



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS**



**OLIMPIADE SAINS NASIONAL
BIOLOGI**

*Test Seleksi Calon Peserta
International Biology Olympiad (IBO) 2017*

**16 – 21 Mei 2016
Palembang, Sumatera Selatan**

**TES TEORI - BAGIAN A
LEMBAR PERTANYAAN**

Total Point: 50
Waktu: 180 Menit



www.tobi.or.id

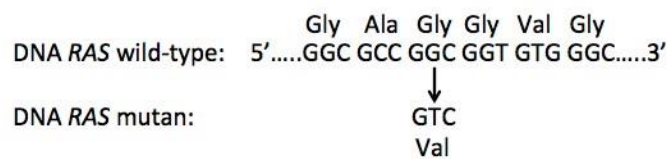
PETUNJUK

- **Bacalah petunjuk** pengerjaan soal dengan baik.
- Tuliskan nama, asal sekolah, dan nomor peserta pada lembar pertanyaan.
- Tuliskan identitas (nama dan nomor peserta) pada lembar jawaban komputer (LJK) yang telah disediakan.
- Setiap pertanyaan berisi **empat pernyataan** yang mengindikasikan **Benar (B)** atau **Salah (S)**
 - Jika menjawab **semua pernyataan** dengan benar, maka akan mendapatkan nilai 1
 - Jika menjawab **tiga pernyataan** dengan benar, maka akan mendapatkan nilai 0,6
 - Jika menjawab **dua pernyataan** dengan benar, maka akan mendapatkan nilai 0,2
 - Jika hanya menjawab **satu pernyataan** benar, maka anda tidak akan mendapatkan nilai (0)
- Tidak ada sistem minus
- **Hitamkan jawaban yang benar pada Lembar Jawaban Komputer (LJK).** Gunakan pensil 2B. Jika jawaban yang anda pilih dirasa kurang tepat, maka hapuslah jawaban sebelumnya dan bulati jawaban yang benar.
- Anda boleh menggunakan kalkulator.

☸SELAMAT BEKERJA ☸

BIOLOGI SEL DAN MOLEKULER

1. Gen *RAS* mengkode protein sinyaling yang mampu menghidrolisis GTP menjadi GDP. Ketika terikat dengan GDP, protein *RAS* menjadi inaktif, sedangkan ketika terikat pada GTP, protein *RAS* mengaktifkan protein target sehingga menyebabkan sel terstimulasi secara aktif untuk membelah dan tumbuh. Suatu mutasi tunggal menghasilkan protein mutan yang secara konstitutif aktif, yang menyebabkan proliferasi sel secara kontinyu. Mutasi seperti ini memegang peranan dalam pembentukan kanker. Anda telah mengklon gen *RAS wild-type* dari mencit dan ingin menciptakan gen mutan untuk mempelajari aktivitas biologi secara *in vitro* dan pada mencit transgenik. Tentukan apakah pernyataan di bawah ini benar atau salah.

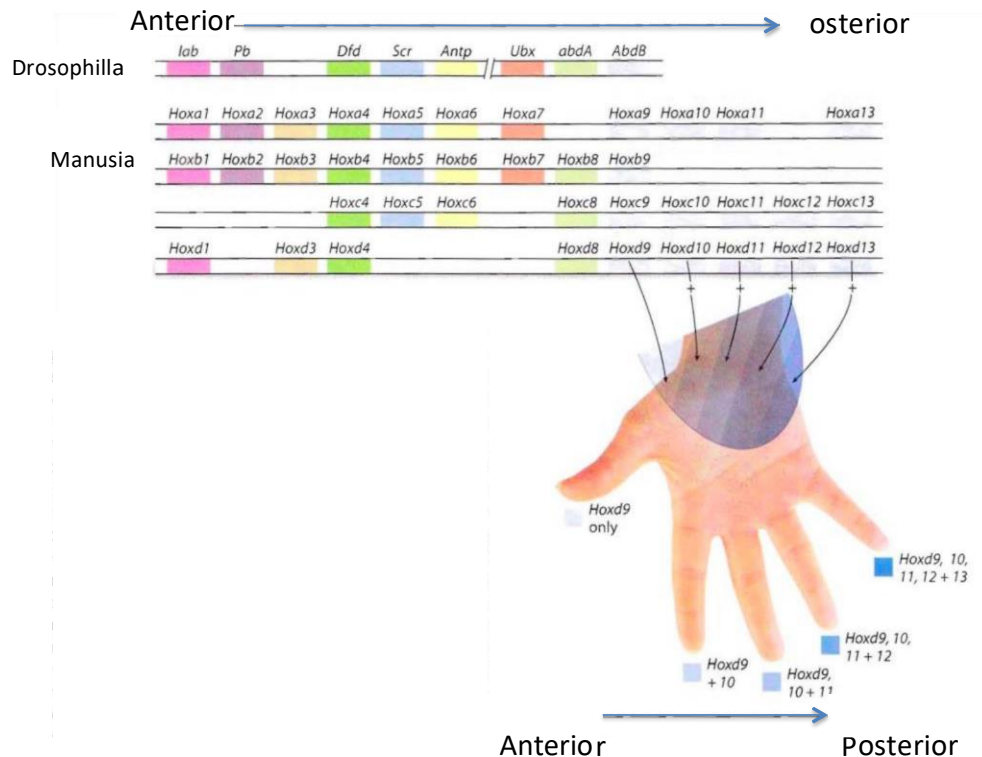


- A. Urutan gen mutan dapat dikonstruksi melalui *site-directed mutagenesis*.
- B. Studi secara *in vivo*, gen versi wild-type dapat diintroduksi ke lokasi kromosom endogenous.
- C. Dapat dilakukan mutasi poin melalui teknik *DNA repair* pada genom dan menghilangkan marker *selectable* menggunakan sistem *Cre-Lox*.
- D. Pembuatan alel *loss-of-function* lebih mudah daripada membuat mutasi *gain-of-function*.
2. Seorang peneliti menginfeksi kultur *E. Coli* dengan suatu *bacteriophage*. Sebagian besar sel dari percobaan ini mengalami lisis dan hanya sebagian kecil yang bertahan (*survived*), yaitu sekitar 1×10^{-4} dari jumlah sel awal. Ia penasaran berasal darimanakah sel resisten *bacteriophage* tersebut. Apakah sel resisten muncul akibat infeksi *bacteriophage* atau memang telah hadir sebelumnya didalam kultur. Untuk mengkonfirmasi hal tersebut, ia mengatur suatu eksperimen dengan menyiapkan tiga replika *plating* dari populasi koloni *E. coli* awal dan kemudian menambahkan volume tertentu larutan suspensi virus pada ketiga *plate* supaya kultur dapat diinfeksi oleh *bacteriophage* dan kemudian diamati kondisi *plate* akhirnya.

Tentukanlah benar atau salahnya pernyataan-pernyataan terkait hasil yang mungkin dari percobaan di atas dan informasi lainnya.

- A. Percobaan *replica plating* dilakukan untuk menduplikasi/triplikasi hasil percobaan paparan suatu kultur *E.coli* dengan *bacteriophage*.
- B. Resistensi muncul akibat induksi dari virus apabila hasil pengamatan lisis koloni di *plate* agar memiliki pola/posisi area lisis yang sama.
- C. Perubahan urutan asama amino pada suatu protein permukaan *E. coli* kemungkinan dapat menjadi salah satu faktor resistensi relatif bakteri tersebut terhadap *bacteriophage*.
- D. Resistensi muncul akibat telah adanya koloni bakteri yang resisten sebelumnya jika hasil pengamatan lisis koloni di beberapa replika *plating* cenderung berbeda satu dengan yang lainnya.

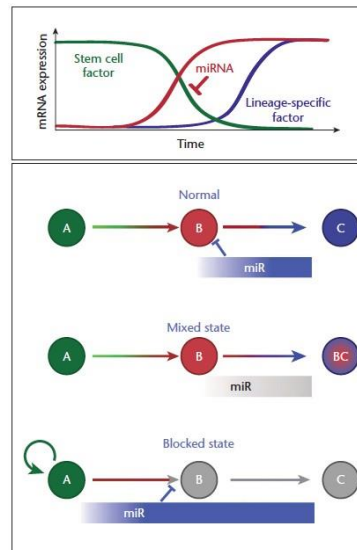
3. Gen-gen *Hoxd9-13* dianggap sebagai gen penyepesifik identitas digit seperti pada gambar di bawah ini.



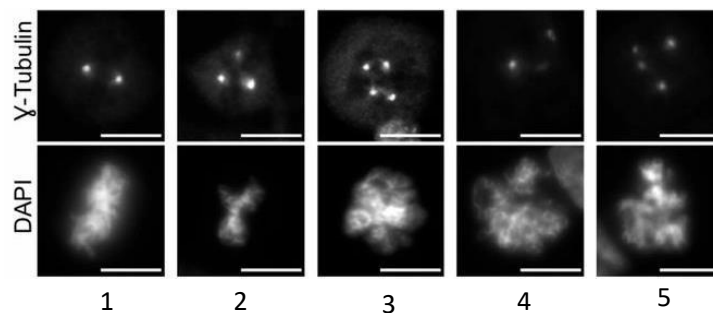
Tentukan apakah pernyataan di bawah ini benar atau salah.

- Gen *Hoxd9-Hoxd13* diekspresikan pada bagian paling ventral dari mencit.
 - Gen yang pertama kali diekspresikan adalah *Hoxd9* diikuti *Hoxd10*, *Hoxd11*, *Hoxd12* dan *Hoxd13*.
 - Ular tidak memiliki kaki depan karena pergeseran ekspresi gen *Hoxd9* dan *Hoxd10* sampai pada bagian kepala ular.
 - Eksprei ektopik gen-gen *Hoxd* tidak menyebabkan transformasi identitas digit pada sumbu dorsoventral.
4. Tentukanlah benar atau salahnya pernyataan-pernyataan di bawah ini terkait dengan adaptasi molekuler mikroorganisme psikrofilik.
- Bagian interior protein kaya akan asam amino hidrofobik yang dapat meningkatkan fleksibilitas daerah katalitik berbagai enzim dari organisme ini.
 - Banyaknya jumlah gen dengan fungsi antioksidan yang ditemukan pada bakteri psikrofilik, seperti gen-gen untuk enzim katalase dan *superoxide dismutase*, kemungkinan dikarenakan kebutuhan adaptasi molekuler bakteri ini untuk dapat bertahan hidup di lingkungan dengan kadar oksigen terlarut yang relatif lebih tinggi.
 - Kehadiran asam lemak tidak jenuh dan sejumlah pigmen seperti karotenoid di membran lipid membantu meningkatkan viskositas membran tersebut pada kondisi lingkungan dengan temperatur rendah.
 - Kehadiran vesikel intraseluler meningkatkan volume sitosol dan sekaligus mempercepat laju difusi molekul melintasi sel.

5. Gambar di bawah ini menunjukkan peranan microRNA (miRNA).

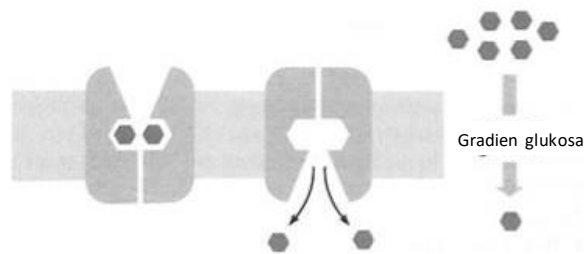


- miRNA banyak berperan pada tahap perkembangan organisme.
 - Ekspresi yang salah dari miRNA yang memediasi transisi memiliki potensi untuk berperan dalam tumorigenesis.
 - Jika miRNA yang mendegradasi faktor diferensiasi secara prematur diekspresikan, maka dapat sel punca akan terpelihara dan dapat menyebabkan kanker.
 - Jika miRNA gagal mendegradasi targetnya, maka akan terjadi diferensiasi sel yang sesuai.
6. Hasil penelitian di bawah ini menunjukkan pengaruh *hydroxyurea* (HU) dosis rendah pada mitosis sel *wild-type*. Kolom ke-1 menunjukkan sel *wild-type* tanpa perlakuan dengan HU, kolom ke-2 sampai 5 merupakan sel yang diberi HU. HU menyebabkan lambatnya pergerakan garpu replikasi pada sel *wild-type*.



- HU menyebabkan sentrosom supernumerari.
- Pengamatan dilakukan pada tahap metafase.
- HU dapat menyebabkan sel terarestasi pada fase G1.
- γ -tubulin dapat digantikan oleh *centrobin*.

7. Suatu model atau diagram untuk menggambarkan uniporter yang mampu memediasi transpor pasif glukosa ke arah konsentrasi yang lebih kecil ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Apabila anda ingin mengubah diagram tersebut menjadi diagram yang mampu mengkonversi transporter menjadi pompa yang mentranspor glukosa melawan gradien konsentrasi, maka tentukan benar atau salahnya pernyataan di bawah ini.



- A. Dibutuhkan ATP di dalam suatu siklus perubahan konformasi yang dibutuhkan untuk mendorong transport glukosa melawan konsentrasinya.
 - B. ATP mendonasikan gugus fosfat pada transporter hanya ketika glukosa berikatan dengan bagian luar dari membran.
 - C. Pengikatan dengan glukosa memberikan sinyal ke kinase dimana transporter siap untuk difosforilasi.
 - D. Pengikatan dengan fosfat akan memicu perubahan konformasi, sehingga transporter dapat menangkap glukosa dan mendedahkannya ke bagian luar membran.
8. Di penghujung abad ke 19, Robert Koch mengusulkan suatu postulat yang sangat terkenal tentang bagaimana mengkonfirmasi peranan suatu mikroorganisme dalam menyebabkan penyakit atau infeksi tertentu. Suatu agen *infectious* seperti mikroorganisme haruslah dapat diisolasi dari individu yang terinfeksi, dapat dikultur pada suatu medium pertumbuhan, dapat menyebabkan infeksi berikutnya ketika kultur murni mikroorganisme tersebut dipaparkan ke individu sehat, dan pada akhirnya kultur dapat diisolasi kembali dari individu terinfeksi yang baru. Pengujian postulat ini pada berbagai kasus penyakit terbukti benar. Bagaimanapun, terdapat sejumlah pengecualian untuk kasus lainnya dimana Postulat Koch tidak sepenuhnya dapat dipenuhi.

