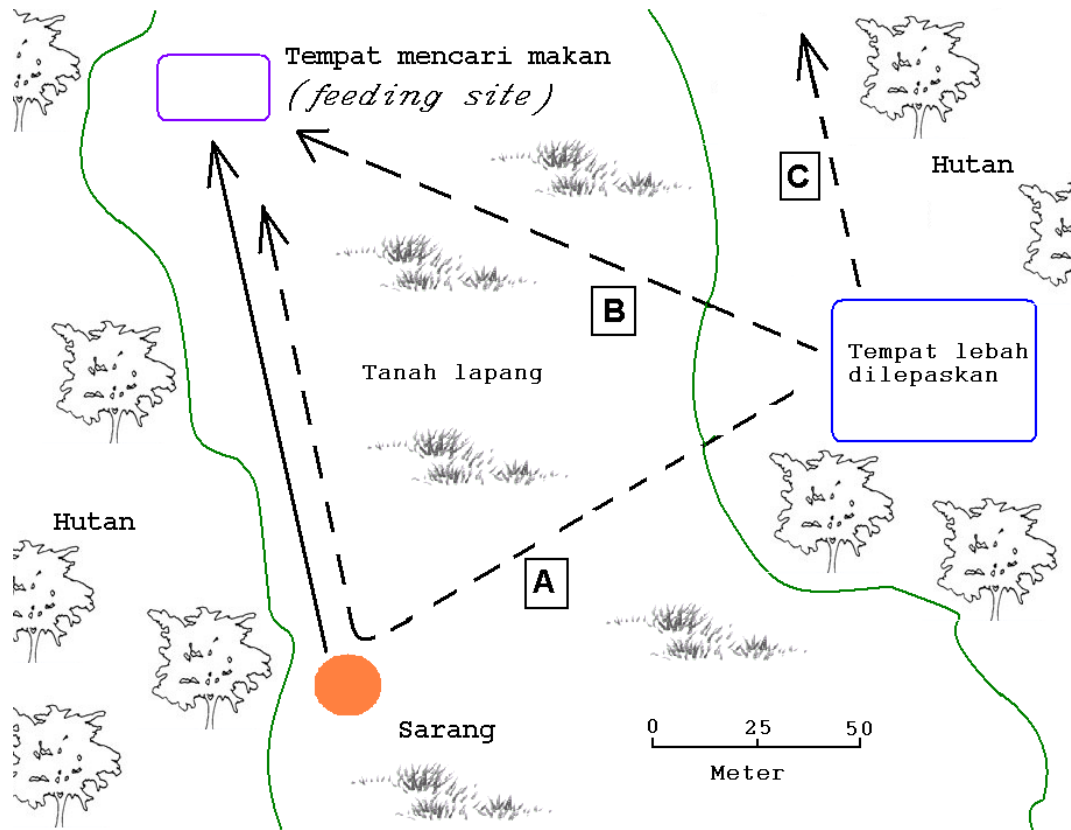
13. Perubahan kondisi tubuh dari istirahat ke kondisi beraktivitas menuntut adanya perubahan pola sirkulasi darah di dalam tubuh. Dari organ-organ berikut, berilah tanda + jika terjadi peningkatan aliran darah akibat aktivitas, – jika yang terjadi adalah penurunan, dan = jika tidak terjadi perubahan. **(Nilai 2; @0,5)**

| Organ              | Aliran darah (+/-/=) |
|--------------------|----------------------|
| Otak               |                      |
| Ginjal             |                      |
| Saluran pencernaan |                      |
| Otot               |                      |

### **ETOLOGI (Nilai 5)**

**Pertanyaan No.1-2 mengacu pada keterangan berikut ini:**

Sekelompok lebah dilatih untuk mencari makan pada area tertentu (*feeding site* pada gambar). Beberapa hari kemudian, lebah-lebah tersebut ditangkap ketika sedang terbang dari sarang menuju *feeding site* dan membawanya ke daerah lain dalam sebuah wadah yang tertutup dari cahaya. Lebah-lebah tersebut kemudian dilepaskan untuk mencari *feeding site* pada area yang sudah dilatih sebelumnya.



