



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN,
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN
DASAR DAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SMA**

TEST TINGKAT PROVINSI

**SELEKSI CALON PESERTA
INTERNATIONAL BIOLOGY OLYMPIAD (IBO)
TAHUN 2018**

PETUNJUK:

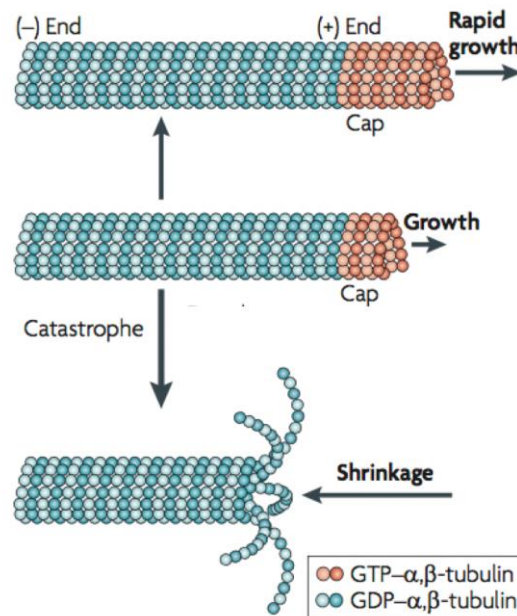
- 1. Isilah nama dan kode peserta anda pada lembar jawaban komputer (LJK);**
- 2. Setiap soal berisi empat pernyataan Benar (B) atau Salah (S)**
 - Jika menjawab **semua pernyataan** dengan benar, maka akan mendapatkan nilai 1
 - Jika menjawab **tiga pernyataan** dengan benar, maka akan mendapatkan nilai 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
- 3. 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 hitamkan jawaban yang benar.**
- 4. Kalkulator BOLEH digunakan selama test berlangsung;**
- 5. Waktu ujian adalah 180 menit**



**TIM OLIMPIADE BIOLOGI INDONESIA
2017**

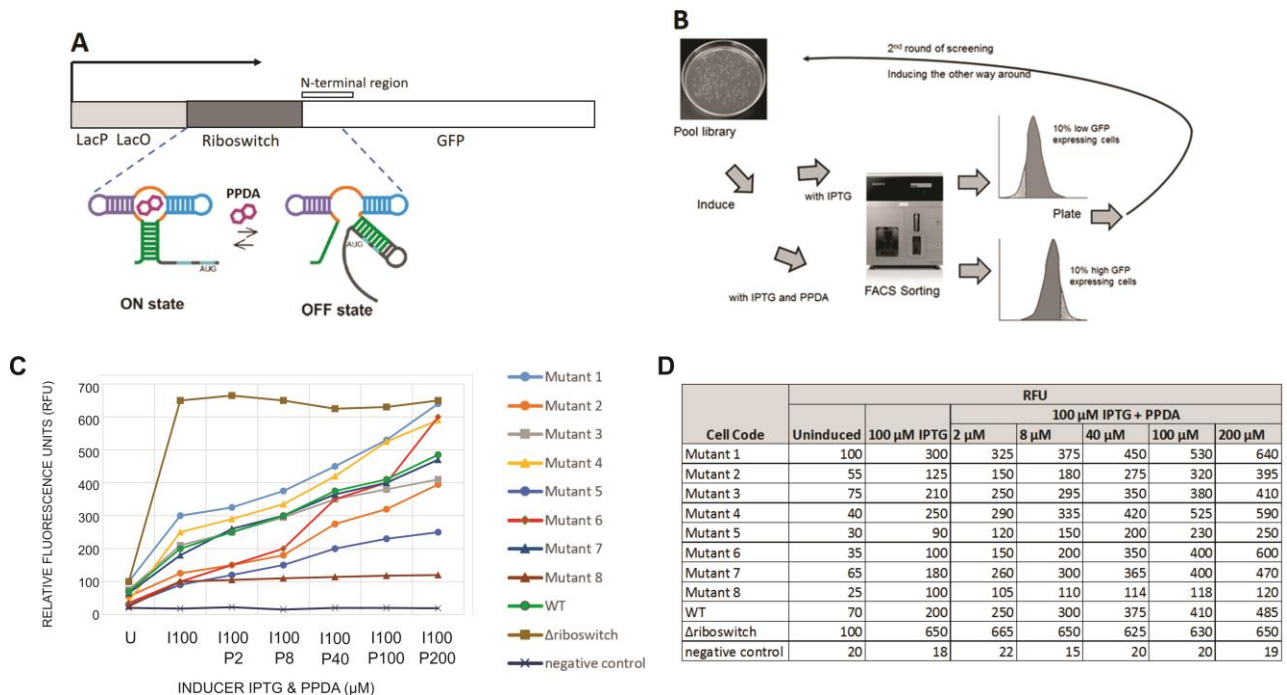
BIOLOGI SEL DAN MOLEKULER

1. Mikrotubul adalah polimer protein tubulin yang membentuk struktur rigid dari organel seperti axoneme dan benang spindle. Mikrotubul juga menyediakan jalur untuk pergerakan protein motor dan memberi bentuk sel. Gambar di bawah ini menunjukkan regulasi pertumbuhan dan penyusutan mikrotubul.



Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. Mikrotubul menunjukkan perilaku stabilitas dinamis dimana perilaku pergantian pertumbuhan dan penyusutan terjadi.
 - B. Perilaku pergantian pertumbuhan dan penyusutan membutuhkan hidrolisis GDP.
 - C. Mikrotubul mengandung 13 protofilamen yang dapat tumbuh dan susut secara independen.
 - D. Laju pertumbuhan dan penyusutan mikrotubul diregulasi oleh protein polimerase.
2. Salah satu kelemahan penggunaan sistem tradisional kontrol tunggal ekspresi gen rekombinan berbasis operon lac adalah rendahnya titrabilitas ekspresi gen dan tingginya ekspresi basal. Penyisipan Riboswitch di antara komponen lac operon dan kodon start suatu gen menciptakan dual kontrol translasi-transkripsi yang dapat memperketat ekspresi gen sekaligus mengoptimalkan titrabilitas ekspresi gen. Sebuah penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh mutasi pada N-terminal GFP terhadap efisiensi kerja Riboswitch (gambar A). Untuk memperoleh mutant dengan titrabilitas yang baik, dilakukan dua kali tahapan seleksi menggunakan FACS (*Fluorescence Activated Cell Sorting*). Sel-sel dari tahapan pertama kemudian diuji lagi level ekspresinya untuk penapihan tahapan kedua, dan diseleksi 10% dengan level ekspresi tertinggi dibawah kontrol IPTG dan PPDA (ligan untuk riboswitch) (Gambar B). Sel-sel mutan yang diperoleh dari tahapan kedua kemudian dicuplik secara acak, dan diuji titrabilitas ekspresi gennya (Gambar C).



Ariboswitch = strain dengan sistem regulasi tunggal gen GFP (tanpa riboswitch), WT = strain dengan urutan wild type dari N-terminal gen GFP, negative control = strain yang tidak membawa gen GFP. RFU = Relative Fluorescence Unit

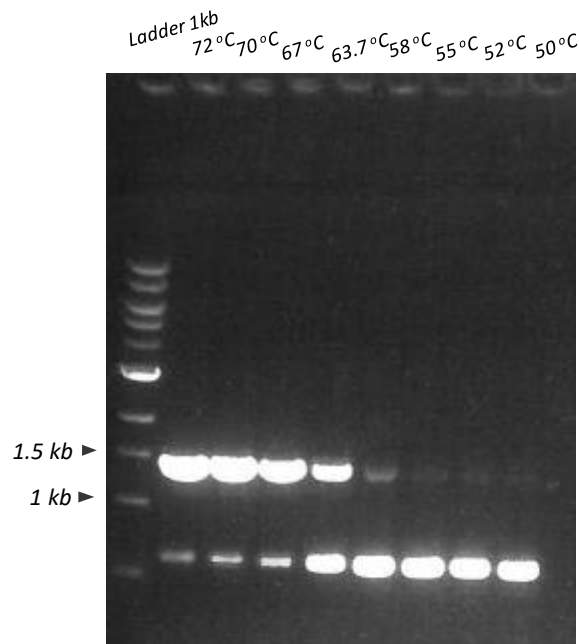
Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- Hasil yang berbeda mungkin akan diperoleh jika pada tahapan penapihan mutan dimulai dari seleksi populasi sel dengan level ekspresi yang paling tinggi untuk selanjutnya diseleksi kembali pada tahapan kedua terhadap sel-sel dengan level ekspresi yang paling rendah
 - Mutant 8 memiliki level titrabilitas ekspresi GFP yang lebih optimal jika dibandingkan dengan WT
 - Mutant 1 memiliki kualitas titrabilitas yang paling tinggi dibandingkan strain mutan yang lainnya
 - Pada beberapa strain mutan dengan level titrabilitas yang rendah, interaksi daerah N-terminal gen GFP dan riboswitch mungkin menghasilkan struktur sekunder yang relatif kuat.
3. Di bawah ini ditampilkan urutan sepasang primer yang digunakan untuk mengamplifikasi suatu gen berukuran 1400 bp.