Tentukanlah mana diantara pernyataan di bawah ini yang benar atau salah terkait sejumlah kasus yang tidak memenuhi prosedur konfirmasi agen biologis penyebab infeksi berdasarkan ide Postulat Koch.

- A. Beberapa agen penginfeksi tidak dapat diisolasi dan ditumbuhkan dimedium pertumbuhan dikarenakan agen penginfeksi tersebut hidup didalam sel inangnya
- B. Sejumlah agen penginfeksi bersifat oportunistis dan hanya menyebabkan penyakit pada individu-individu tertentu yang mengalami penurunan imunitas
- C. Sejumlah mikroba penginfeksi kemungkinan telah dieliminasi oleh sistem imun suatu individu namun masih dapat menyebabkan penyakit dikarenakan masih adanya efek dari toksin yang sebelumnya dilepaskan oleh mikroba tersebut
- D. Sejumlah agen penginfeksi merupakan *unculturable culture*.

9. Hasil transkrip DNA mitokondria *Trypanosoma* dapat mengalami proses editing pada sejumlah tempat di urutan basanya. Proses editing tersebut terjadi lewat bantuan suatu *guide* RNA. Di bawah ini ditampilkan diagram proses editing mRNA mitokondria dari *trypanosoma* dan hasilnya.

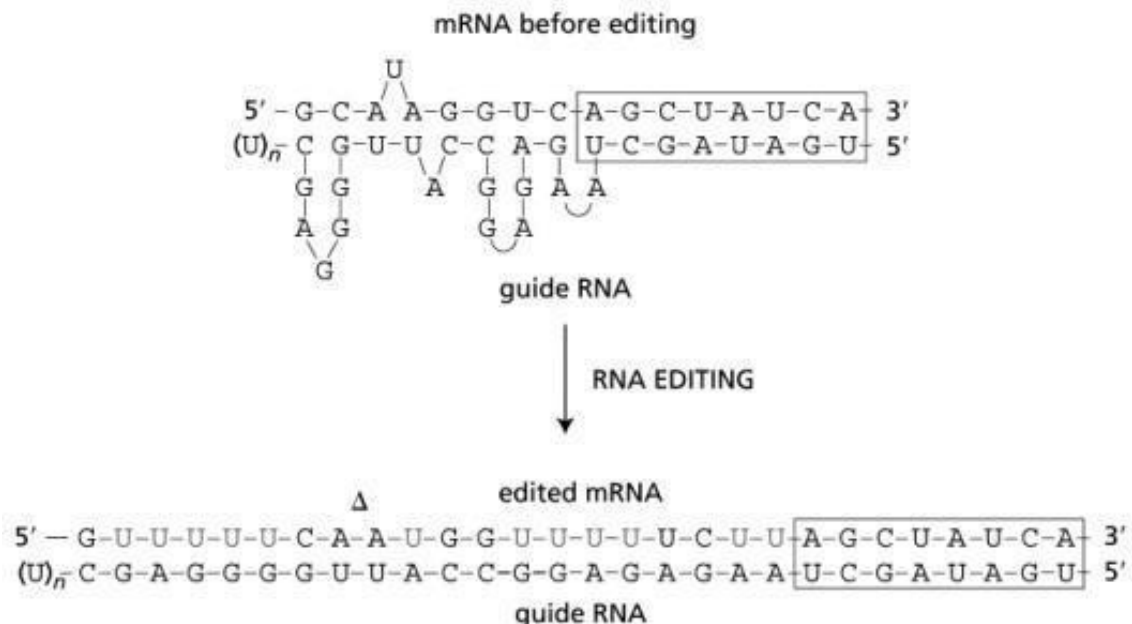
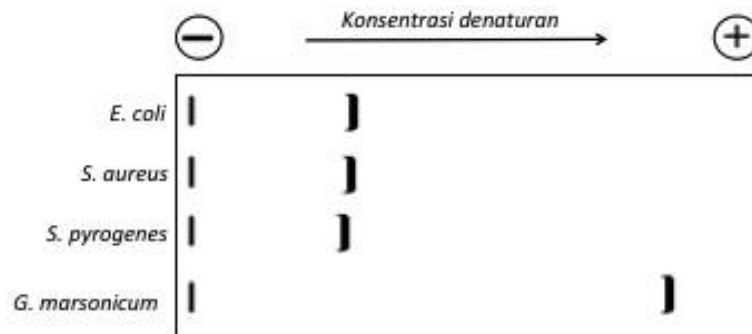
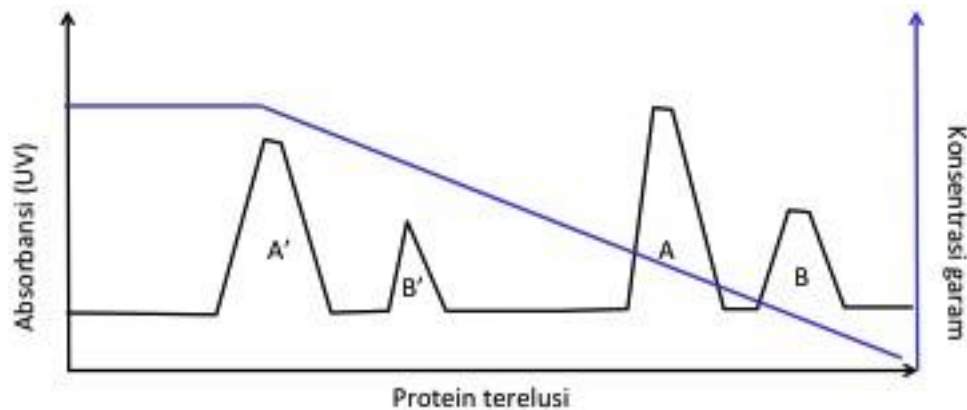


Figure 3. RNA editing of mitochondrial transcripts in trypanosomes. Only a small portion of the pre-edited RNA is shown, whereas most of the guide RNA is shown, except for its 3' end, which consists of a string of U nucleotides (Un).

- A. mRNA editing pada *sequence* nukleotida 5'-GCACAGGCUCUCGAGCUAUCA-3' akan menghasilkan produk akhir (edited mRNA) dengan urutan 5'-GUUUUUCAAUGGCUUCUCUUAGCUAUCA-3'.
- B. tRNA merupakan contoh lain dari RNA seluler yang mengalami proses RNA editing.
- C. *Guide* RNA mengenali urutan spesifik pada suatu mRNA untuk membantu mengidentifikasi mRNA target yang akan mengalami proses *editing*.
- D. Proses *RNA editing* dapat diamati ditahapan awal modifikasi RNA seluler pada jalur yang dibantu oleh sistem CRISPR/Cas9.
10. Seorang astrobiologis NASA meneliti sampel sel prokariot yang berasal dari planet Mars dan menamainya *Gomargacterium marsonicum*. Untuk mengidentifikasi sel prokariot ini, ia mencoba melakukan uji materi genetik menggunakan teknik *denaturing gradient gel electrophoresis* (DGGE), di mana pada gel terdapat gradien konsentrasi zat denaturan yang menyebabkan perbedaan tingkatan denaturasi (pelelehan) DNA meskipun panjang basanya sama. Sampel diperoleh menggunakan teknologi PCR terhadap gen 16S rRNA dari *G. marsonicum* serta beberapa bakteri lainnya. Hasil yang diperoleh tertera pada gambar di bawah.



Untuk melengkapi data karakterisasi mikrobanya, astrobiologis tersebut juga melakukan analisis proteomik dengan memetakan sifat keterlarutan protein seluler menggunakan metode kromatografi interaksi hidrofobik (HIC). Pada metode ini protein-protein yang diisolasi dari bakteri *G. marsonicum* diberi perlakuan *salting out* dan akan menempel pada matrix lalu perlahan konsentrasi garam diturunkan. Kontrol percobaan menggunakan sampel protein seluler yang diperoleh dari sel *E. coli*. Hasil eksperimennya ditampilkan pada gambar di bawah ini.



Ket: Tanda ' menandakan protein berasal dari *G. marsonicum*

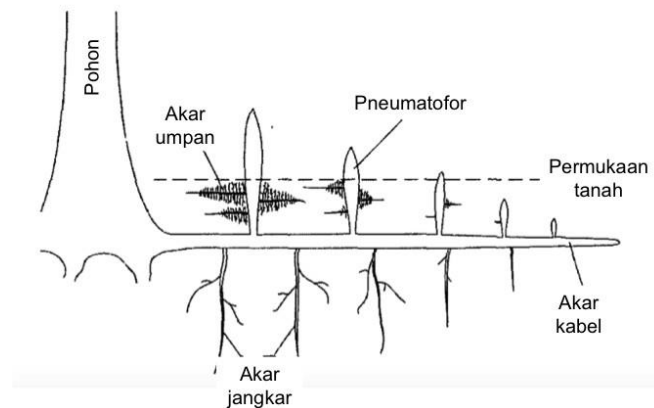
Astrobiologis tersebut kemudian menunjukkan data penelitiannya ke kepala lab sistematika mikrobiologi dan sistematika molekuler NASA. Ia cukup terkejut mengetahui kepala lab tersebut ternyata meragukan hasil isolasi bakterinya dan menyarankan ia untuk melakukan studi lanjutan untuk mengkonfirmasi bakterinya bukan merupakan sampel kontaminan yang diperoleh dari bumi.

Berdasarkan serangkaian informasi diatas, tentukanlah apakah pernyataan berikut ini benar atau salah!

- Hasil positif amplifikasi sampel DNA *G. marsonicum* dengan beberapa penanda molekuler lainnya akan meningkatkan dugaan bahwa mikroorganisme tersebut berasal dari luar bumi.
- DNA *G. marsonicum* akan lebih sulit diamplifikasi dengan PCR.
- G. marsonicum* kemungkinan ditemukan di kawasan kanal purba yang tersebar di permukaan planet mars.
- Protein berasal dari *E. coli* akan lebih mudah larut pada air dibanding *G. marsonicum*.

ANATOMI DAN FISILOGI TUMBUHAN

11. Tumbuhan bakau *Sonneratia alba* memiliki kemampuan untuk membentuk akar napas (pneumatofor) yang mengarah ke atas dan muncul dari permukaan tanah. Dua orang peneliti telah mengamati struktur akar dari tumbuhan tersebut dan menggambarannya sebagaimana gambar berikut ini.

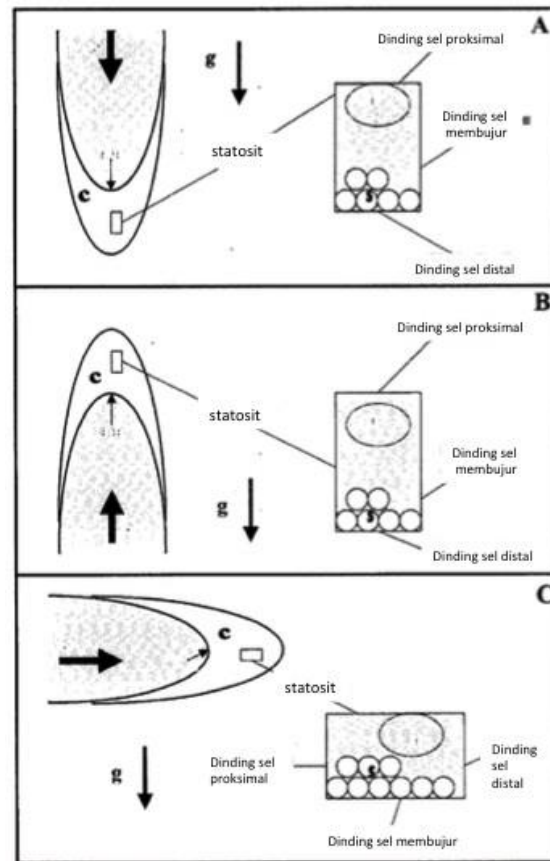


Kemudian kedua peneliti tersebut mengukur statosit (kolumella) dan menghitung statolith (amiloplast) di dalamnya. Data yang diperoleh disajikan dalam tabel berikut ini. Nilai dengan huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji ANOVA.

Parameter	Akar umpan	Akar jangkar	Pneumatofor	Akar kabel
Panjang statosit (mm)	37,6±6,33 ^b	2876±4,76 ^a	45,9±6,74 ^c	39,3±2,78 ^b
Lebar statosit (mm)	16,1±3,69 ^a	14,6±2,05 ^a	19,5±3,67 ^b	18,7±3,26 ^a
Luas statosit (mm ²)	624,1±232,59 ^b	419,3±79,09 ^a	921,8±6,33 ^d	729,5±166,17 ^c
Jumlah statolith/statosit	14,9±2,83 ^a	20,7±3,04 ^b	15,2±6,02 ^a	25,5±4,42 ^c
Diameter statolith (mm)	2,4±0,36	2,1±0,61	1,7±0,63	3,4±0,68

Nilai merupakan rata-rata ± standart error (SE) dengan n =50.

Kemudian dilakukan pengamatan pada sedimentasi dan posisi statolith dari akar jangkar, pneumatofor dan akar kabel. Hasil pengamatannya disajikan secara berurutan pada gambar berikut ini.