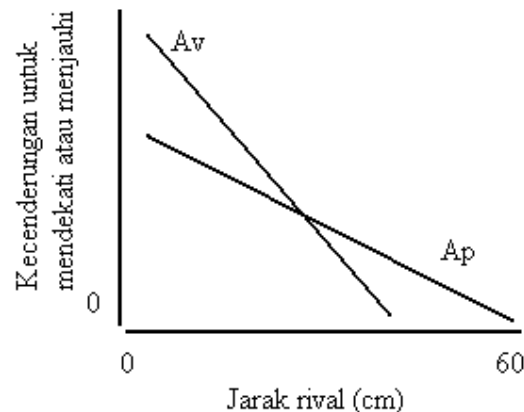
1. Rute manakah yang dipilih kelompok lebah tersebut untuk menemukan *feeding site* yang dimaksud? (**Nilai 1**)
  - A. Rute A
  - B. Rute B
  - C. Rute C
  - D. Rute A dan B
  - E. Rute B dan C

2. Berikut adalah pernyataan-pernyataan yang berhubungan dengan gambar di atas:

- I. Lebah memiliki peta kognitif (*cognitive map*)
- II. Lebah menggunakan penanda (*landmark*) yang ada di sekitar sarang dan *feeding site*
- III. Lebah tidak menggunakan penanda (*landmark*) yang ada di sekitar sarang dan *feeding site*
- IV. Rute yang dipelajari lebah pada saat latihan akan tetap diikuti
- V. Pembentukan peta kognitif merupakan proses bawaan (*innate*) pada lebah yang belajar

Manakah pernyataan yang benar mengenai proses belajar pada lebah di atas? (**Nilai 1**)

- A. I dan II
  - B. III dan IV
  - C. II dan IV
  - D. I, II, dan V
  - E. II, IV, dan V
3. Perilaku teritorial (*territorial behavior*) dan percumbuan (*courtship behavior*) dilakukan berdasarkan hasil pengambilan keputusan setelah terjadi konflik motivasi. Ikan *three-spined stickleback* (*Gasterosteus aculeatus*) berusaha mempertahankan sarangnya dari gangguan individu jantan (rival) sebagai bentuk perilaku teritorial. Respon hewan pada umumnya mengikuti konsep konflik mendekati-menjauhi (*approach-avoidance conflict*), seperti yang digambarkan pada grafik berikut ini:



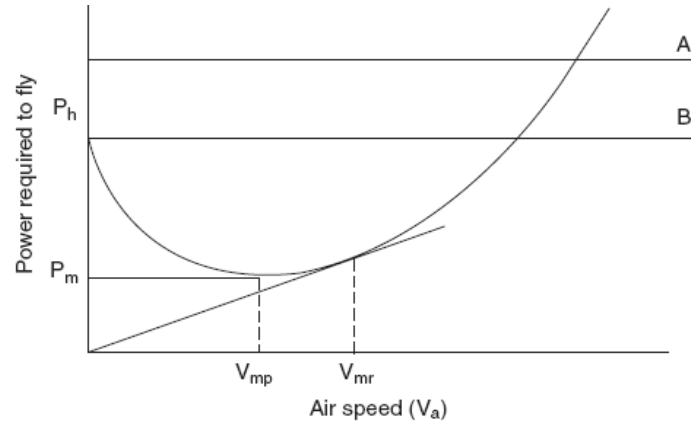
Ket: Av (*gradien pergerakan menjauhi*), Ap (*gradient pergerakan mendekati*)

Tentukan apa yang akan dilakukan oleh individu ikan tersebut ketika rivalnya berada pada jarak: 10 cm - 30 cm - 60 cm. (**Nilai 1**)

- A. Mendekati – mendekati – mendekati
- B. Menjauhi – mendekati – menjauhi
- C. Menjauhi – menjauhi/mendekati – mendekati
- D. Mendekati – mendekati – menjauhi
- E. Mendekati – menjauhi - menjauhi

**Pertanyaan No.4-5 mengacu pada keterangan berikut ini:**

Perhatikan gambar berikut ini:



4. Pernyataan berikut ini adalah benar, **kecuali** ... (*Nilai 1*)
  - A. Semua burung dengan massa tubuh yang kecil terbang lebih cepat daripada yang besar
  - B. Banyak spesies burung dapat memvariasikan kecepatan terbangnya (*air speed*)
  - C. Burung memilih bermigrasi dengan kecepatan terbang  $V_{mp}$  (kecepatan dengan energi minimal/*minimal power*) pada jarak jauh
  - D. Kecepatan terbang berkaitan erat dengan kebutuhan energi
  - E. Kecepatan terbang pada  $V_{mr}$  (kecepatan dengan energi maksimal/*maximum range speed*) memungkinkan burung terbang dengan jarak terjauh pada sumber energi yang sama dengan  $V_{mp}$
  
5. Pada saat menghadapi angin dengan arah yang berlawanan arah terbang, burung yang bermigrasi melakukan ... (*Nilai 1*)
  - A. Terbang berputar arah dan terbang searah angin tersebut bergerak
  - B. Terbang lebih cepat dari  $V_{mr}$  melawan arah angin yang datang
  - C. *Hovering* (terbang mengepak-ngepakkan sayap pada satu posisi di udara, seperti yang dilakukan *hummingbird*)
  - D. Jawaban A, B, dan C benar
  - E. Jawaban A, B, dan C salah