Primer Forward: 5'-CATCGGCTCGTATAATGTG-3'

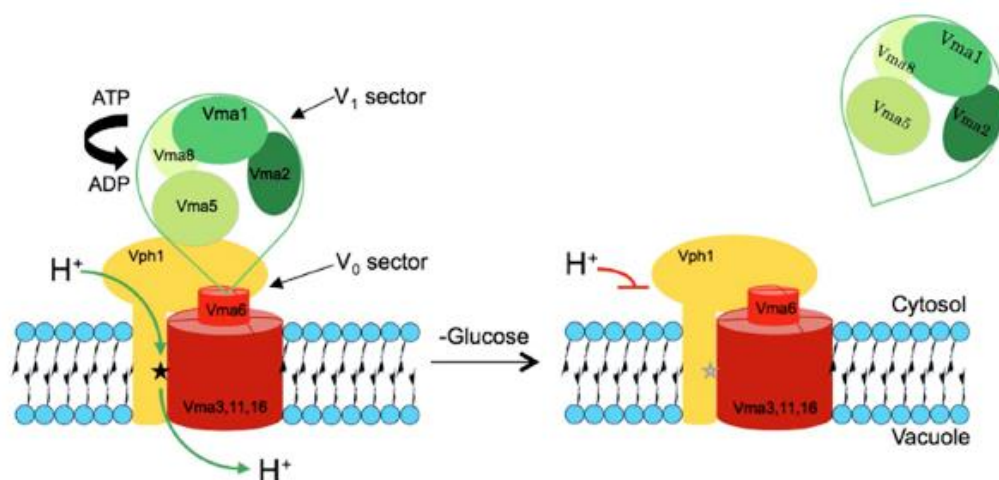
Primer Reverse: 5'-CAGTTTGAACACTTTTGCATC-3'

Untuk memperoleh suhu aneling primer templet yang optimal, dilakukan PCR dengan gradien suhu. Adapun suhu yang dipilih adalah beberapa suhu di atas dan di bawah T_m dari primer. T_m dihitung menggunakan rumus $= (A+T) \times 2 + (G+C) \times 4$. Hasil elektroforesis DNA dari produk PCR yang dihasilkan pada berbagai temperatur *annealing* yang berbeda ditampilkan pada diagram di bawah ini.



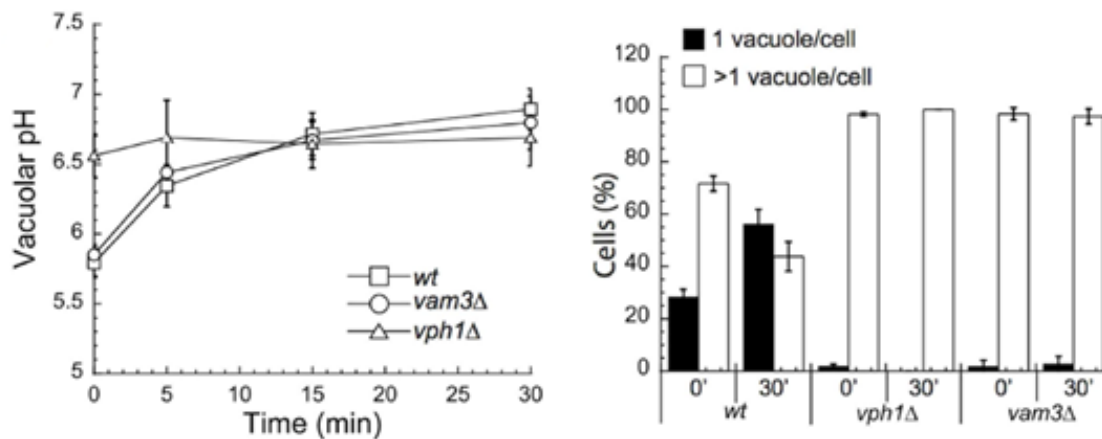
Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. Hasil elektroforesis menunjukkan kehadiran pita primer dimer dibawah pita amplikon gen target
 - B. Kehadiran produk DNA non spesifik pada PCR gen diatas kemungkinan disebabkan oleh perbedaan ukuran (jumlah nukleotida) kedua primer yang digunakan.
 - C. Primer berada dalam bentuk rantai tunggal pada suhu 56°C
 - D. Pembentukan produk DNA non spesifik semakin tinggi seiring peningkatan temperatur annealing PCR
4. Pada ragi, penurunan aktivitas fusi vakuola seringkali diikuti dengan peningkatan fragmentasi vesikel. Protein V-ATP-ase diketahui memiliki fungsi penting pada fusi vakuola di ragi. Protein V-ATP-ase terdiri dari komponen peripheral V1 dan komponen terikat membrane V0. Pada kondisi utuh kompleks ini berperan dalam pompa proton, dan fungsi tersebut akan hilang jika V1 terpisah dari V0 (Gambar di bawah). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa vakuola tetap terjadi pada sel mutan yang tidak mengekspresikan V₁ namun tidak pada mutan V₀