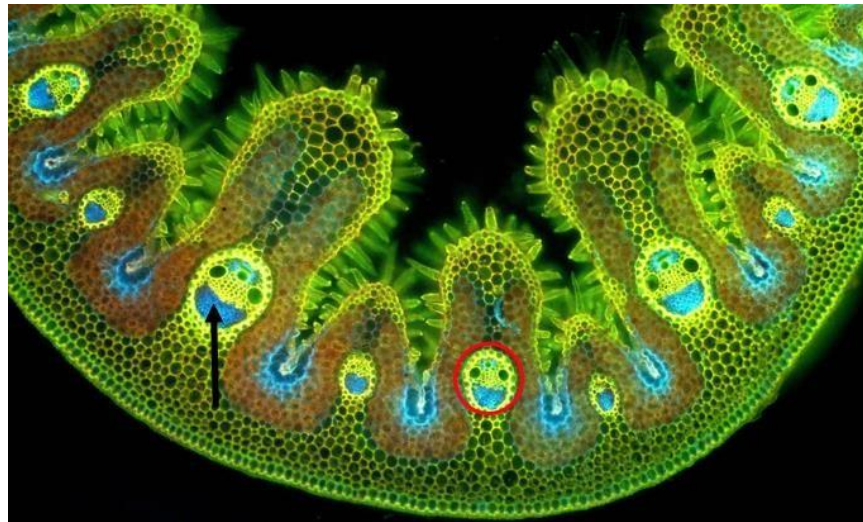
Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- A. Luas area statosit berbanding lurus dengan respon gravitropisme positif
 - B. Sedimentasi dan posisi statolith selalu direspon dengan gravitropisme positif
 - C. Tingkat kerapatan statolit dapat dikaitkan dengan kepekaan tumbuhan bakau terhadap gravitasi
 - D. Akar napas tumbuhan bakau mencerminkan respon terhadap gravitasi sebagaimana akar gantung tanaman anggrek
12. Tanaman air memiliki kemampuan beradaptasi dengan lingkungan yang sangat beragam. Diantara bentuk adaptasi tanaman tersebut adalah tanaman terendam, mengapung maupun tanaman tegak yang hidup di rawa.

Berdasarkan bentuk adaptasi di di atas, tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

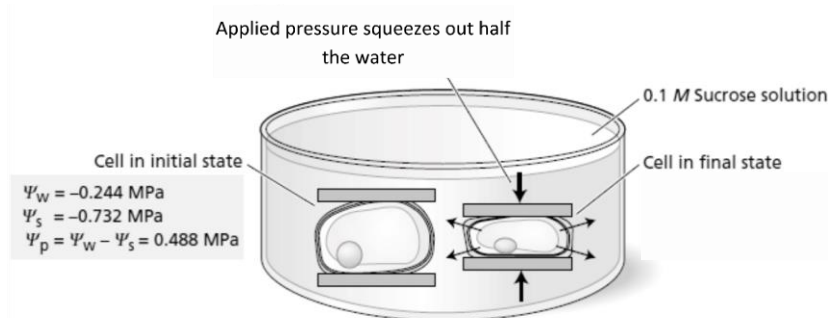
- A. Tanaman yang terendam air umumnya memiliki daun yang berukuran lebar.
- B. Akar tanaman yang terendam air memiliki rambut akar yang sangat banyak untuk absorpsi air.
- C. Pada tanaman yang mengapung di permukaan air, kloroplas terkonsentrasi pada permukaan adaksial.
- D. Tanaman yang mengapung di air menghasilkan kutikula yang tebal untuk menjaga supaya stomata tetap terbuka.

13. Gambar berikut menunjukkan penampang melintang organ yang berasal dari tanaman Angiospermae.



Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. Sayatan tersebut berasal dari organ daun monokotil.
 - B. Tanda panah pada gambar di atas menunjukkan jaringan xylem.
 - C. Tumbuhan teradaptasi pada lingkungan berair.
 - D. Lingkaran merah menunjukkan satu ikatan pembuluh yang terdiri dari floem, xilem dan kambium pembuluh.
14. Potensial osmotik adalah konsep yang penting dalam transport air dan mineral pada tanaman. Misalkan, suatu sel tumbuhan dengan konsentrasi zat terlarut tertentu dimasukkan ke dalam larutan sukrosa 0,1 M dan diberi gaya tekan tertentu sehingga setengah volume air yang ada di dalam sel berkurang.



Pada gambar di atas ditampilkan nilai potensial air (Ψ_w), potensial osmotik (Ψ_s), dan potensial tekanan (Ψ_p), dari sel setelah dimasukkan ke dalam larutan sukrosa 0,1 M sebelum diberi gaya tekan.

Berdasarkan informasi tersebut, tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. Potensial osmotik sel setelah diberi gaya tekan adalah -1,46 MPa.
- B. Potensial tekanan sel setelah diberi daya tekan adalah 1,22 MPa.
- C. Potensial air sel setelah diberi gaya tekan adalah -0,24 MPa.
- D. Konsentrasi zat terlarut dalam sel (c_s) setelah diberi gaya tekan adalah 0,10 M (dengan asumsi $i = 1$, konstanta gas = $0,008 \text{ MPa mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ dan suhu 25°C ($\Psi_s = -iRTc_s$).

15. Tanaman tebu varietas NXI-4T merupakan salah satu produk rekayasa genetika yang prosesnya dilakukan di Indonesia. Tanaman tersebut menyimpan gen *betA* dari bakteri *Rhizobium meliloti* yang menyandi protein *choline dehydrogenase* (CDH). Protein tersebut mengkatalisis reaksi oksidasi kolin menjadi betain-glisin.

Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah berkaitan dengan sifat unggul yang diharapkan pada tanaman tersebut.

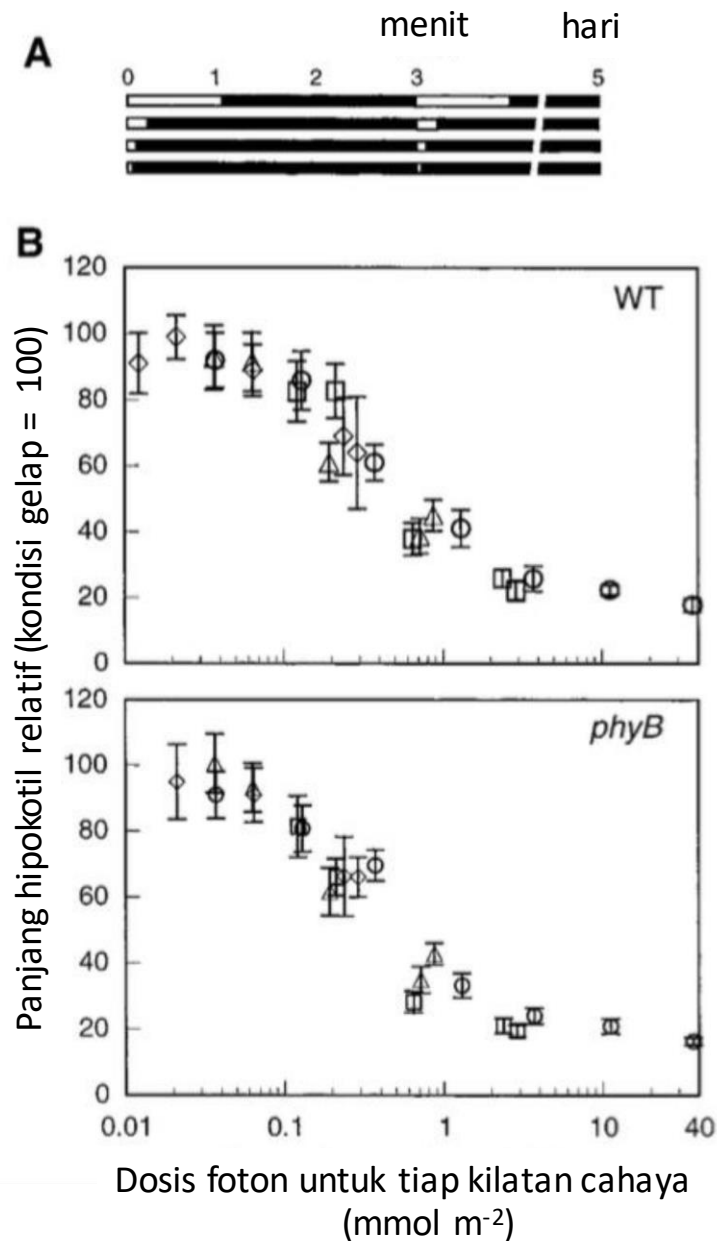
- A. Sel-sel akar tanaman tersebut memiliki potensial osmotik yang lebih tinggi dari pada sel-sel akar tanaman *wild type* saat keduanya ditanam di daerah kering.
 - B. Air lebih banyak masuk ke sel-sel akar tanaman tersebut dibandingkan ke sel-sel akar tanaman *wild type* saat keduanya ditanam di daerah dengan kadar garam tinggi.
 - C. Tanaman tersebut lebih rentan terhadap cekaman kering saat musim kemarau panjang dibandingkan *wild type*.
 - D. Tanaman tersebut lebih tahan/toleran terhadap cekaman kering saat musim kemarau panjang dibandingkan *wild type*.
16. Pada suatu hari seorang siswa menemukan tumbuhan liar yang memiliki morfologi seperti gambar di bawah ini.



Tentukan apakah pernyataan di bawah ini benar atau salah.

- A. Struktur pada gambar tersebut dimiliki oleh tumbuhan dikotil.
- B. Tumbuhan tersebut memiliki susunan daun tersebar.
- C. Struktur anak daun teramati pada tumbuhan tersebut.
- D. Struktur buah teramati pada tumbuhan tersebut.

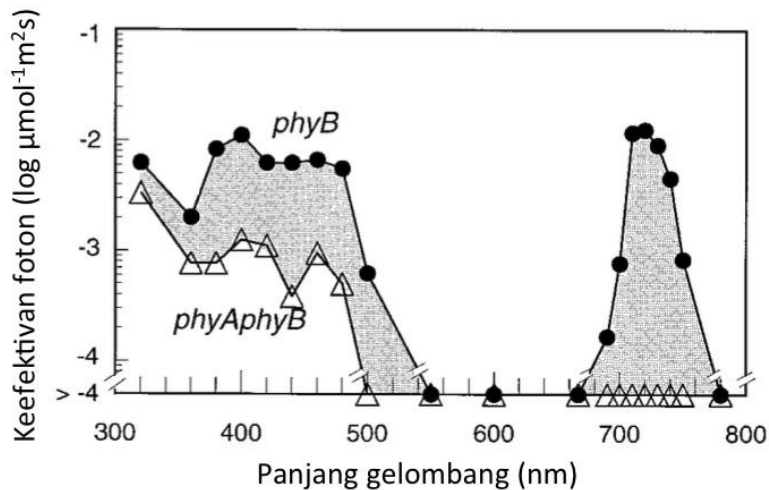
17. Dosis foton direspon secara berbeda oleh tumbuhan. Sekelompok peneliti dari Jepang telah mengamati respon fotomorfogenesis yang diperantarai oleh fitokrom pada tanaman *Arabidopsis*. Respon fotomorfogenesis yang diamati adalah pemanjangan hipokotil.



Gambar 1. Respon pemanjangan hipokotil

Gambar 1A menunjukkan rentang pemberian cahaya merah jauh dengan kilatan 1 detik, 3 detik, 10 detik dan 60 detik (terang = cahaya, arsir hitam = gelap) yang diulangi sampai 5 hari perlakuan.

Gambar 1B menunjukkan respon pemanjangan hipokotil dari empat perlakuan kilatan cahaya tersebut (1 detik = $\diamond$; 3 detik = Δ ; 10 detik = $\square$ dan 60 detik = $\circ$) pada tanaman *wild type* (WT) dan tanaman mutan fitokrom b (*phyB*).

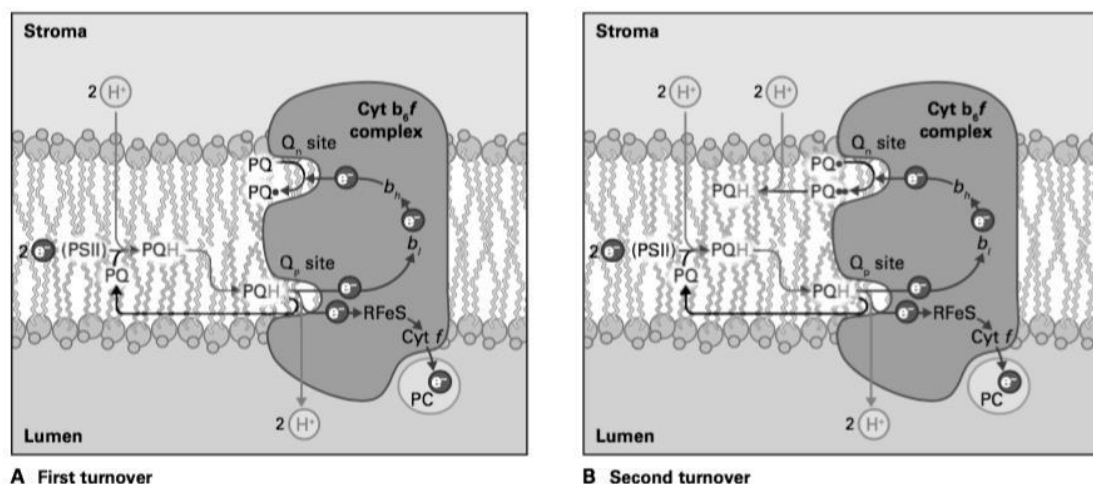


Gambar 2. Spektrum kerja inhibisi pemanjangan hipokotil

Gambar 2 menunjukkan dosis foton yang diperlukan untuk menghambat 20% pemanjangan hipokotil pada tanaman mutan fitokrom B (*phyB*) dan tanaman mutan ganda fitokrom A dan B (*phyAphyB*).

Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- A. Pemanjangan hipokotil merupakan respon yang diperantarai oleh fitokrom B (PHYB).
 - B. Pemanjangan hipokotil merupakan respon yang diperantarai oleh fitokrom A (PHYA).
 - C. Pemanjangan hipokotil merupakan respon yang muncul karena pemberian dosis sinar merah jauh yang tinggi (HIR).
 - D. Pemanjangan hipokotil merupakan respon yang muncul karena pemberian dosis sinar merah jauh yang rendah (LFR).
18. Pemompaan proton dari stroma ke lumen tilakoid melibatkan rantai transport elektron (RTE) dari fotosistem (PS) II ke plastokuinon. Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan siklus plastokuinon (*Q-cycle*) pada RTE yang menjadi perantara terciptanya gradien proton antara lumen tilakoid dan stroma.



Tentukan apakah pernyataan di bawah ini benar atau salah.