## **GENETIKA DAN EVOLUSI (Nilai 20)**

- Seorang pria bernama Jose yang menderita buta warna terpaut X dan penyakit Fabry (defisiensi alfa-galaktosidase) terpaut X menikah dengan wanita normal dan kemudian memiliki anak perempuan normal. Anakanya ini kemudian menikah dengan seorang pria normal dan kemudian memiliki sepuluh anak laki-laki. Dari kesemua anak laki-lakinya, lima adalah normal, tiga adalah seperti kakeknya, satu menderita buta warna saja, dan satu menderita penyakit Fabry. Berdasarkan data di atas, tentukan pernyataan berikut ini mana yang kurang tepat? **(Nilai 1)**
  - Anak perempuan Jose merupakan wanita pembawa untuk kedua alel.
  - Alel buta warna dan penyakit Fabry bersifat resesif
  - Kedua alel mengalami pindah silang pada anak perempuan Jose
  - Tiga cucu Jose yang menderita penyakit seperti dirinya adalah hasil pindah silang.
  - Jarak kedua alel tersebut sekitar 2 cM
- Sydney Brenner mengisolasi mutan *Salmonella typhimurium* yang berimplikasi pada proses biosintesis triptofan dan tidak dapat tumbuh pada medium minimalnya. Ketika mutan ini ditumbuhkan pada medium minimal dengan penambahan salah satu dari empat senyawa (indol gliserol fosfat, indol, anthranilic acid, dan triptofan), respon pertumbuhan yang ditunjukkannya dicatat dan dilampirkan pada tabel di bawah ini

| Mutant        | Minimal medium | Anthranilic acid | Indole glycerol phosphate | Indole | Tryptophan |
|---------------|----------------|------------------|---------------------------|--------|------------|
| <i>trp-1</i>  | —              | —                | —                         | —      | +          |
| <i>trp-2</i>  | —              | —                | +                         | +      | +          |
| <i>trp-3</i>  | —              | —                | —                         | +      | +          |
| <i>trp-4</i>  | —              | —                | +                         | +      | +          |
| <i>trp-6</i>  | —              | —                | —                         | —      | +          |
| <i>trp-7</i>  | —              | —                | —                         | —      | +          |
| <i>trp-8</i>  | —              | +                | +                         | +      | +          |
| <i>trp-9</i>  | —              | —                | —                         | —      | +          |
| <i>trp-10</i> | —              | —                | —                         | —      | +          |
| <i>trp-11</i> | —              | —                | —                         | —      | +          |

Tuliskan **urutan** kemunculan atau sintesis senyawa indol gliserol fosfat, indol, anthranilic acid, dan triptofan dalam jalur biosintesis triptofan. **(Nilai 2)**

**Jawab:** \_\_\_\_\_

- Manakah pernyataan berikut ini yang dapat memberikan penjelasan dengan tepat terhadap fakta bahwa sel darah merah manusia tidak memiliki nucleus tetapi memiliki hemoglobin yang banyak? **(Nilai 1)**
  - Promoter gen hemoglobin sangat kuat
  - Hemoglobin didegradasi sangat lambat
  - mRNA hemoglobin mRNA didegradasi sangat lambat
  - Transkrip hemoglobin di-*splicing* sangat cepat
  - Sel darah merah memiliki faktor sigma yang mengenali gen haemoglobin

4. Beberapa antigen berbeda dapat terdeteksi dalam tes golongan darah. Keempat sifat berikut ini diamati pada setiap individu:

|                 |                                           |
|-----------------|-------------------------------------------|
| Tipe ABO        | ( $I^A$ dan $I^B$ kodominan, $i$ resesif) |
| Tipe Rh         | ( $Rh^+$ dominan $Rh^-$ )                 |
| Tipe MN         | (M dan N kodominan)                       |
| Tipe $Xg^{(a)}$ | ( $Xg^{(a+)}$ dominan $Xg^{(a-)}$ )       |

Semua gen golongan darah di atas bersifat autosomal, kecuali untuk tipe  $Xg^{(a)}$  yang terpaut kromosom X.

|                |    |        |    |             |
|----------------|----|--------|----|-------------|
| Ibu            | AB | $Rh^-$ | MN | $Xg^{(a+)}$ |
| Anak perempuan | A  | $Rh^+$ | MN | $Xg^{(a-)}$ |
| Pria 1         | AB | $Rh^+$ | M  | $Xg^{(a+)}$ |
| Pria 2         | A  | $Rh^-$ | N  | $Xg^{(a-)}$ |
| Pria 3         | B  | $Rh^+$ | N  | $Xg^{(a-)}$ |
| Pria 4         | O  | $Rh^-$ | MN | $Xg^{(a-)}$ |

- a) Manakah dari keempat pria di atas, jika ada, yang merupakan ayah sebenarnya dari sang anak? (*Nilai 1*)