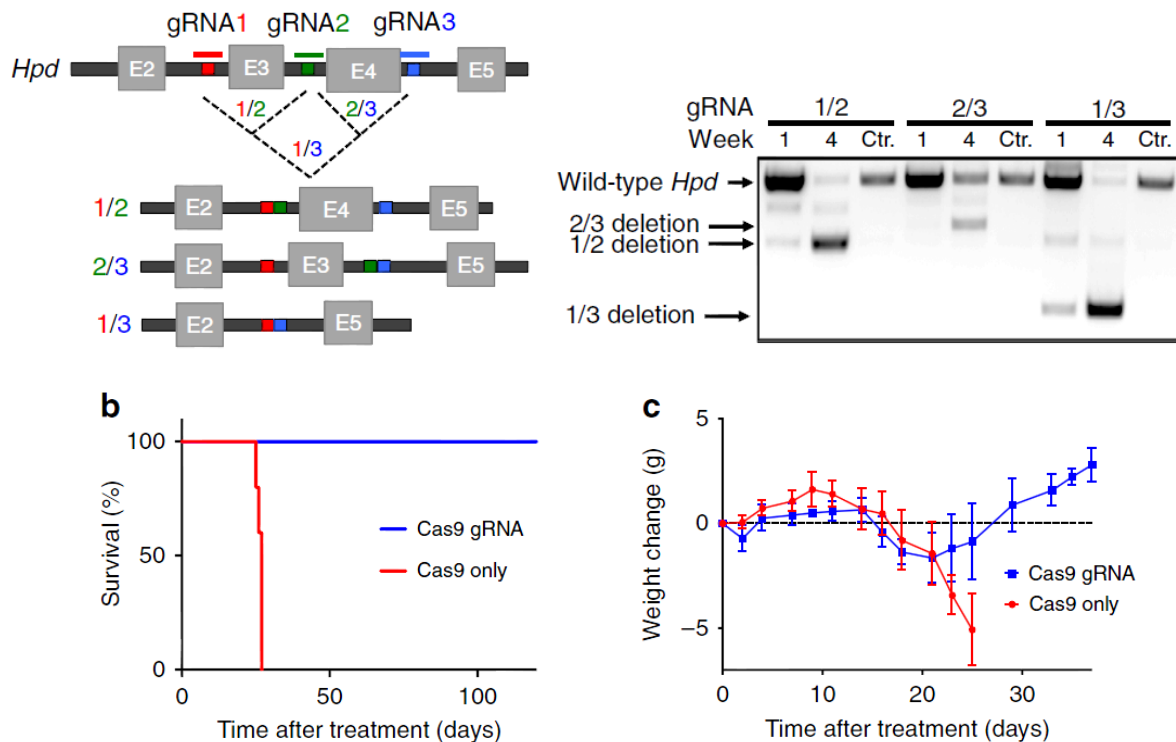
Penurunan kadar glukosa di dalam sel menyebabkan V-ATP-ase terdisosiasi sehingga pompa proton tidak berlangsung.

Penelitian menggunakan sel *wild-type* (wt), mutant V_0 (*vph1Δ*), dan mutan Vam3 (*vam3Δ*) digunakan untuk mengetahui manakah yang lebih krusial untuk memicu fusi vakuola: (1) perubahan pH vakuola atau (2) keberadaan V_0 secara fisik. Ketiga sel diberi perlakuan dengan Cocanamycin A, suatu inhibitor pompa proton yang spesifik untuk V-ATP-ase. Setiap mutan tidak mengekspresikan protein yang bersangkutan. Selama 30 menit, anda mengukur pH vakuola, menghitung jumlah vakuola pada setiap sel, dan memperoleh hasil sebagai berikut.



Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. Pada sel *wild-type*, terdapat korelasi positif antara berkurangnya keasaman vakuola dengan peningkatan aktivitas fusi vakuola.
 - B. Protein Vam3 tidak diperlukan untuk berlangsungnya fusi vakuola.
 - C. Fusi vakuola lebih bergantung pada keberadaan V_0 secara fisik di membran vakuola daripada oleh perubahan pH vakuola.
 - D. Fusi vakuola lebih bergantung pada perubahan pH vakuola daripada oleh keberadaan V_0 secara fisik di membran vakuola.
5. *Hereditary tyrosinaemia type I* (HT-I) adalah kanker yang disebabkan oleh defisiensi FAH, enzim yang mengkatalisis reaksi terakhir pada katabolisme tirosin di hati. Akan tetapi pada model mencit, diketahui bahwa resiko kanker berkurang drastis jika mutan *Fah*^{-/-} disilangkan dengan *Hpd*^{-/-}. Mutan *Hpd*^{-/-} mengalami defisiensi pada enzim HPD yang menyebabkan *Hereditary tyrosinaemia type III* (HT-III), kanker yang lebih jinak dibanding HT-I. Oleh karena itu, anda menduga bahwa delesi gen *Hpd* pada hati mencit HT-I dapat membantu mencit bertahan hidup lebih lama. Untuk percobaan ini, anda ingin menggunakan metode penyuntingan gen (*gene editing*) mutakhir CRISPR-Cas9 untuk mendelesi gen *Hpd*. Agar dapat bekerja secara efektif, sistem ini memerlukan *guide RNA* (gRNA) untuk mengarahkan delesi pada target spesifik. Anda merancang kombinasi ganda antara gRNA1, gRNA2, dan gRNA3 (1/2, 2/3, dan 1/3) yang mentarget intron-intron spesifik pada gen *Hpd* sehingga mendelesi eksornya secara spesifik seperti pada gambar di bawah. Anda menginjeksi kombinasi gRNA terpilih pada mencit *Fah*^{-/-} dan melakukan validasi dengan PCR untuk sampel sel hati pada minggu ke-1, ke-4, serta kontrol (hanya disuntik Cas9 tanpa gRNA).