- A. Setiap molekul plastokuinon (PQ) dapat membawa empat proton ke lumen tilakoid
- B. Plastokuinon menerima elektron dari kompleks sitokrom (Cyt) b_6f dan meneruskannya ke plastosianin
- C. Setiap molekul H_2O yang dipecah mendonorkan sebanyak dua elektron pada rantai transport elektron
- D. Mekanisme pemompaan proton pada fosforilasi siklik melibatkan kompleks sitokrom (Cyt) b_6f

ANATOMI DAN FISILOGI HEWAN

19. Laju aliran darah pada sistem peredaran darah dirumuskan sebagai berikut:

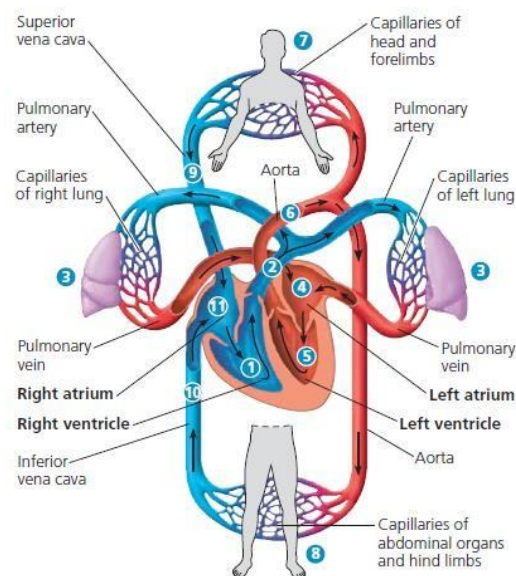
$$F = \Delta P / R$$

F = Laju aliran darah

ΔP = Perbedaan tekanan

R = Resistensi

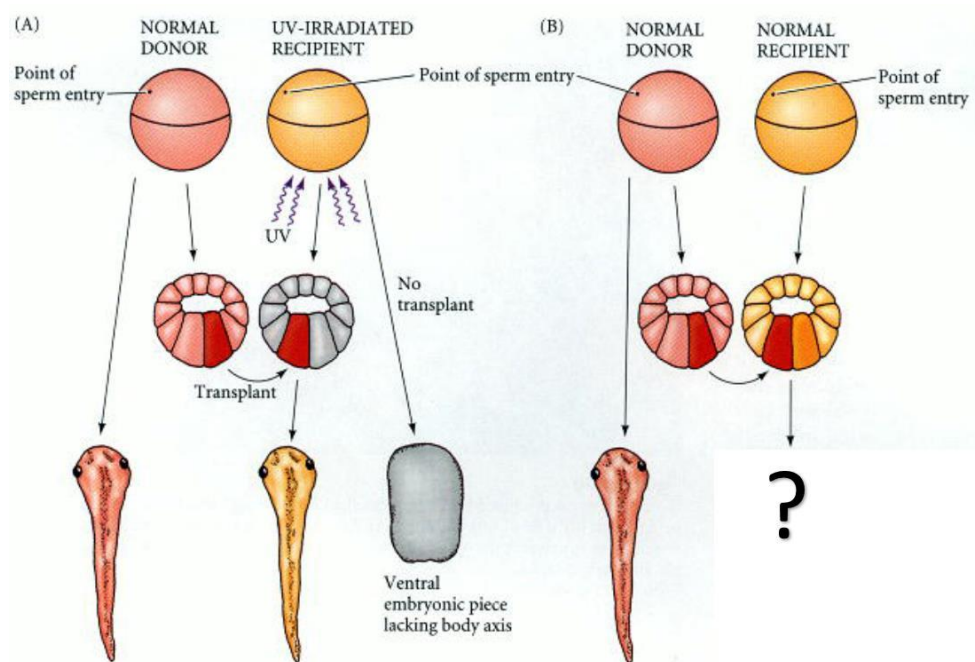
Gambar di bawah menunjukkan sistem peredaran darah pada manusia. Pada manusia normal, volume darah yang mengalir ke sistem sistemik sama dengan volume darah yang mengalir ke sistem pulmoner.



Tentukan pernyataan berikut ini benar atau salah!

- A. Bilik kiri jantung harus menghasilkan tekanan yang lebih besar dari pada bilik kanan jantung agar darah yang mengalir ke sistem sistemik sama dengan darah yang mengalir ke sistem pulmoner.
- B. Resistensi pembuluh darah sistem sistemik lebih tinggi dari resistensi pembuluh darah sistem pulmoner.
- C. Aliran darah ke sistem sistemik dan pulmoner akan tetap normal apabila miokardium ventrikel kanan lebih tebal dari ventrikel kiri.
- D. Tekanan darah di arteri paling tinggi, sedangkan tekanan darah di kapiler paling rendah.

20. Gimlich and Gerhart (1984) melakukan percobaan transplantasi kutub vegetal dari embrio *Xenopus* pada fase 64 sel. Hasil dari percobaan tersebut adalah sebagai berikut:

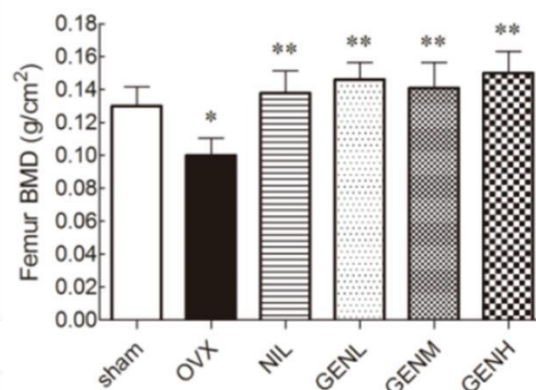


Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah!

- Sumbu dorsal dan ventral pada embrio *Xenopus* ditentukan oleh lokasi masuknya sperma pada saat fertilisasi.
 - Sel-sel vegetal yang terletak bersebrangan dengan sisi masuknya sperma memiliki kemampuan untuk menginduksi terbentuknya bagian dorsal dari embrio.
 - Embrio yang diberi tanda tanya (?) memiliki satu badan dan dua kepala.
 - Bibir dorsal blastoporus pada *Xenopus* diinduksi oleh sel-sel pada kutub vegetal.
21. Miao et al. (2012) melakukan penelitian mengenai pengaruh ovarioktomi (**OVX**) dan pemberian *phytoestrogen* (genistein (**GEN**) dan Nilestriol (**NIL**)).

Pada penelitian tikus dibagi menjadi enam kelompok dengan perlakuan sebagai berikut:

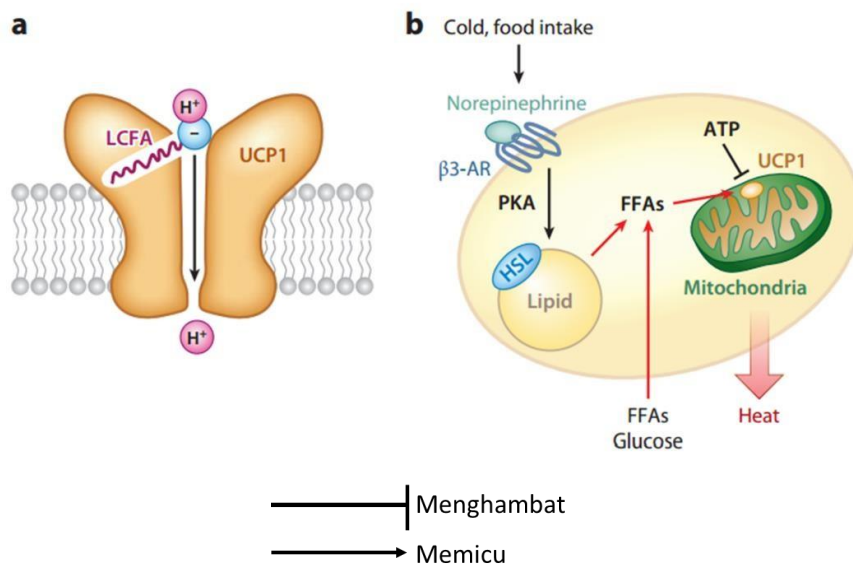
- Sham merupakan kelompok tikus yang dioperasi tanpa pengilangan organ
- OVX merupakan kelompok tikus yang di ovarioktomi
- NIL merupakan kelompok OVX yang diberi nilestriol
- GENL merupakan kelompok OVX yang diberi ginestein kadar rendah
- GENM merupakan kelompok OVX yang diberi ginestein kadar sedang
- GENH merupakan kelompok OVX yang diberi ginestein kadar tinggi



•

- ja
-
- us
-
- ya

22. Gambar di bawah menunjukkan proses yang terjadi pada salah satu jenis lemak yang ada di dalam tubuh.



(Sumber: Kajimura and Saito, 2013)

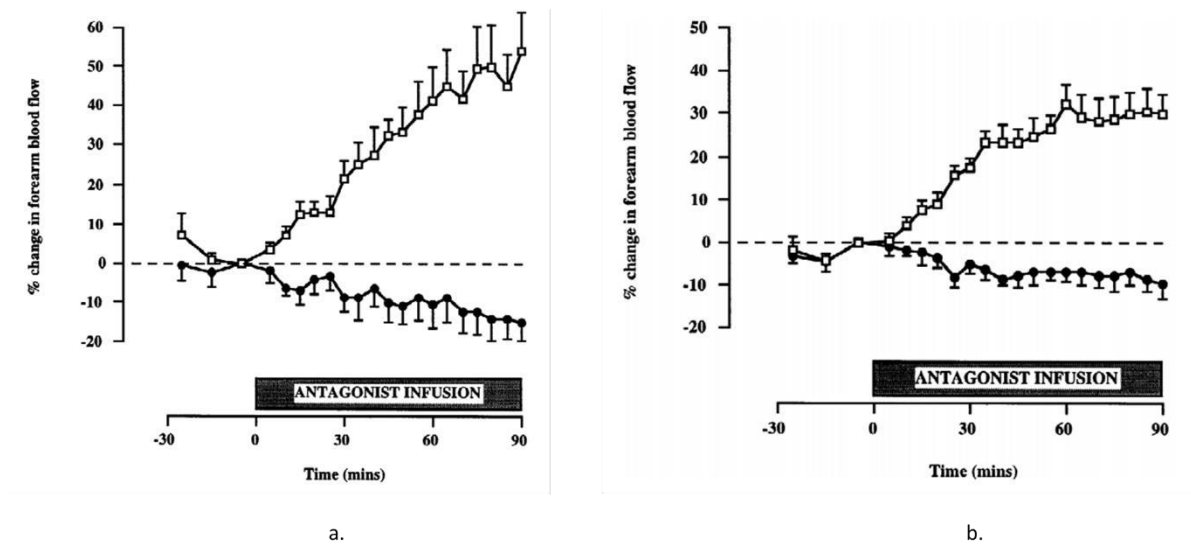
- Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini.
- Sel-sel lemak diatas berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi cadangan.
 - Sel-sel lemak diatas banyak di temukan di bawah permukaan kulit ataupun di area perut dan berperan dalam mencegah kehilangan panas tubuh ke lingkungan.
 - Sel-sel lemak diatas berperan mempertahankan suhu tubuh pada saat hewan melakukan hibernasi musim dingin.
 - Peningkatan populasi sel-sel lemak jenis di atas dapat mencegah terjadinya obesitas.
23. Pengukuran kadar hormon di dalam plasma dapat dipergunakan untuk mengetahui penyebab gejala hipertiroidisme. Berikut ini adalah kadar hormon tiroksin (TH) dan *tiroid stimulating hormone* (TSH) dari tiga pasien yang menunjukkan gejala hipertiroidisme.

Pasien	Kadar TH	Kadar TSH
Pasien I	Tinggi	Rendah
Pasien II	Tinggi	Tinggi
Pasien III	Normal	Normal

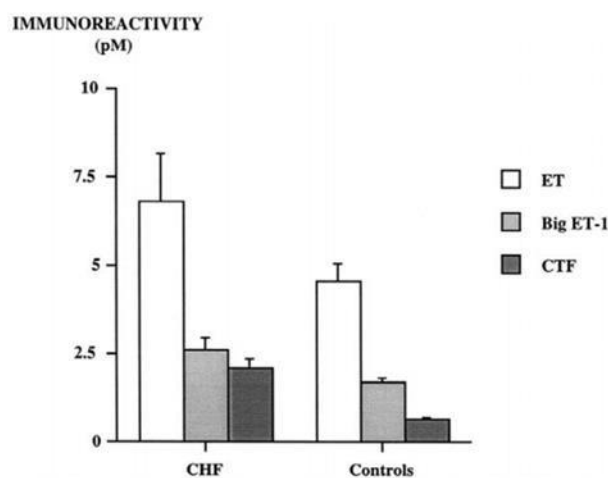
Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah!

- Pasien I mengalami penyakit autoimunitas dimana tubuhnya memproduksi antibodi yang dapat mengaktifasi reseptor TSH di kelenjar tiroid.
- Pasien II mengalami kerusakan reseptor TH di hipotalamus.
- Sel-sel target dari TH pada pasien III mengalami mutasi pada gen pengkode reseptor TH sehingga afinitas terhadap TH meningkat.
- Pada pasien I dan III, hipotalamus berfungsi normal.

24. Love et al. (2000) melakukan penelitian mengenai pengaruh antagonis dari reseptor A (ETA) dan reseptor B dari endotelin-1 pada penderita gagal jantung kronis. Data percobaan dapat dilihat pada gambar-gambar berikut ini:



Gambar 1. Pengaruh antagonis ETA (kotak putih) dan ETB (lingkatan hitam) terhadap perubahan aliran darah menuju tangan. Grafik **a** adalah hasil pengukuran pada orang normal dan **b** adalah hasil pengukuran pada penderita sakit jantung kronis.