Jawab: \_\_\_\_\_

- b) Seandainya sang anak ternyata diketahui menderita sindrom Turner (Suatu fenotip abnormal yang ditemukan pada individu XO), pria manakah yang mungkin menjadi ayah sebenarnya dari sang anak? (*Nilai 1*)

Jawab: \_\_\_\_\_

5. Kecoa merupakan serangga pengganggu yang sering ditemukan pada ruangan gelap dan kotor. Pada hewan ini, sayap melengkung ( $cv$ ) bersifat resesif terhadap sayap normal ( $cv^+$ ). Thoriq memelihara kecoa di dalam kamarnya di Wisma Kartini. Ia menemukan bahwa frekuensi gen untuk sayap melengkung pada populasi kecoa di kamarnya sebesar 0,6. Pada kamar Iqbal yang berada di sebelahnya, frekuensi gen untuk sayap melengkung adalah 0,2.

Pada suatu hari, Iqbal berkunjung ke kamar Thoriq. Tanpa disadari, sebagian kecoa dari kamar Iqbal kabur dan bergabung dengan populasi di kamar Thoriq. Thoriq menduga bahwa 10% dari populasi kecoa di kamarnya saat ini berasal dari kamar Iqbal.

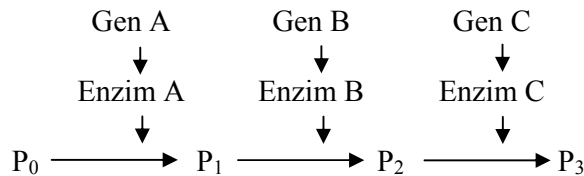
- a) Berapa persen dari populasi kecoa bersayap melengkung di kamar Thoriq yang berasal dari kamar Iqbal? (*Nilai 1*)

Jawab: \_\_\_\_\_ %

- b) Berapa frekuensi yang baru dari kecoa bersayap melengkung di kamar Thoriq? (*Nilai 1*)

Jawab: \_\_\_\_\_

6. Perhatikan jalur biosintesis pada suatu tumbuhan hipotetik berikut ini:



Asumsikan bahwa gen A dikontrol oleh perubahan suatu pigmen putih,  $P_0$ , menjadi pigmen putih lainnya,  $P_1$ . Alel dominan A mengkode enzim yang diperlukan untuk konversi tersebut, namun alel resesif a mengkode enzim yang nonfungsional. Gen B mengkode enzim yang berperan dalam konversi pigmen putih  $P_1$  menjadi pigmen pink  $P_2$ . Alel dominan B mengkode enzim yang diperlukan untuk konversi tersebut, namun alel resesif b menghasilkan produk yang inaktif. Alel dominan C dari gen ketiga mengkode enzim yang mengkatalisis konversi pigmen  $P_2$  menjadi pigmen merah  $P_3$ . Alel resesif dari gen ini menghasilkan enzim nonfungsional.

Alel dominan D dari gen keempat menghasilkan suatu produk gen yang menghambat sepenuhnya aktivitas enzim C sehingga menghambat reaksi  $P_2 \rightarrow P_3$ . Alel resesif d menghasilkan produk gen abnormal yang tidak menghambat konversi ini.

Asumsikan bahwa warna bunga dari tumbuhan ini sepenuhnya ditentukan oleh keempat gen di atas dan mereka mengalami pemilahan secara bebas (berada pada empat kromosom berbeda). Pada keturunan F2 dari persilangan tumbuhan AAbbCCDD dan tumbuhan aaBBccdd, berapa proporsi tanaman yang akan memiliki bunga merah, pink, dan putih? (*Nilai 3; @1*)

| Fenotip Keturunan F2 | Proporsi (dalam pecahan biasa) |
|----------------------|--------------------------------|
| Merah                |                                |
| Pink                 |                                |
| Putih                |                                |

7. Perhatikan peta delesi kromosom dan fenotip mutan delesi yang dihasilkan setelah test cross berikut ini. Gambarkanlah lokasi kelima gen pada kromosom tersebut pada kotak yang disediakan. (*Nilai 2*)

| Strain | =====              | Fenotip |
|--------|--------------------|---------|
| #1     | xxxxxxxxxxxxxxxxxx | AbcDE   |
| #2     | xxxxxxxxxxxxxxxxxx | AbCdE   |
| #3     | xxxxxxxxxxxxxxxxxx | aBCDe   |
| #4     | xxxxxxxxxxxxxxxxxx | ABcDe   |

Jawab:

8. Gen  $a$  dan gen  $b$  terletak pada kromosom yang sama dan berjarak 20 *map unit*. Apabila individu  $a^+ b / a b^+$  disilangkan dengan  $a b / a b$ , berapa probabilitas keturunannya mempunyai fenotip di bawah ini? Isilah pada kolom yang disediakan (**Nilai 2**)

| Fenotip   | Probabilitas |
|-----------|--------------|
| $a^+ b^+$ | %            |
| $a^+ b$   | %            |
| $a b^+$   | %            |
| $a b$     | %            |