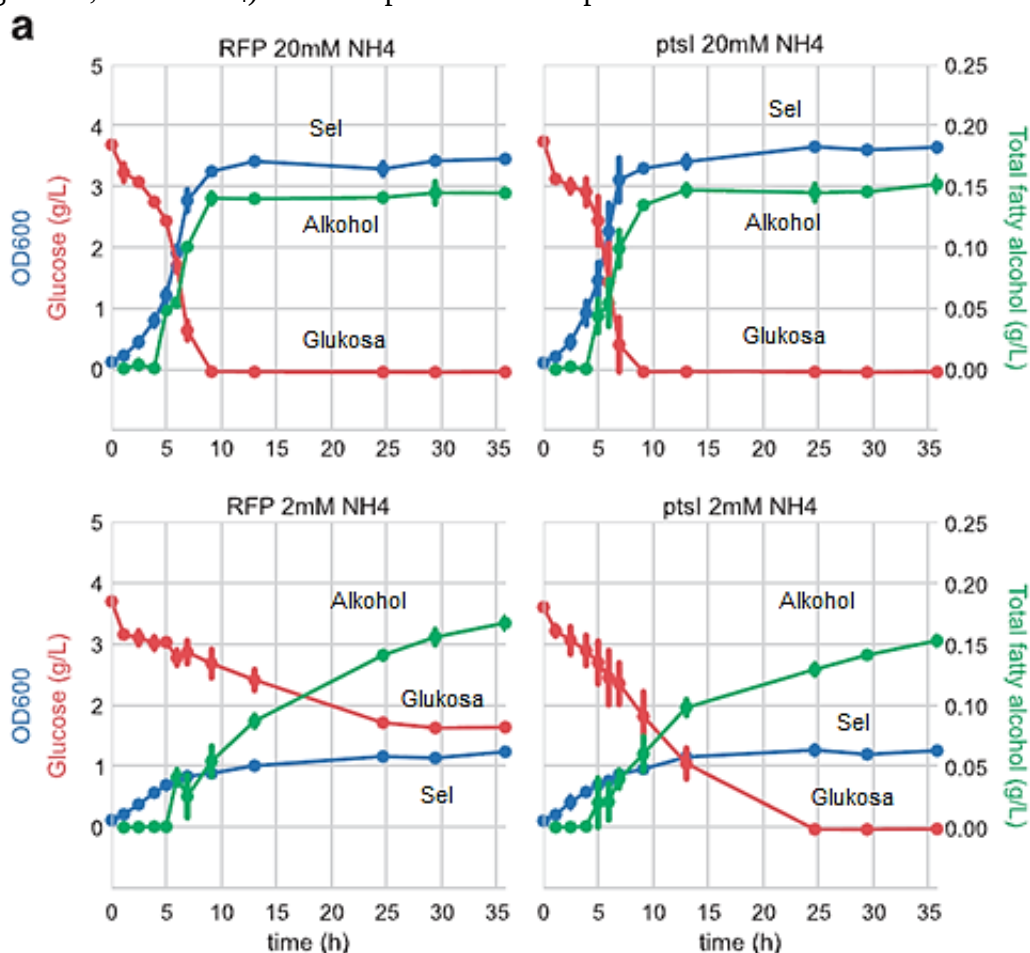
Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. Efektivitas delesi gen secara *in vivo* menggunakan CRISPR/Cas9 dapat dipengaruhi oleh struktur kromatin suatu gen.
 - B. gRNA 2/3 merupakan pilihan terbaik untuk digunakan dalam percobaan delesi HPD pada sel hati mencit.
 - C. Mencit yang gennya disunting (di-*edit*) dengan bantuan gRNA dapat bertahan hidup dan tumbuh lebih sehat dibanding kontrol.
 - D. Terapi HT-I dengan penyuntingan gen memberikan dampak yang lebih permanen dibandingkan dengan pemberian senyawa obat (pendekatan farmakologis).
6. Anda melakukan suatu penelitian menggunakan sistem sintesis protein untuk mensintesis suatu protein yang disimbolkan dengan A. Selanjutnya, anda tahu bahwa protein A memiliki empat sisi sensitif terhadap tripsin, sehingga apabila protein tersebut diberi perlakuan dengan tripsin, maka akan terbentuk 5 fragmen peptida dengan panjang yang mirip, A₁, A₂, A₃, A₄, dan A₅. Pada $t = 0$, anda menambahkan semua 20 asam amino dimana setiap asam amino dilabel dengan ¹⁴C. Kemudian Anda mendapati bahwa peptida A₁ merupakan fraksi peptida terlabel yang paling banyak, diikuti dengan peptida A₂, A₃, A₄, lalu A₅.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. Peptida A₁ adalah ujung amina dari protein A.
- B. Jika protein A terlokalisasi di RE, maka sinyal peptida kemungkinan terletak pada peptida A₅.
- C. Sintesis protein terjadi dari ujung terminal amino ke ujung terminal karboksil.
- D. Pada saat sintesis protein, peptidil transferase mengenali kodon dan tRNA untuk melaksanakan instruksi kode genetik.