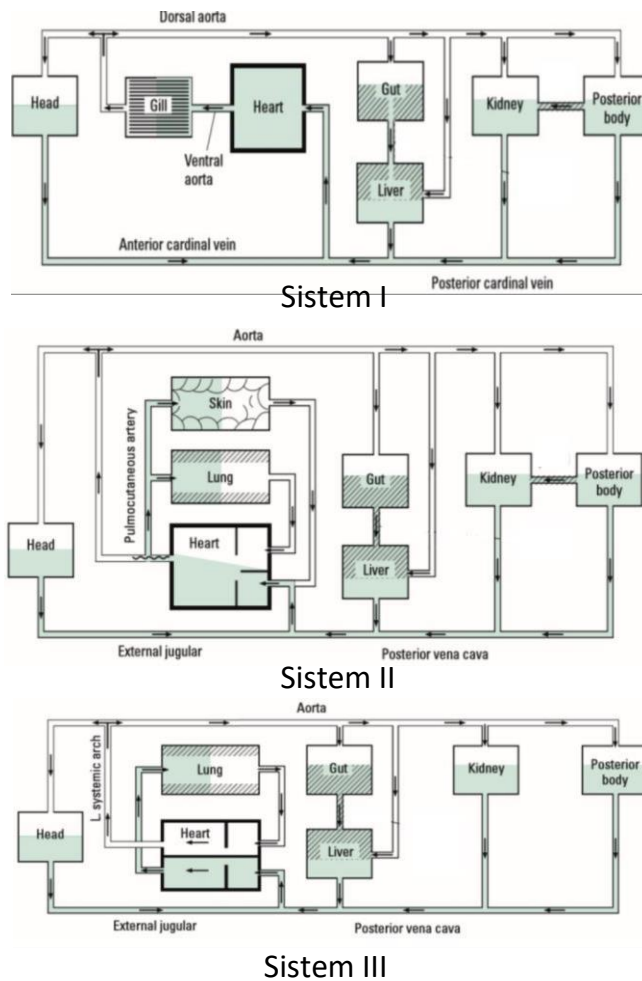


Gambar 2. Kadar prekursor endotelin 1 (ET), endotelin 1 (big ET-1) dan frgamen C dari ET yang dipotong (CTF) pada orang normal dan penderita CHF (gagal jantung kronis).

Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini.

- Antagonis ETA dapat memicu dilatasi pembuluh darah.
- Endotelin 1 memicu terjadinya konstriksi pembuluh darah apabila melekat pada ETA.
- Gagal jantung kronis berkaitan erat dengan tingginya kadar endotelin 1 di dalam darah.
- Antagonis ETB cocok dipergunakan untuk terapi penyakit gagal jantung kronis.

25. Berikut ini adalah diagram yang menunjukkan sistem peredaran darah pada vertebrata.

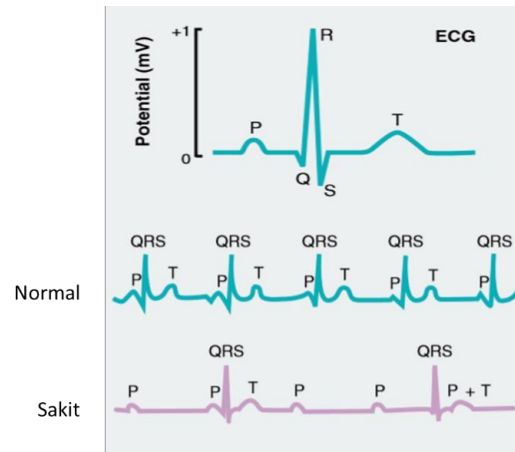
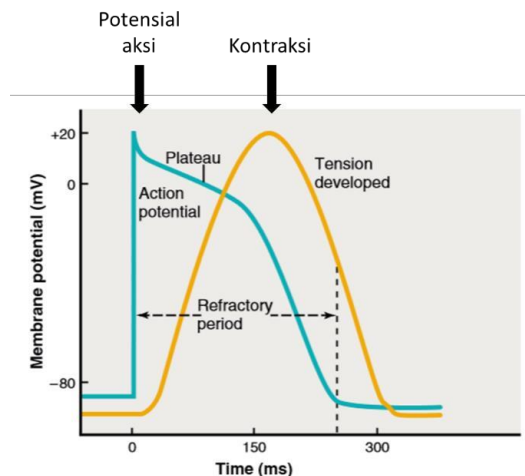


Tentukan pernyataan berikut ini benar atau salah!

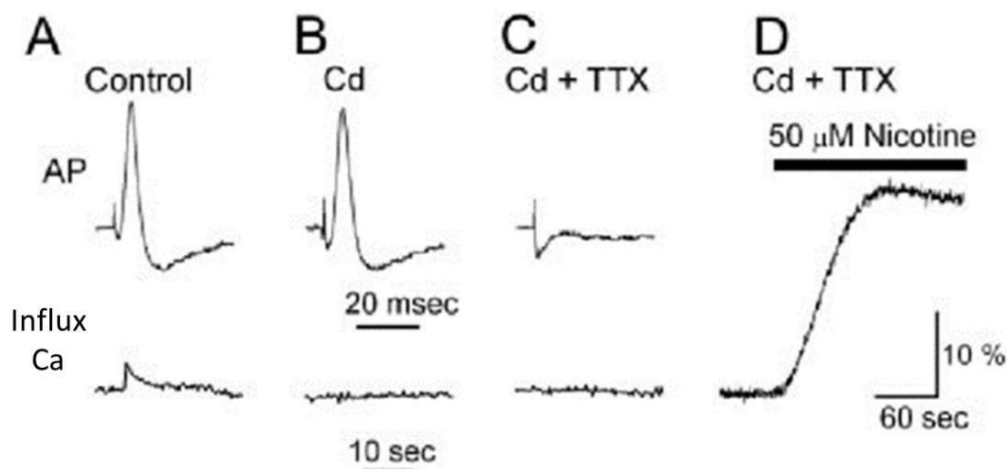
- I, II dan III secara berturut-turut menunjukkan sistem peredaran darah ikan, reptil dan mamalia.
 - Pada sistem peredaran darah II rasio darah yang mengalir ke paru-paru terhadap darah yang mengalir ke seluruh tubuh dapat berubah-ubah, sedangkan pada sistem peredaran darah III rasionya tetap dan bernilai 1.
 - Tekanan darah yang mengalir keseluruh tubuh pada sistem peredaran darah I paling tinggi jika dibandingkan dengan sistem II dan III.
 - Pada gambar di atas, sistem III hanya memiliki satu sistem vena porta sedangkan pada sistem I dan II memiliki dua sistem vena porta.
26. Efisiensi asimilasi menunjukkan persentase dari bagian makanan yang berhasil diserap oleh tubuh. Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah!
- Efisiensi asimilasi herbivora lebih rendah dari karnivora.
 - Efisiensi asimilasi hewan pemakan nektar lebih tinggi dari karnivora.
 - Efisiensi asimilasi hewan yang memakan daging lebih tinggi dari hewan yang meminum darah.
 - Efisiensi asimilasi hewan pemakan biji-bijian lebih rendah dari hewan herbivora.

27. Pada otot jantung, potensial aksi dan kontraksi berlangsung pada waktu yang hampir bersamaan (gambar kiri). Perambatan potensial aksi pada otot jantung dapat di deteksi dengan alat ECG.

P menunjukkan depolarisasi di atrium; Q, R, dan S menunjukkan depolarisasi di ventrikel; T menunjukkan repolarisasi.



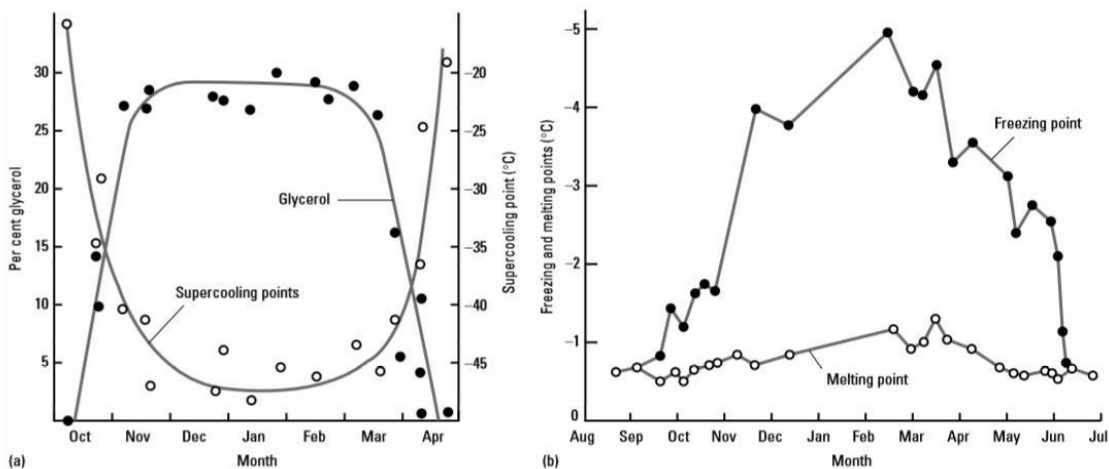
- Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini mengenai kondisi jantung dari orang yang sakit.
- Sakit disebabkan oleh gangguan pada *Sinoatrial* (SA) *node*.
 - Penderita sakit jantung diatas memiliki frekuensi kontraksi ventrikel sama dengan frekuensi kontraksi atrium.
 - Kontraksi ventrikel pada pendertia sakit jantung di atas di atur oleh *Sinoatrial* (SA) *node*.
 - Volume darah per menit yang mampu di pompa oleh jantung penderita sakit jantung lebih rendah dari orang normal.
28. Zang et al. (2003) melakukan pengujian pengaruh tiga senyawa berbeda terhadap terbentuknya potensial aksi dan aliran Ca masuk ke dalam sel saraf optik. Hasil dari percobaan tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Tentukan pernyataan berikut ini benar atau salah!

- A. Nikotin merangsang pembukaan Ca^{++} *voltage gate channel*.
- B. Cd menghambat semua tipe Ca^{++} *channel* yang ada di dalam sel.
- C. TTX menghambat pembukaan Na^{+} *voltage gate channel* sehingga potensial aksi tidak terbentuk.
- D. Pada kondisi normal, aliran Ca^{++} masuk ke dalam sel akan terhambat jika ada Cd, TTX atau kombinasi Cd dengan TTX di media.

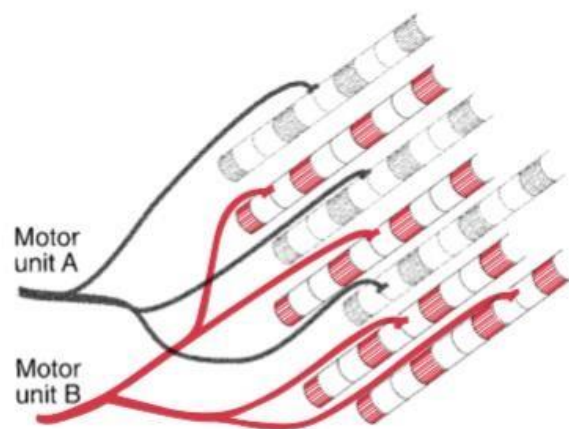
29. Hansen (1973) melakukan penelitian terhadap sejenis hewan yang hidup pada suatu habitat. Hasil pengukuran kadar gliserol, suhu tubuh, titik beku dan titik leleh dari cairan tubuh selama satu tahun di sajikan pada tabel berikut:



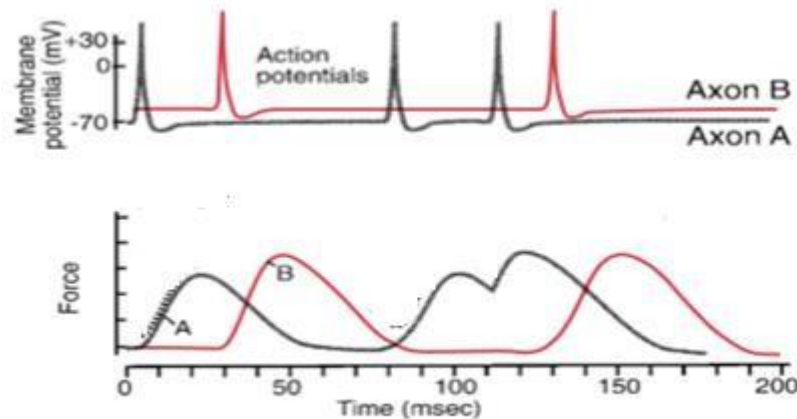
Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini.

- A. Hewan dengan adaptasi diatas kemungkinan merupakan hewan endoterm.
- B. Peningkatan kadar gliserol di dalam darah berperan mencegah pembekuan cairan tubuh.
- C. Hewan di atas hidup di daerah empat musim yang berada di belahan bumi bagian selatan.
- D. Peningkatan kadar gliserol menunjukan adanya peningkatan laju metabolisme tubuh.

30. Perhatikan gambar berikut ini.



Gambar dibawah menunjukkan hubungan antara potensial aksi yang terjadi pada neuron motorik dengan kontraksi yang terjadi pada setiap serabut otot (motor unit) yang dipersarafinya.



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah!

- Semakin banyak serabut otot yang di persarafi oleh satu motor neuron, maka semakin kuat kontraksi otot yang di timbulkan akibat aktivasi neuron motor tersebut.
- Kontraksi otot paling kuat akan timbul jika neuron motor A dan B aktif secara bersamaan.
- Pemberian dua rangsang pada interval 30 detik pada neuron motor A menghasilkan kuat kontraksi yang lebih tinggi di bandingkan dengan pemberian rangsang yang sama pada neuron motor B.
- Kontraksi otot paling tinggi terjadi pada interval detik ke 140-160.

GENETIKA DAN EVOLUSI

- Selfing* adalah bentuk paling ekstrim dari *inbreeding*. *Inbreeding* didefinisikan sebagai perkawinan antara individu yang berkerabat dekat. *Selfing* dapat terjadi pada tanaman, dimana satu individu yang sama melakukan penyerbukan sendiri, sehingga persilangan dilakukan pada individu yang memiliki profil genetik yang sama. Umpamakan pada suatu area terdapat satu populasi besar yang pada awalnya semua individunya heterozigot pada gen (Aa) dan pada generasi selanjutnya, individu-individu di dalam populasi tersebut mengalami *selfing*.

Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini.

- Efek dari *selfing* pada proporsi genotipe dalam kolam gen akan sama dengan populasi yang mengalami *parthenogenesis*.
- Selfing* akan meningkatkan frekuensi salah satu alel, hingga alel tersebut mencapai fiksasi (frekuensi alel hampir mendekati 1).
- Pada generasi selanjutnya, frekuensi individu bergenotipe heterozigot akan berkurang sebanyak 50%.
- Jika *selfing* terus terjadi, frekuensi individu bergenotipe homozigot akan mencapai lebih dari 90% pada empat generasi selanjutnya.