9. Radiasi adaptif menyebabkan perkembangan yang sifatnya divergen. Sedangkan kepunahan jenis akan mengakibatkan .... (**Nilai 1**)

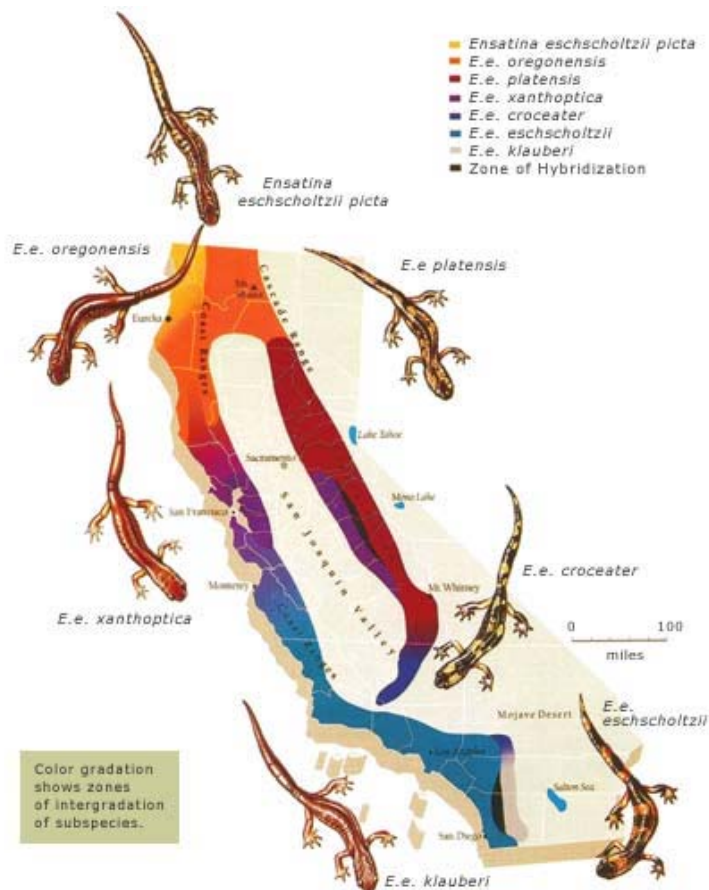
- A. Arah divergensi
- B. Berkurangnya kecepatan radiasi adaptif
- C. Perubahan dari evolusi konvergen ke evolusi paralel
- D. Perubahan dari evolusi konvergen ke evolusi divergen
- E. Peningkatan kecepatan radiasi adaptif

10. Gunakah pilihan berikut untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan pada tabel di bawah. (Pilihan dapat dipilih lebih dari sekali) (**Nilai 2; @0,5**)

- A. Seleksi stabil
- B. Seleksi direksional
- C. Spesiasi simpatrik
- D. Spesiasi alopatrik
- E. Seleksi disruptif

| Pertanyaan                                                                                                                                                              | Jawaban |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| I. Mortalitas dalam suatu tumbuhan annual sangat tinggi diantara variasi lainnya pada tanaman tersebut, hal ini termasuk ke dalam .....                                 |         |
| II. Seleksi terjadi lebih kepada bekicot yang besar dan yang kecil dibandingkan dengan bekicot yang ukuran sedang, hal ini termasuk ke dalam .....                      |         |
| III. Seleksi terjadi lebih kepada individual dengan fenotip intermediet dibandingkan dengan individu dengan fenotip yang lebih ekstrim, hal ini termasuk ke dalam ..... |         |
| IV. Seleksi terjadi lebih kepada organisme dengan anggota badan yang lebih panjang dibandingkan dengan yang rata-rata, hal ini termasuk ke dalam .....                  |         |

11. Pernyataan mana di bawah ini yang **tidak** benar tentang penurunan sifat dari gen resesif yang terpaut seks? (*Nilai 1*)
- Sifat tersebut berdampak terutama pada hewan jantan
  - Tidak ada penurunan sifat dari jantan ke jantan
  - Betina dapat memperolehnya bila induk jantan mempunyai sifat tersebut sedangkan induk betina membawa gen tersebut (*carrier*)
  - Kedua jenis kelamin dapat terkena dampak sifat tersebut, tetapi sifat ini lebih sering muncul pada betina
  - Jantan yang terkena dampak sifat tersebut biasanya lahir dari orang tua yang secara fenotipe tidak menampilkan sifat tersebut
12. Gambar di bawah ini menunjukkan proses spesiasi salamander *Ensatina eschscholtzii* yang saling bertangkupan di sepanjang teluk Sierra Nevada, California.