7. Gen *PstI* mengkode protein yang terlibat dalam pengambilan glukosa ekstraseluler. *E. coli* yang mengoverekspresikan *PstI* mengakumulasi sedikit produk fermentasi seperti piruvat, laktat, dan asetat. Anda mentransformasi strain $\Delta fadE$ (mutan yang tidak mampu mendegradasi senyawa lemak) dengan dua jenis plasmid: satu memicu overekspresi *PstI* (*low copy*) dan yang lainnya mengekspresikan acyl-coA reductase (*high-copy*), enzim yang terlibat dalam sintesis alkohol lemak. Sebagai kontrol, strain $\Delta fadE$ ditransformasi menggunakan RFP sebagai pengganti *PstI*. Anda menumbuhkan strain ini pada kondisi cekaman karbon (4 g/L glukosa, 20 mM NH_4) dan cekaman karbon dan nitrogen (4 g/L glukosa, 2 mM NH_4) dan memperoleh hasil seperti di bawah ini

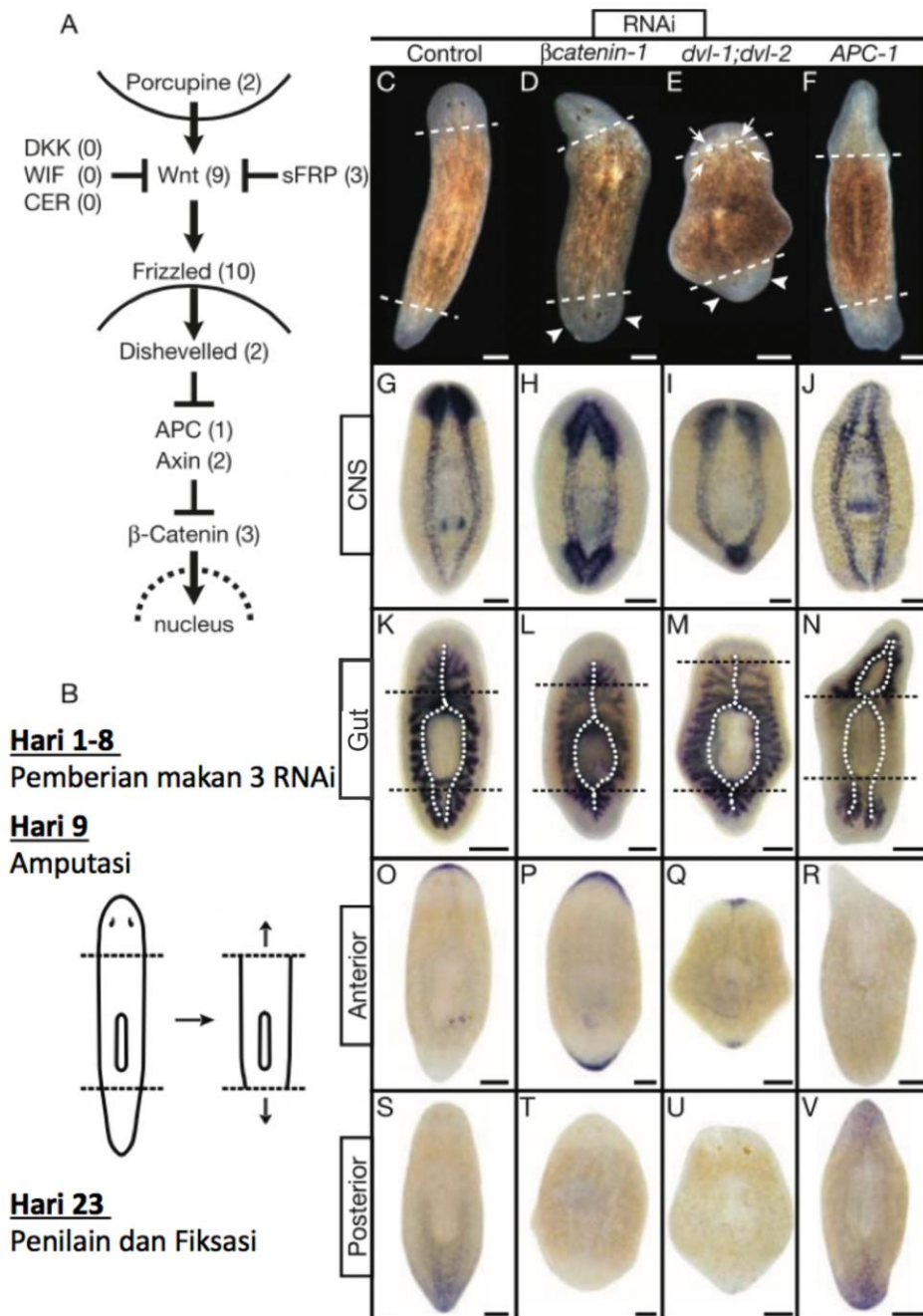


Glucose uptake rate = laju pengambilan glukosa (mmol glukosa / g berat kering sel / jam);
Productivity = produktivitas (g alkohol lemak / g berat kering sel / jam); *Yield* = massa produk per massa substrat.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- Dalam kondisi cekaman karbon, overekspresi *PstI* tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan, pengambilan glukosa, maupun produksi alkohol lemak.
- Produksi asam lemak berhasil dipertahankan saat kondisi cekaman nitrogen.