32. Terdapat dua pulau yang terisolasi dan terpisahkan satu dengan yang lainnya. Pulau 1 memiliki ukuran populasi 10.000 dan pulau 2 memiliki ukuran populasi 1 juta individu kelinci. Pada kedua populasi, frekuensi alel "A" yang mengkode warna bulu kelinci coklat sama yaitu 0,7. Alel resesifnya "a", mengkode warna bulu putih ditemukan di kedua pulau dengan frekuensi alel 0,3. Fiksasi alel adalah kondisi dimana hanya terdapat satu alel pada satu gen yang mendominasi (frekuensi alel = 1).

Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini.

- A. Pada kedua pulau tersebut, terdapat seleksi terhadap kelinci dengan warna bulu putih.
 - B. Waktu untuk terjadinya fiksasi alel lebih cepat pada populasi 1 dibandingkan populasi 2.
 - C. Proses *genetic drift* akan menyebabkan terjadinya fiksasi alel warna bulu coklat pada kedua populasi tersebut.
 - D. Jika terjadi mutasi baru pada kedua populasi tersebut, maka peluang mutasi tersebut akan hilang/tidak dipertahankan di dalam populasi akan lebih besar pada populasi 2 dibandingkan populasi 1.
33. Berat biji dari suatu tanaman ditentukan oleh sifat poligenik dengan dua gen (A dan B). Individu yang homozigot resesif untuk suatu gen memiliki berat biji 1 gram dan individu yang homozigot dominan memiliki berat 3,4 gram. Seorang ahli genetika menyilangkan tanaman yang homozigot resesif dengan homozigot dominan menghasilkan tanaman F1, kemudian antar tanaman F1 disilangkan untuk menghasilkan tanaman F2.

Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini.

- A. Semua tanaman F1 akan memiliki berat 2 gram.
 - B. Terdapat 5 fenotipe berat biji tanaman yang berbeda pada F2.
 - C. Proporsi tanaman terbanyak pada F2 adalah tanaman yang memiliki berat biji 2,2 gram.
 - D. Proporsi tanaman yang memiliki berat biji kurang dari 1,7 cm sama dengan proporsi tanaman yang memiliki berat biji lebih dari 2,8 cm.
34. Pada suatu populasi tanaman, warna petal bunga disintesis melalui jalur metabolisme dengan urutan putih → kuning → merah. Konversi dari putih ke kuning melibatkan produk gen M dan kuning ke merah melibatkan produk gen N. Mutan dari kedua gen tersebut (m,n) tidak mengkode enzim yang fungsional. Pada suatu populasi tanaman, dilakukan survey genotipe pada kedua gen tersebut dan hasilnya terlihat pada tabel dibawah (kolom: genotipe M, baris : genotipe N):

	MM	Mm	Mm
NN	100	200	100
Nn	100	200	100
nn	50	100	50

Berdasarkan tabel diatas, tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut.

- A. Baik pada gen M dan N, populasi tidak berada pada kesetimbangan Hardy Weinberg.
- B. Jika pada generasi selanjutnya, kedua lokus berada pada kesetimbangan Hardy Weinberg maka proporsi tanaman yang akan berwarna merah adalah sebesar 63%.
- C. Jika ukuran populasi selanjutnya tetap dan populasi berada pada kondisi kesetimbangan, maka jumlah tanaman yang memiliki bunga berwarna kuning adalah kurang dari 150.
- D. Jika populasi mengikuti kesetimbangan Hardy Weinberg dan dua tanaman yang memiliki fenotipe bunga berwarna kuning disilangkan satu sama lainnya, maka peluang progeninya akan berfenotipe warna bunga putih adalah kurang dari 12%.

35. Teman Anda harus mengamati pola penurunan karakter panjang sayap, warna badan dan warna mata *Drosophila melanogaster* dalam penelitiannya. Anda memiliki nilai genetika paling tinggi sehingga dia meminta saran Anda. Sebelumnya, telah diketahui bahwa terdapat 2 fenotipe untuk masing-masing sifat: sayap pendek (*spd*) dan sayap panjang (*spj*); warna badan hitam (*wbh*) dan abu-abu (*wba*); warna mata merah (*wmm*) dan warna mata hitam (*wmh*). Ketiga gen ini diketahui terletak pada kromosom yang berbeda. Teman Anda telah menangkap beberapa puluh ekor *D. melanogaster* sebagai stok awal.

Berdasarkan informasi di atas, tentukan apakah pernyataan di bawah benar atau salah.

- A. Dapat diasumsikan bahwa semua lalat hasil tangkapan semuanya *wild-type*.
- B. Lalat berfenotipe *wild-type* hasil tangkapan sebaiknya dikumpulkan bersama dalam sebuah wadah untuk meningkatkan laju reproduksi agar lebih cepat menghasilkan anakan mutan.
- C. Lalat mutan yang didapat dari hasil persilangan harus dipisahkan.
- D. Lalat dengan lebih dari 1 mutasi (seperti *spd-wmm*) tidak dapat digunakan untuk menghasilkan lalat mutan anakan dengan 1 mutasi (seperti *spd* saja).

36. Gen buta warna terletak pada kromosom X. Sepasang suami istri (P1) memiliki sepasang bayi kembar monozigotik. Pada pasangan ini, sang suami normal, sedangkan sang istri merupakan pembawa gen buta warna. Sepasang suami istri lainnya (P2) memiliki sepasang bayi kembar dizigotik. Pada pasangan ini, sang suami menderita buta warna dan sang istri diketahui heterozigot untuk gen buta warna.

Berdasarkan informasi di atas, tentukan apakah pernyataan di bawah benar atau salah.

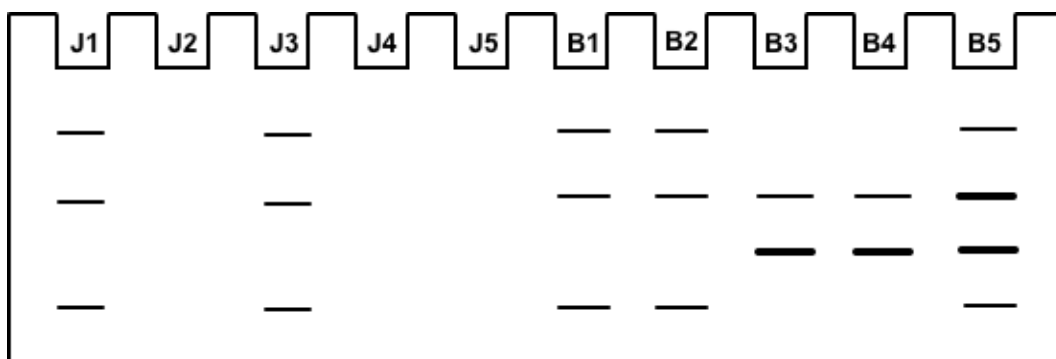
- A. Kemungkinan kedua anak P1 menderita buta warna lebih tinggi dibandingkan kemungkinan kedua anak P2 menderita buta warna.
- B. Kemungkinan salah satu anak P1 seorang pria buta warna kurang dari 50%.
- C. Kemungkinan salah satu anak P1 seorang wanita buta warna lebih dari 50%.
- D. Jika individu pada butir pilihan B dan C menikah, semua anak perempuannya penderita buta warna.

37. Dibawah ini adalah perbandingan sekuens dari 5 spesies yang berbeda pada suatu gen pengkode protein hipotetik X dari arah 5'- 3'. Diketahui salah satu spesies merupakan nenek moyang bagi spesies yang lain dan terdapat ORF (*open reading frame*) pada sekuens tersebut. Tanda hubung (-) menunjukkan terjadinya deleksi nukleotida.

	1	10	20	30	40	50
spesies1	ATTGCATGGGCAT-AAAGCAATTGATGGGCCCATTATAACCGGGGCTGA					
spesies2	ATTGCATGGGCATTAAAGCAA---ATGGGCCCATTATAACCGGGGCTGA					
spesies3	ATTGCATGGGCATTAAAGCAATTGATGGGCCCATTATAACCGGGGCTGA					
spesies4	ATTGCATGGGCATTAAAGCAATTGATGGGCACATTATAACCGGGGCTGA					
spesies5	ATTGCATGGGCATTAAAGCAATTGATGGGCCCATTATAACCGCCGCTGA					

Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini.

- A. Spesies 4 adalah spesies yang menjadi nenek moyang bagi spesies lain.
 - B. Mutasi yang terjadi pada spesies 5 relatif tidak mengubah susunan dan panjang protein yang dikode.
 - C. Mutasi yang terjadi pada spesies 1 menyebabkan protein yang dikode menjadi lebih panjang dibandingkan protein nenek moyang.
 - D. Mutasi yang terjadi pada spesies 2 tidak menyebabkan perubahan kerangka pembacaan kodon dibandingkan urutan DNA pada spesies nenek moyang.
38. Pola penurunan gen *tb1* pada *Drosophila melanogaster* diteliti menggunakan metode RFLP. Sample genetik diambil dari 5 sel gamet sebuah individu jantan (J1-J5) dan sebuah individu betina (B1-B5) hasil persilangan 2 lalat galur murni. Hasil elektroforesis menghasilkan pola sebagai berikut.



Berdasarkan informasi di atas, tentukan apakah pernyataan di bawah benar atau salah.

- A. Gen *tb1* yang rentan terhadap mutasi yang menyebabkan hilangnya seluruh titik restriksi.
- B. Data di atas menunjukkan adanya keterpautan antara gen *tb1* dengan jenis kelamin.
- C. Jika diuji, gamet individu parental betina memiliki pola restriksi serupa dengan B2.
- D. Sel gamet B5 baru memasuki tahapan meiosis 2.

39. Salah satu mekanisme pengaturan pembuahan pada tumbuhan adalah sistem inkompatibilitas diri sendiri (*self-incompatibility*). Pada suatu spesies tumbuhan, sistem ini diatur oleh sebuah gen dengan jumlah alel yang banyak dan bersifat kodominan. Gen menghasilkan protein pada permukaan polen sesuai dengan gen yang ada didalamnya. Pistil menghasilkan protein sesuai dengan genotipe tanaman. Jika protein permukaan yang dihasilkan sama, pembentukan tabung polen akan terhambat, sehingga fertilisasi tidak terjadi.

Lima individu tumbuhan galur murni (A-E) dari satu spesies diambil sebagai sampel untuk sebuah eksperimen. Penyerbukan dilakukan antara individu tumbuhan dan juga dirinya sendiri. Tabel di bawah menggambarkan hasil pengamatan apakah tabung polen terbentuk (+) atau tidak (-) dari hasil penyerbukan.

		Pollen				
		A	B	C	D	E
Pistil	A	-	+	+	-	+
	B		-	+	+	-
	C			-	+	+
	D				-	+
	E					-

Tanaman juga memiliki gen yang mengatur warna bunga yang terletak sangat dekat dengan gen inkompatibilitas. Tanaman A, B dan C memiliki bunga merah, sedangkan tanaman D dan E bunga kuning. Anak dari hasil persilangan A dan E (AE) bunga merah. Penyerbukan pistil AE dengan polen CD menghasilkan tanaman bunga merah dan tanaman bunga kuning dengan rasio 1 : 1.

Berdasarkan informasi di atas, tentukan apakah pernyataan di bawah benar atau salah.

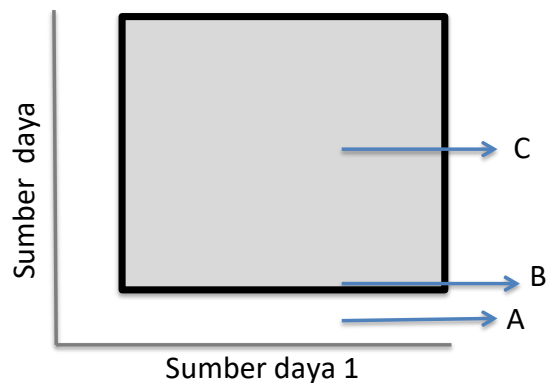
- Populasi sampel hanya memiliki 3 macam alel untuk gen inkompatibilitas.
 - Individu AE dan BD memiliki genotipe yang sama.
 - Tumbuhan BC dan C dapat disilangkan untuk menghasilkan tumbuhan anakan yang fertil.
 - Penyerbukan pistil BE oleh polen CE akan menghasilkan anakan bunga merah dan anakan bunga kuning dengan rasio 2 : 1.
40. Warna bulu pada marmut diatur oleh 3 alel pada sebuah gen: alel *h* menghasilkan warna bulu hitam, alel *w* menghasilkan warna bulu putih sedangkan alel *k* menghasilkan warna bulu krem. Jika marmut galur berbulu hitam disilangkan dengan marmut berbulu putih, maka menghasilkan anakan (P1) berbulu putih. Jika marmut berbulu hitam disilangkan dengan marmut berbulu krem akan menghasilkan marmut berbulu krem (P2). Apabila marmut P1 dan P2 disilangkan, maka dihasilkan anakan marmut berbulu krem (F1K) dan hitam (F1H).

Berdasarkan informasi di atas, tentukan apakah pernyataan di bawah benar atau salah.

- A. Kurang dari $\frac{1}{2}$ dari F1K bergenotipe sama dengan induk P2.
- B. $\frac{1}{4}$ dari anakan hasil persilangan F1K dengan P2 memiliki warna bulu yang berbeda dengan induknya.
- C. Kemungkinan menghasilkan anak marmut berbulu putih dari persilangan antar F1K kurang dari $\frac{1}{3}$.
- D. Kemungkinan persilangan antara F1K dan F1H menghasilkan anakan bergenotipe sama seperti P1 lebih dari $\frac{1}{3}$.