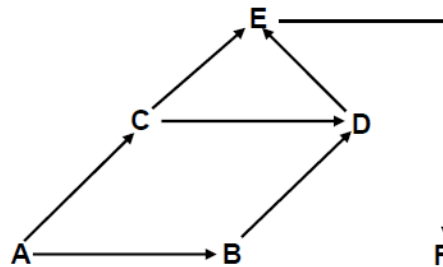
Gambar di atas menunjukkan terjadinya spesiasi ..... (*Nilai 1*)

- Simpatrik
- Parapatrik
- Alopatrik
- Peripatrik

**EKOLOGI (Nilai 10)**

1. Ketika terjadi kekeringan, tumbuhan dengan mikoriza tetap dapat melanjutkan pertumbuhannya karena: **(Nilai 1)**
  - A. Jamur meningkatkan luas permukaan untuk mengabsorpsi air
  - B. Tumbuhan memiliki sedikit jaringan bunga karang (*spongy mesophyll*)
  - C. Akar tumbuh lebih dalam untuk mencari air
  - D. Akar melakukan transpor aktif ion
  - E. Akar tumbuh ke samping untuk mencari air
2. Ekosistem manakah yang memiliki luas permukaan daun yang paling rendah? **(Nilai 1)**
  - A. Hutan hujan tropis
  - B. Padang rumput
  - C. Hutan desidua (*deciduous*)
  - D. Gurun
  - E. Hutan temperata
3. Suatu populasi bertambah dari jumlah awal 250 menjadi 300 dalam waktu satu tahun, dan pertumbuhan populasi tersebut mengikuti deret ukur. Berapa waktu yang dibutuhkan populasi awal tersebut untuk menjadi dua kali lipat? Bantuan:  $N = N_0 e^{rt}$ . **(Nilai 1)**
  - A. 3,8 tahun
  - B. 4,2 tahun
  - C. 5 tahun
  - D. 20 tahun
  - E. Populasi tersebut tidak akan pernah menjadi dua kali lipat
4. Suatu spesies pohon menghasilkan biji yang mudah disebarkan oleh bantuan angin. Spesies ini merupakan satu-satunya spesies pohon pada suatu daerah. Pola persebaran yang paling mungkin dijumpai untuk biji dan pohon spesies ini masing-masing adalah ... **(Nilai 1)**
  - A. Mengelompok dan acak
  - B. Acak dan acak
  - C. Acak dan seragam
  - D. Acak dan mengelompok
  - E. Seragam dan acak
5. Sebagian besar biomassa yang diperoleh tumbuhan selama tumbuh berasal dari ... **(Nilai 1)**
  - A. Senyawa organik dalam tanah yang diambil oleh akar tumbuhan
  - B. Mineral yang larut di dalam air dan diambil oleh akar tumbuhan
  - C. Karbon dioksida di udara yang memasuki daun melalui stomata
  - D. Energi dari matahari yang ditangkap oleh daun
  - E. Karbon dari serasah daun yang hancur di dalam tanah

6. Manakah dari pernyataan mengenai parasit berikut yang tidak tepat? **(Nilai 1)**
- Suatu parasit dapat meningkatkan peluang inangnya untuk mati karena penyebab lain
  - Suatu parasit dapat menurunkan fekunditas inangnya
  - Suatu parasit membunuh inangnya secara langsung
  - Suatu parasit dapat bersifat spesifik bagi satu spesies inang saja
7. Diagram berikut ini menggambarkan jaring makanan pada suatu ekosistem; tanda panah menggambarkan aliran energi dan setiap huruf menandakan spesies yang berbeda.



Di antara pilihan berikut, mana yang menempatkan spesies di atas secara tepat sesuai dengan perannya dalam jaring makanan?

|    | Predator Utama | Produsen Primer | Pengurai | Konsumen Primer |
|----|----------------|-----------------|----------|-----------------|
| A. | A              | F               | E        | B               |
| B. | E              | A               | F        | D               |
| C. | F              | B               | E        | C               |
| D. | C              | F               | A        | E               |
| E. | E              | A               | F        | C               |

8. Nitrogen merupakan faktor pembatas pada ekosistem daratan karena ... **(Nilai 1)**
- Sangat jarang terdapat pada kerak bumi tetapi melimpah pada inti bumi
  - Tumbuhan tidak dapat mengikat gas nitrogen secara langsung
  - Sangat kuat terikat pada senyawa organik
  - Sangat kuat terikat pada fosfor
9. Manakah dari pernyataan berikut yang paling tepat menjelaskan apa yang terjadi pada suatu ekosistem seandainya predator utama pada ekosistem tersebut dihilangkan? **(Nilai 1)**
- Komunitas yang tersisa akan segera menyesuaikan diri dan menjadi stabil
  - Keanekaragaman ekosistem tersebut sebenarnya meningkat
  - Keanekaragaman ekosistem tersebut menurun karena terjadi peningkatan dalam kompetisi
  - Keanekaragaman ekosistem tersebut menurun karena parasit menjadi masalah utama
  - Keanekaragaman ekosistem tersebut menurun karena banyak herbivor baru yang masuk ke dalam komunitas