- Saat cekaman nitrogen, meningkatnya pengambilan glukosa lewat overekspresi *PstI* ikut meningkatkan produktivitas secara signifikan.
- Saat cekaman nitrogen pada strain overekspresi *PstI*, terdapat reaksi pembatas untuk produksi alkohol lemak yang kemungkinan besar berada di dalam jalur glikolisis

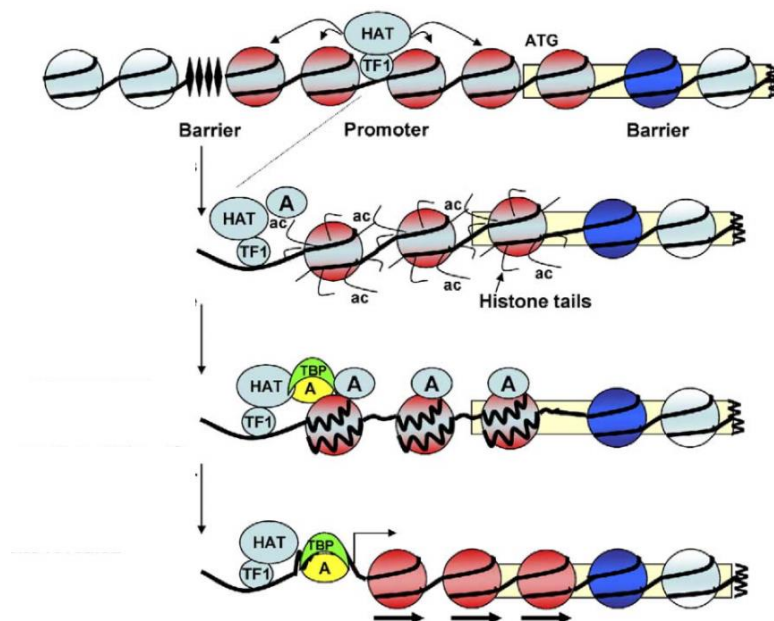
8. Setelah amputasi, planaria air tawar (*Schmidtea mediterranea*) mampu meregenerasi kepala dan ekor secara tepat dari luka anterior atau posterior. Diduga bahwa jalur pensinyalan Wnt/ β -catenin terlibat di dalam mekanisme yang membedakan anterior dan posterior, serta mengarahkan penggantian yang tepat pada bagian tubuh yang hilang. Analisis peranan jalur persinyalan Wnt/ β -catenin pada planaria yang diamputasi bagian anterior atau posteriornya dilakukan dengan menggunakan teknologi RNA *interference* (RNAi) untuk membungkam beberapa gen yang terlibat di dalam jalur pensinyalan Wnt/ β -catenin. Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Ket. Wnt: protein ligan; Frizzled: protein reseptor; Dishevelled (dvl), APC, Axin, dan β -catenin: protein sitoplasmik; sFRP, DKK, WIF, dan CER: protein inhibitor. Box kecil pada bagian kiri gambar menunjukkan marker yang digunakan. Marker anterior adalah Smed-sFRP-1, suatu homolog sFRP sedangkan marker posterior adalah Smed-fz-4, homolog reseptor Frizzled.