EKOLOGI

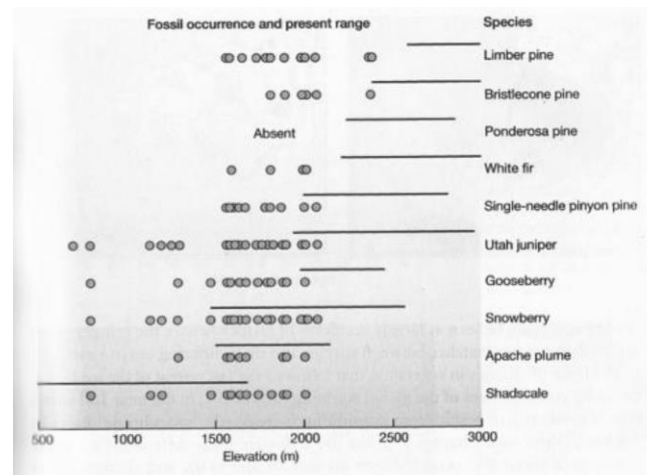
41. Mekanisme kompetisi dapat dilihat dari bagaimana suatu populasi tumbuh berdasarkan sumber daya yang tersedia. Grafik di bawah ini adalah hasil eksperimen yang menunjukkan pertumbuhan suatu populasi yang dibatasi oleh dua sumber daya yang penting, yaitu sumber daya 1 dan sumber daya 2.



Berdasarkan grafik diatas, tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini.

- A. Pertumbuhan populasi akan meningkat pada titik C karena kedua sumber daya mendukung populasi tersebut.
- B. Grafik diatas menunjukkan bahwa organisme ini bisa hidup dengan dukungan salah satu sumber daya.
- C. Grafik di atas tidak dapat menunjukkan kesetimbangan dalam pertumbuhan populasi karena organisme ini akan beradaptasi terhadap lingkungannya.
- D. Jika sumber daya 1 adalah ketersediaan nitrogen dan sumber daya 2 adalah cahaya, maka pada titik A pertumbuhan populasi menurun karena kekurangan sumber daya.

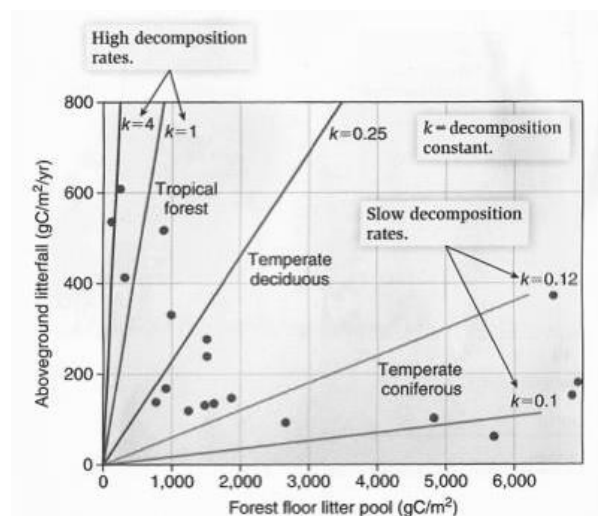
42. Suhu bumi dari zaman glasial akhir (sekitar 20.000 tahun yang lalu) hingga saat ini meningkat sebesar 8°C. Perubahan suhu tersebut dapat memengaruhi distribusi tumbuhan seperti yang digambarkan oleh grafik di bawah ini. Analisis terhadap fosil tumbuhan dilakukan untuk mendeteksi keberadaan spesies tersebut sebagai bukti distribusinya.



Tanda titik pada grafik menunjukkan distribusi tumbuhan pada zaman glasial akhir dan garis menunjukkan distribusi tumbuhan saat ini.

Tentukan benar atau salahnya kesimpulan dari grafik tersebut:

- Jika perubahan iklim global yang dapat meningkatkan suhu bumi terjadi, maka tipe komunitas tumbuhan di suatu hutan akan berubah di kemudian hari.
 - Tumbuhan-tumbuhan yang ada sekarang berada pada tingkat *equilibrium* yang dapat beradaptasi terhadap iklim pada saat ini.
 - Pemanasan global yang terjadi saat ini akibat efek rumah kaca selain memengaruhi pola distribusi, juga dapat meningkatkan kepunahan beberapa jenis tumbuhan.
 - Perubahan distribusi ini hanya terjadi di kawasan temperata karena di kawasan tropis suhu relatif hangat sepanjang masa.
43. Laju dekomposisi serasah di berbagai tipe ekosistem dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Tentukan benar atau salahnya hasil analisis mengenai laju dekomposisi di berbagai tipe ekosistem tersebut.

- A. Perbedaan laju dekomposisi terjadi karena variasi tipe vegetasi dan kondisi lingkungan seperti suhu dan curah hujan.
- B. Cepatnya laju dekomposisi serasah di hutan hujan tropis menunjukkan bahwa tanahnya paling subur dibanding dengan hutan desidua di kawasan temperata.
- C. Perbedaan suhu dan kelembaban akan menentukan aktivitas organisme dekomposer karena organisme ini hanya akan aktif pada kisaran suhu dan kelembaban tertentu.
- D. Perbedaan vegetasi dapat menentukan kandungan kimia serasah yang pada akhirnya memengaruhi aktivitas mikroba dekomposer.

44. Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini terkait dengan keanekaragaman hayati pada suatu komunitas.

- A. *Alpha (α) diversity* menunjukkan *turnover* komposisi jenis pada habitat yang berbeda dalam suatu wilayah tertentu.
- B. Indeks keanekaragaman dihitung sebagai cara untuk menunjukkan jumlah jenis dan distribusi setiap jenis dalam suatu komunitas.
- C. Keanekaragaman jenis dalam suatu komunitas merupakan gambaran kekayaan jenis dan kelimpahannya.
- D. Keanekaragaman hayati menghitung jenis-jenis yang dominan dalam suatu komunitas, tetapi tidak dengan jenis-jenis yang kelimpahannya rendah.

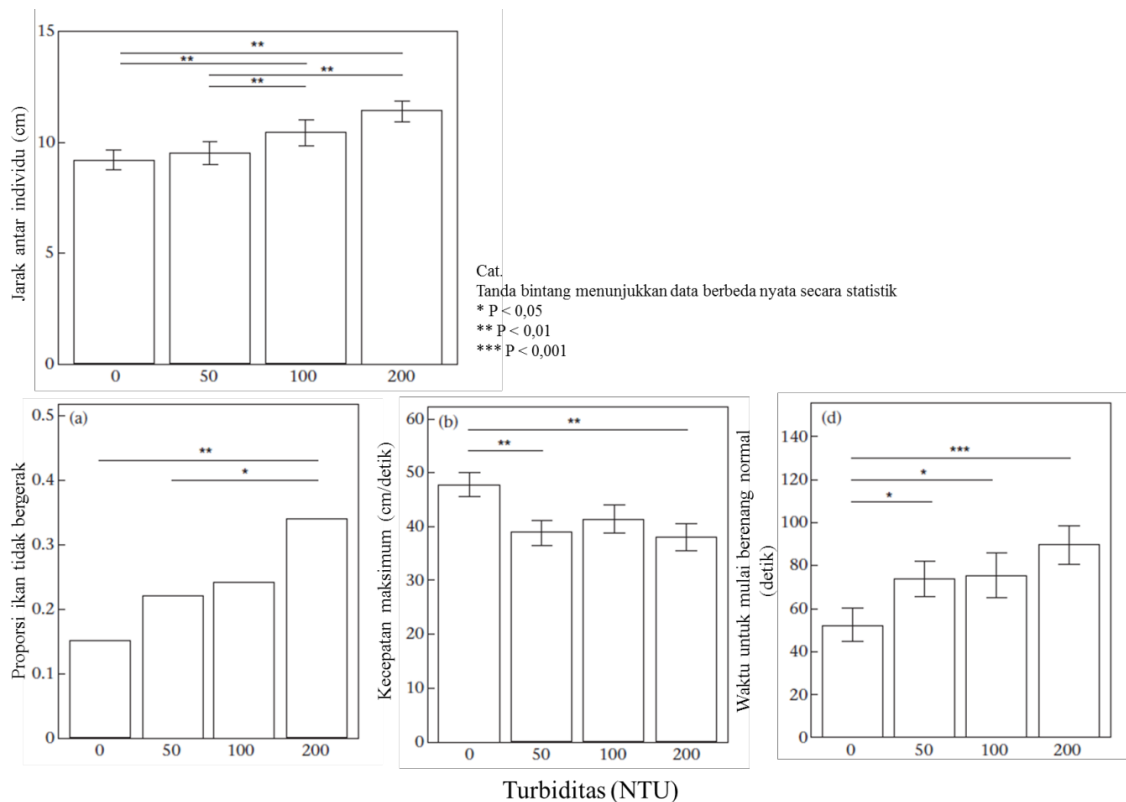
45. Kompetisi intraspesifik merupakan kompetisi antar individu dari jenis yang sama untuk memperebutkan sumberdaya. Keterbatasan sumber daya tidak dapat memenuhi kebutuhan semua individu dalam populasi sehingga kompetisi ini terjadi.

Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini terkait kompetisi intraspesifik.

- A. Populasi diatom dipengaruhi oleh kandungan silika di perairan. Kepadatan populasi diatom dapat menurunkan konsentrasi silikat perairan, akibatnya saat ini hanya sedikit silikat yang dapat digunakan oleh individu diatom. Kompetisi seperti ini disebut eksploitasi.
- B. Kompetisi intraspesifik akan memengaruhi kesintasan, pertumbuhan, laju reproduksi kompetitor, dan dapat meningkatkan pengambilan (*intake*) nutrisi per individu kompetitor.
- C. Ketika individu memperebutkan teritori dengan melawan individu lain secara aktif, maka kompetisi tersebut dinamakan kompetisi interferensi (*interference competition*).
- D. Laju mortalitas suatu populasi akan meningkat pada kondisi sumber daya yang terbatas karena laju pertumbuhan individu menurun sebagai akibat dari asupan nutrisi yang rendah.

ETOLOGI

46. Kegiatan manusia seperti pertanian dan deforestasi dapat meningkatkan kekeruhan air (*turbidity*) dari sedimen terlarut pada ekosistem air tawar. Akibatnya, organisme tidak mampu mendeteksi ancaman predator sehingga mengubah perilaku antipredator. Suatu eksperimen dilakukan untuk melihat pengaruh kekeruhan air terhadap taktik antipredator pada ikan. *Shoaling* adalah salah satu taktik antipredator pada ikan dengan cara membuat suatu grup. Hasil eksperimen mengenai pengaruh turbiditas terhadap jarak antar individu, proporsi ikan tidak bergerak (*freeze*), kecepatan maksimum pergerakan ikan, dan waktu untuk memulai berenang normal setelah penyerangan predator ditunjukkan oleh grafik-grafik di bawah ini.



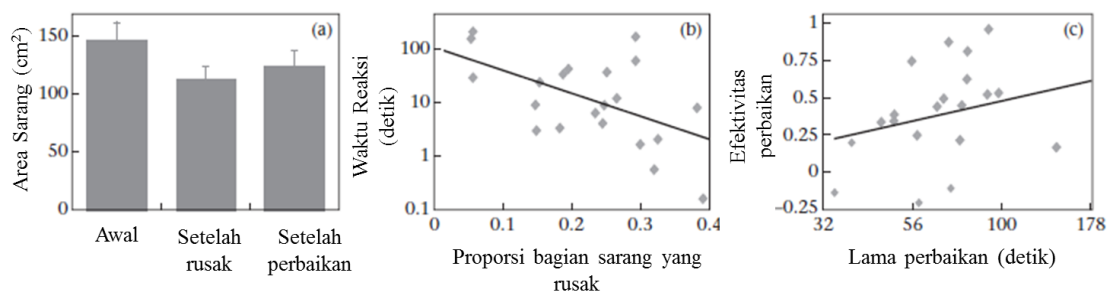
*NTU adalah satuan kekeruhan air, nilai 0 - 50 mengindikasikan kondisi air yang jernih

Berdasarkan data di atas, maka tentukanlah apakah pernyataan di bawah ini benar atau salah

- Perilaku antipredator *shoaling* merupakan taktik yang efektif pada turbiditas rendah karena mampu mendeteksi potensial ancaman dengan cepat.
- Pada air yang lebih keruh, ikan menunjukkan peningkatan respon terhadap keberadaan predator.
- Pada air yang keruh, ikan menurunkan kecepatan mereka untuk melarikan diri dari predator untuk mengelabui pemangsa.
- Peningkatan nilai turbiditas, secara signifikan meningkatkan waktu yang dibutuhkan ikan untuk kembali ke aktivitas normal setelah distimulus oleh keberadaan pemangsa.

47. Banyak hewan membangun struktur kompleks yang digunakan sebagai perangkap, rumah, perlindungan diri, maupun untuk proses *courtship*. Salah satu hewan yang terkenal dengan kemampuan untuk menghasilkan struktur kompleks tersebut adalah laba-laba. Karakter sarang laba-laba yang rapuh menyebabkan sarang tersebut mudah mengalami kerusakan. Pada saat sarang rusak, maka laba-laba akan melakukan serangkaian perilaku perbaikan sarang.

Percobaan untuk melihat perilaku perbaikan sarang laba-laba dilakukan dengan menempatkan hewan ini dalam sebuah wadah dan dibiarkan membuat sarang. Sebagian area dirusak dengan variasi yang berbeda. Beberapa parameter perilaku seperti waktu hingga sarang mulai dibetulkan (waktu reaksi) dan efektivitas perbaikan (% area sarang rusak yang diperbaiki) dihitung dan hasil pengamatan dirangkum pada grafik di bawah ini.



Berdasarkan data di atas tentukanlah apakah pernyataan di bawah ini benar atau salah.