10. Di suatu pulau yang diperkirakan berbentuk lingkaran dengan radius 10 km, dilakukan pendugaan populasi ular dengan metode menandai dan menangkap kembali. Pada penangkapan pertama diperoleh sebanyak 210 ekor. Setelah ditandai dan dilepaskan, pada tangkapan berikutnya diperoleh 375 ekor, dan 12 ekor diantaranya memiliki tanda. Jika diasumsikan tidak terjadi emigrasi dan imigrasi, berapa kerapatan populasi ular tersebut? **(Nilai 1)**
- A. 209 individu/km<sup>2</sup>
  - B. 121 individu/km<sup>2</sup>
  - C. 375 individu/km<sup>2</sup>
  - D. 21 individu/km<sup>2</sup>
  - E. 79 individu/km<sup>2</sup>

**BIOSISTEMATIK (Nilai 10)**

1. Dari pasangan filum berikut, manakah yang memiliki hubungan kekerabatan paling dekat pada tingkat larva trochophore? (*Nilai 1*)

- A. Arthropoda dan Mollusca
- B. Annelida dan Mollusca
- C. Echinodermata dan Mollusca
- D. Annelida dan Mollusca
- E. Cnidaria dan Porifera

2. Tabel berikut menunjukkan perbandingan karakteristik sejumlah vertebrata (O-Z).

| Vertebrata | Jenis Anggota Tubuh | Cara Perkembangbiakan | Suhu Tubuh   | Kulit Tubuh       |
|------------|---------------------|-----------------------|--------------|-------------------|
| O          | Sirip               | Vivipar               | Konstan      | Licin             |
| P          | Kaki                | Ovovivipar            | Berubah-ubah | Bersisik          |
| Q          | Kaki                | Ovipar                | Konstan      | Berambut          |
| R          | Sayap               | Ovipar                | Konstan      | Berbulu           |
| S          | Tidak ada           | Ovipar                | Berubah-ubah | Licin             |
| T          | Sirip               | Ovipar                | Berubah-ubah | Bersisik          |
| U          | Kaki                | Ovipar                | Berubah-ubah | Licin             |
| V          | Tidak ada           | Ovipar                | Berubah-ubah | Bersisik          |
| W          | Kaki                | Ovipar                | Berubah-ubah | Kasar, lembab     |
| X          | Tidak ada           | Ovovivipar            | Berubah-ubah | Bersisik          |
| Y          | Sayap berselaput    | Vivipar               | Konstan      | Berambut          |
| Z          | Kaki                | Ovipar                | Berubah-ubah | Karapas, plastron |

Vertebrata manakah yang tergolong dalam kelas Amphibia, Reptilia, Aves, dan Mammalia? Berilah tanda X pada kolom yang sesuai. (*Nilai 3; @0,25*)

| Kelas    | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Amphibia |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Reptilia |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Aves     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Mammalia |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

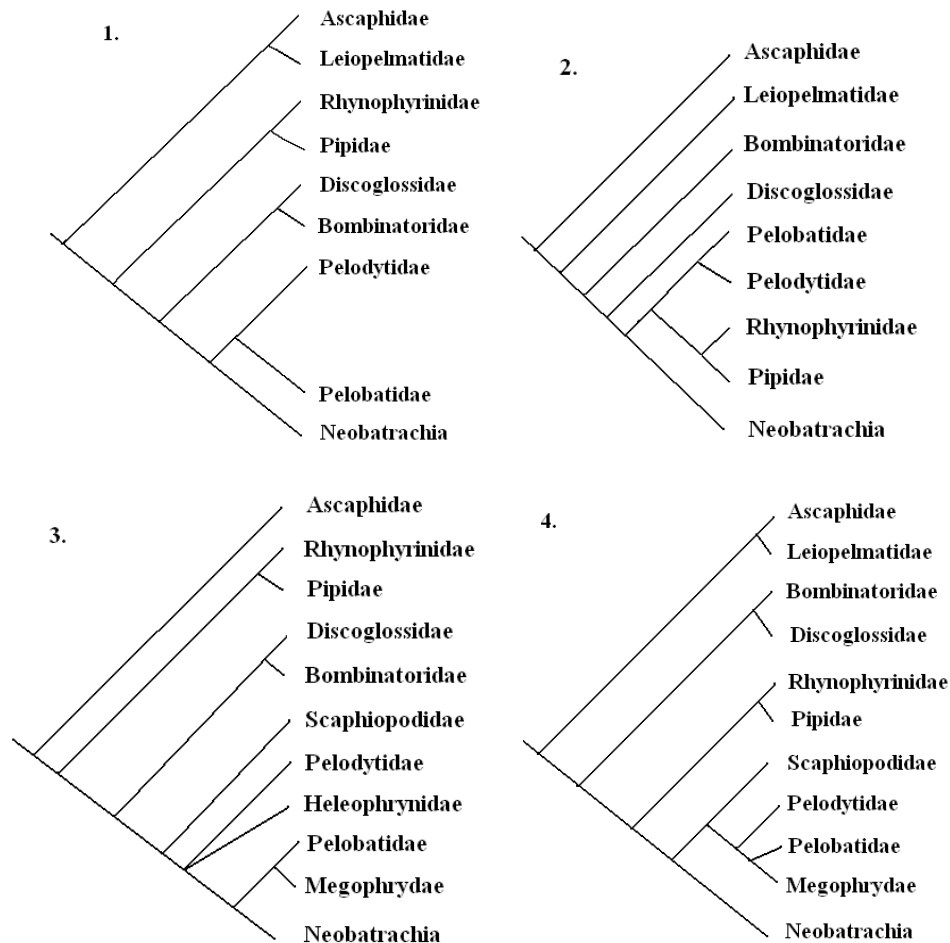
3. Manakah dari deskripsi berikut ini yang **kurang** tepat bagi Vertebrata? (*Nilai 1*)

- A. Tanduk badak berasal dari epidermis
- B. Sisik ular adalah sisik epidermal
- C. Sisik ikan adalah sisik epidermal
- D. Tanduk sapi berasal dari epidermis
- E. Sisik trenggiling adalah sisik epidermal

4. Berikut ini merupakan pendapat beberapa taksonom mengenai hubungan filogenetik Anura:

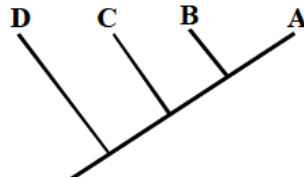
|                            | Taksonom I                                                        | Taksonom II                                                | Taksonom III                      | Taksonom IV                       |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Ascaphidae                 | Merupakan <i>sister taxa</i> dari semua Anura                     | Monofiletik dengan Leiopelmatidae                          | -                                 | Monofiletik dengan Leiopelmatidae |
| Leiopelmatidae             | Merupakan <i>sister taxa</i> dari semua Anura, kecuali Ascaphidae | Monofiletik dengan Ascaphidae                              | Tidak dipakai dalam analisis      | Monofiletik dengan Ascaphidae     |
| Discoglossidae             | Parafiletik dengan Bombinatoridae                                 | Monofiletik dengan Bombinatoridae                          | Monofiletik dengan Bombinatoridae | Monofiletik dengan Bombinatoridae |
| Bombinatoridae             | Parafiletik dengan Discoglossidae                                 | Monofiletik dengan Discoglossidae                          | Monofiletik dengan Discoglossidae | Monofiletik dengan Discoglossidae |
| Pipidae dan Rhynophrynidae | -                                                                 | Merupakan <i>sister taxa</i> dari semua non-Leiopelmatidae | -                                 | -                                 |

Pilihlah pohon filogenetik yang sesuai dengan pendapat Taksonom 2!



- A. I dan II
- B. I dan IV
- C. I dan III
- D. I
- E. IV

5. Pohon filogenetik berikut menggambarkan suatu hipotesis mengenai hubungan antara empat spesies. Spesies D merupakan outgroup yang menjadi akar dari pohon. Panjang dari cabang pohon sebanding dengan waktu evolusi. Spesies manakah yang memiliki hubungan paling erat dengan C?



- A. Species A
  - B. Species B
  - C. Species A dan B sebanding hubungannya dengan species C
  - D. Species D
  - E. Species B dan D sebanding hubungannya dengan species C
6. Pada daftar berikut ini, ciri-ciri apakah yang membedakan tumbuhan darat (*land plant*) dari ganggang Charophyta? Jawablah dengan cara memberi tanda **X** pada huruf abjad dari pilihan yang tepat! (*Nilai 2*)

|    | Karakter                                     |
|----|----------------------------------------------|
| A. | Eukaryotik                                   |
| B. | Kompleks pembuat selulosa berbentuk roset    |
| C. | Mengalami pergiliran keturunan               |
| D. | Multiseluler                                 |
| E. | Spora yang berdinding sel                    |
| F. | Berklorofil a dan b                          |
| G. | Struktur flagella “stellate”                 |
| H. | Memiliki pigmen flavonoid                    |
| I. | Menyimpan pati pada stuktur tertentu         |
| J. | Gemetangia multiseluler                      |
| K. | Memiliki enzim yang terkandung di peroksisom |
| L. | Memiliki meristem apikal                     |
| M. | Memiliki struktur fragmoplast                |