- A. Reaksi laba-laba menjadi lambat ketika proporsi sarang yang rusak semakin besar.
- B. Saat sarang mereka rusak, laba-laba akan memperbaiki sarang mereka sehingga sama dengan kondisi awal.
- C. Perbaikan sarang secara sempurna adalah perilaku dengan fitness yang paling tinggi
- D. Efektivitas perbaikan meningkat secara linier sesuai dengan waktu perbaikan

BIOSISTEMATIK

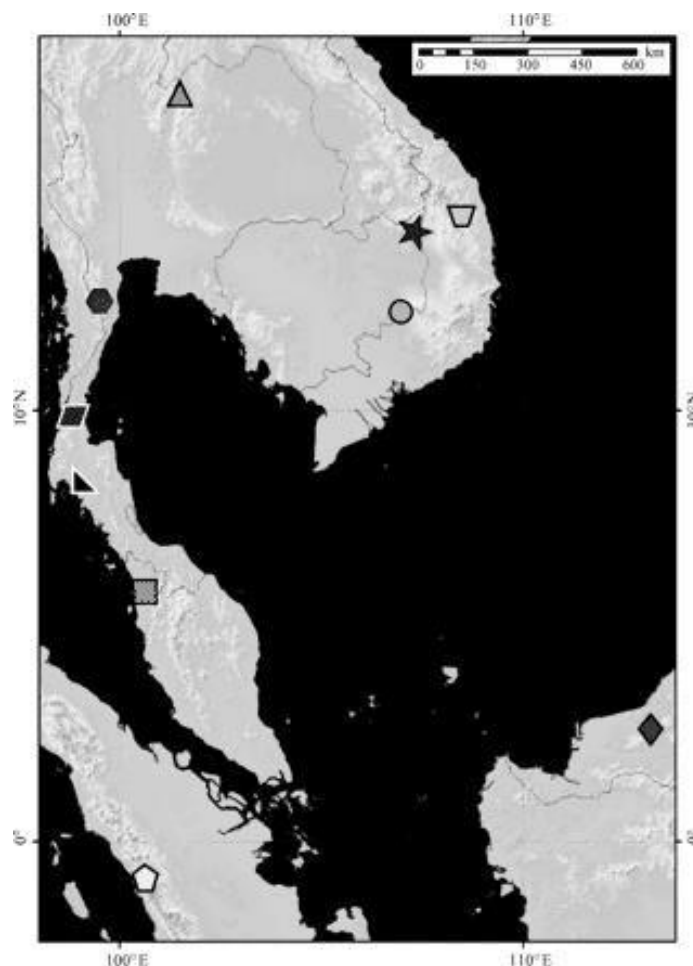
48. Amphibi cenderung memperlihatkan evolusi morfologi yang konservatif. Pengaplikasian dari metode molekuler dan bioakustik di dalam studi sistematik amfibi telah terbukti efektif dalam menguak keberadaan spesies kriptik* pada sebuah taksa yang dulunya dianggap satu spesies.

Sekelompok ilmuwan mempelajari variasi genetik dari dua katak hutan Asia Tenggara yaitu *Odorana livida* dan *Rana chalconota*. Kedua katak yang tersebar di Asia Tenggara ini telah diperkirakan sebagai kompleks spesies**. Namun, upaya untuk mengidentifikasi serta membedakan anggota kompleks ini sangat sulit karena kesamaan morfologi yang mereka miliki.

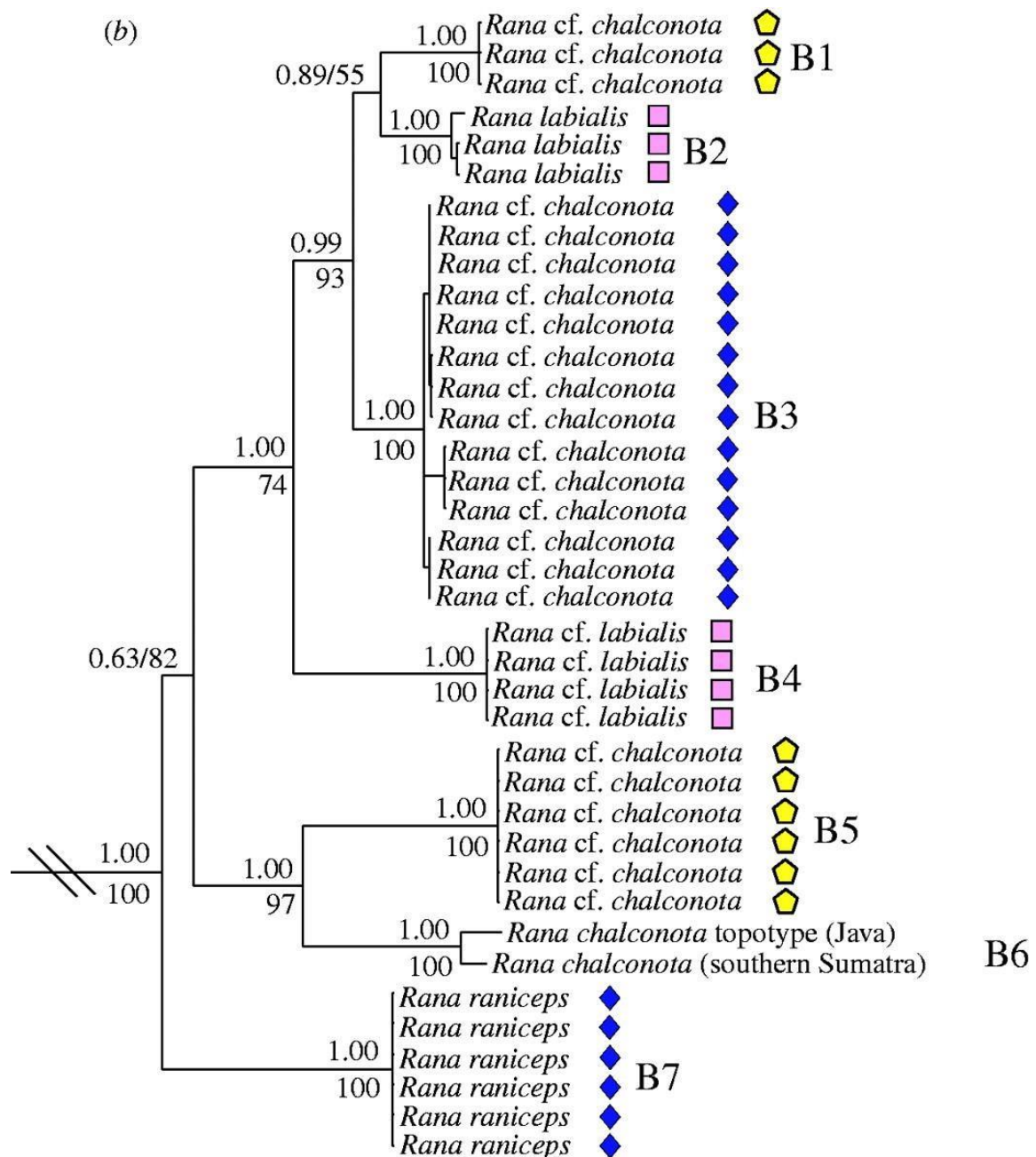
*Spesies kriptik adalah dua atau lebih spesies berbeda yang diklasifikasikan sebagai satu spesies.

** Komplek spesies adalah spesies berkerabat dekat yang sangat mirip secara penampakan sehingga sulit untuk dibedakan.

Peneliti mencuplik katak dari berbagai lokasi yang tersebar di Asia Tenggara (Gambar 1). Mereka menentukan dan menganalisis 2.150 urutan basa dari katak-katak yang menyerupai *O. livida* dan 1.082 urutan basa dari katak-katak yang menyerupai *R. chalconota*. Mereka juga menggunakan metode DNA historis untuk mendapatkan urutan basa dari spesimen museum *O. livida* (dikoleksi tahun 1887) dan *O. chalconota* (dikoleksi sebelum tahun 1875). Gambar 2 menunjukkan pohon kekerabatan dari kompleks spesies *R. chalconota*.



Gambar 1. Peta yang mengilustrasikan lokasi pencuplikan dua garis keturunan katak yang secara morfologi kriptik. Lokasi tersebut adalah Phu Luang, Loei Prov., Thailand (segitiga sama sisi); Khao Phanom Bencha, Krabi Prov., Thailand (segitiga siku-siku); Kaeng Krachan, Prachuap Kirikhan Prov., Thailand (segi enam); Namtok Ngao, Ranong Prov., Thailand (jajaran genjang); O'Rang, Mondolkiri Prov., Cambodia (lingkaran); Ta Veng, Ratanakiri Prov., Cambodia (bintang); An Khe, Gia Lai Prov., Vietnam (trapesium); Padang, West Sumatra (segi lima); Gunong Jerai, Peninsular Malaysia (kotak); dan Bukit Sarang, Sarawak (wajik).



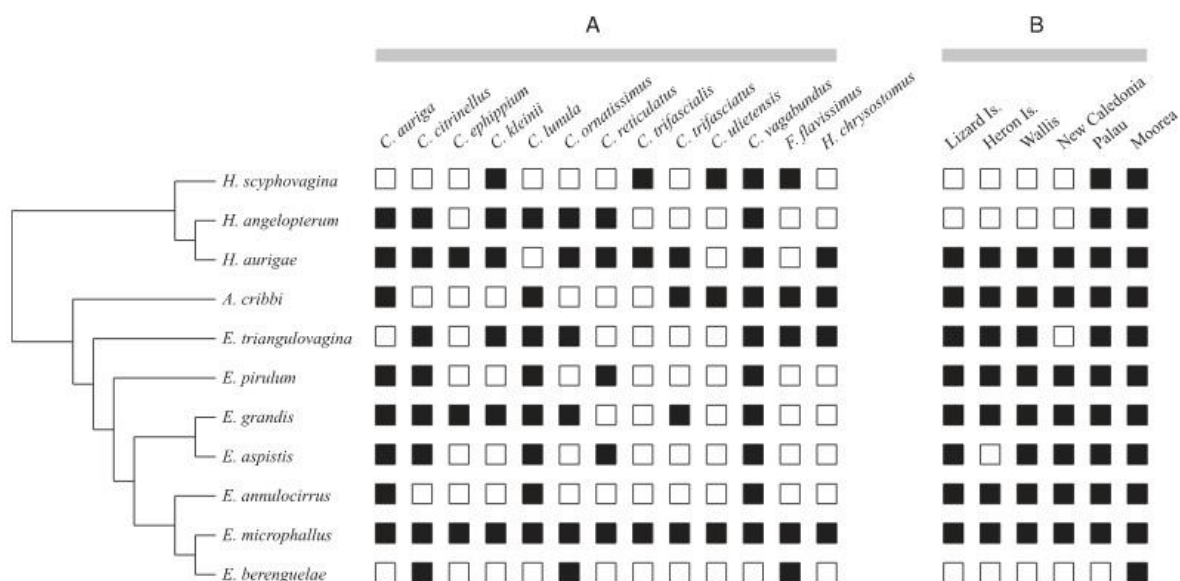
0.1 substitutions/site

Gambar 2. Pohon kekerabatan dari analisis mtDNA katak yang secara morfologi menyerupai *R. chalconota*. Berdasarkan pohon di atas, katak-katak tersebut dipisahkan menjadi 7 klad (B1-B7). Masing-masing klad diberi nama dengan menggunakan ulang sinonim lama (B2, B7), nama sebutan spesies yang biasa digunakan saat ini (B6*), sedangkan 4 klad sisanya dianggap belum dideskripsikan dengan tepat secara saintifik (B1, B3, B4-5). Angka yang tertera di bawah dan di atas cabang berturut-turut adalah probabilitas posterior Bayesian dan nilai bootstrap parsimoni.

*B6 dianggap sebagai *R. chalconota* sejati. Sampel B6 diambil dari spesimen yang dikoleksi baru-baru ini di *type locality* (lokasi pertama kali spesies ditemukan/diidentifikasi).

Berdasarkan informasi di atas, tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. Penemuan ini mengimplikasikan bahwa keanekaragaman spesies katak di Asia Tenggara telah ditaksir terlalu tinggi (*overestimated*).
 - B. *Rana chalconota* kemungkinan besar bukan merupakan spesies yang tersebar luas secara geografis.
 - C. Klad-klad yang simpatrik tidak berarti bahwa mereka adalah kerabat terdekat dari satu sama lain.
 - D. Status konservasi dari kompleks spesies *Rana chalconota* menjadi lebih aman karena terdiri dari beberapa spesies kriptik.
49. Sekelompok ilmuwan meneliti hubungan kekerabatan dari parasit monogenean yang hidup pada Chaetodontidae (*butterflyfishes*) di Perairan Indo-Barat Pasifik. Berdasarkan hasilnya, grup ini dibagi menjadi dua garis keturunan. **Pertama** adalah yang terdiri dari genus *Aliatrema* dan *Eurybaliotrematoides*. **Kedua** adalah yang terdiri dari *Haliotrema*. Kekerabatan yang dihasilkan dari studi ini menyediakan fondasi untuk memeriksa persebaran parasit pada inang dan juga secara geografis. Gambar 1 menunjukkan hubungan antara pohon kekerabatan parasit dengan keberadaannya di inang serta lokasi geografis.



Gambar 1. Struktur grup parasit terhadap (A) spesies inang (C = *Chaetodon*, F = *Forcipiger*, H=*Heniocbus*) dan (B) wilayah. Kotak hitam mengindikasikan adanya/ditemukannya spesies parasit pada inang dan/atau wilayah.

Berdasarkan informasi di atas, tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. Wilayah Moorea memiliki kekayaan parasit yang paling tinggi.
- B. Grup **pertama** terdiri dari parasit-parasit yang sangat spesifik pada inang tertentu, sedangkan grup **kedua** dari parasit-parasit yang kurang spesifik.
- C. Kelompok *Haliotrema* memiliki kemampuan untuk menginfeksi spesies inang dari genus yang berbeda.
- D. Terdapat pola koevolusi yang jelas antara parasit monogenea dengan inangnya.

50. Perhatikan tabel karakter dari empat spesies (A-D) berikut ini.

Kode Jenis	1	2	3	4
A	+	-	-	-
B	-	+	+	-
C	-	+	+	+
D	+	+	+	+

+ = memiliki karakter
- = tidak memiliki karakter

Seorang siswa mencoba membuat pohon kekerabatan tak berakar (*unrooted tree*) berdasarkan tabel di atas.

Sesuai dengan informasi di atas, tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. Jumlah pohon tak berakar yang bisa dibuat oleh siswa tersebut adalah 4.
- B. Taksa A merupakan taksa yang paling primitif karena tidak memiliki karakter 2, 3 dan 4.
- C. Dari kesemua pohon yang bisa dibuat, terdapat dua yang sama-sama paling parsimoni.
- D. Taksa D merupakan taksa yang paling maju karena ia memiliki semua karakter.