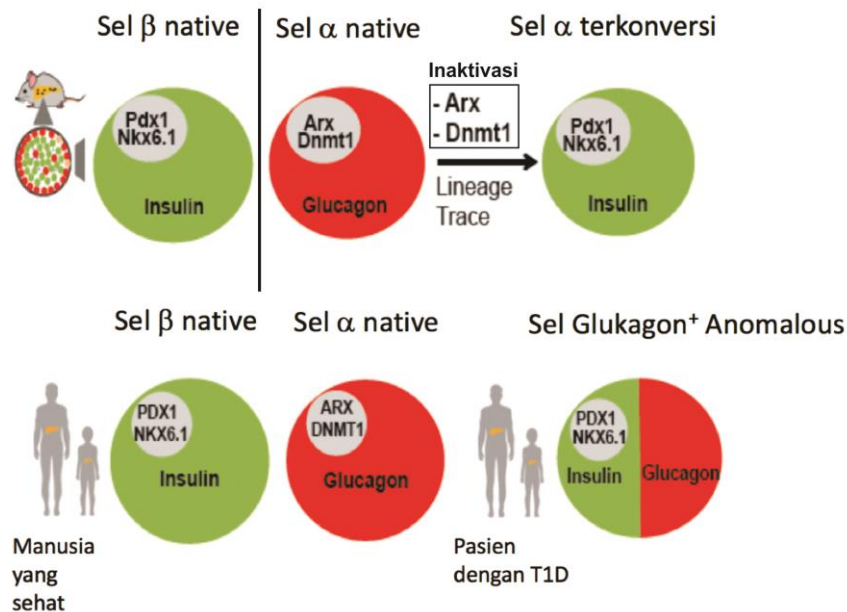
Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. β -catenin terekspresi di bagian anterior planaria karena dibutuhkan untuk spesifikasi dan pola aksis anterior.
 - B. *Dishevelled* (*dvl*) merupakan regulator positif β -catenin dengan cara menghambat kerja Axin dan APC.
 - C. Pada saat planaria diberi perlakuan RNAi terhadap β -catenin dan *dvl* maka bagian posterior mengekspresikan marker anterior.
 - D. Regenerasi kepala dan ekor yang tidak tepat pada hewan yang diberi perlakuan RNAi disebabkan β -catenin bertindak dari sejak awal proses regenerasi.
9. DNA genomik eukariot diatur dalam suatu susunan berulang nukleosom. Nukleosom diketahui berperan penting dalam meregulasi ekspresi gen dari sisi promotor. Terdapat mekanisme umum dimana nukleosom diremodel selama regulasi gen. Suatu penelitian dilakukan untuk mempelajari dinamika nukleosom pada promotor sehingga memengaruhi regulasi gen. Gambar di bawah ini menunjukkan pemodelan dinamis nukleosom, dengan TBP: TATA-binding protein/protein pengikat TATA; TF: faktor transkripsi; HAT: histon asetiltransferase; ac: asetilasi; A: ATPase; tanda panah berarti transkripsi berjalan.



Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. Asetilasi nukleosom menyebabkan ekor histon termobilisasi.
 - B. Perekrutan ATPase pada ekor ac menyebabkan terjadinya *remodeling* nukleosom.
 - C. Pergeseran nukleosom yang bergantung pada HAT berhenti pada *barrier* atau penghalang.
 - D. Nukleosom merupakan unit fungsional dari kromatin dengan barrier atau penghalang berperan sebagai penentu posisi nukleosom.
10. Sel β -pankreas penghasil insulin pada mencit dapat secara lambat beregenerasi dari sel α penghasil glukagon. Pemahaman tentang mekanisme memelihara nasib dan fungsi sel islet pankreas sangatlah penting untuk menjawab tantangan pemulihan fungsi sel β dan α islet, yang terlihat pada penyakit seperti diabetes tipe 1 (T1D). Suatu penelitian menunjukkan bahwa mekanisme dalam memelihara identitas sel α melibatkan *Aristaless-related homeobox* (*Arx*) and *DNA methyltransferase 1* (*Dnmt1*) pada mencit, seperti yang ditunjukkan oleh gambar di bawah ini.

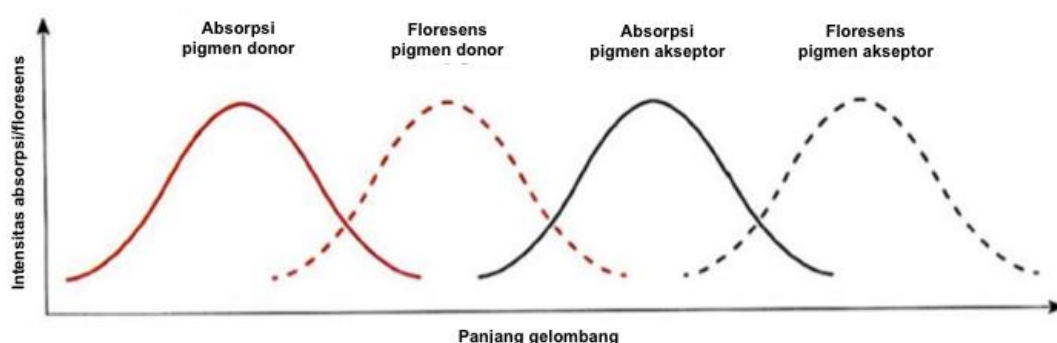


Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- Inaktivasi *Arx* dan *Dnmt1* menyebabkan sel α terkonversi sepenuhnya menjadi sel β dan mengekspresikan marker sel β .
- Pada keadaan normal, peningkatan glukosa menstimulasi fluks Ca^{2+} sehingga menstimulasi endositosis glukagon.
- Reduksi glukosa menyebabkan fluks Ca^{2+} terstimulasi sehingga eksositosis insulin terjadi.
- Pada pasien T1D, sekelompok sel penghasil glukagon menunjukkan kehilangan identitas sel α .

ANATOMI DAN FISILOGI TUMBUHAN

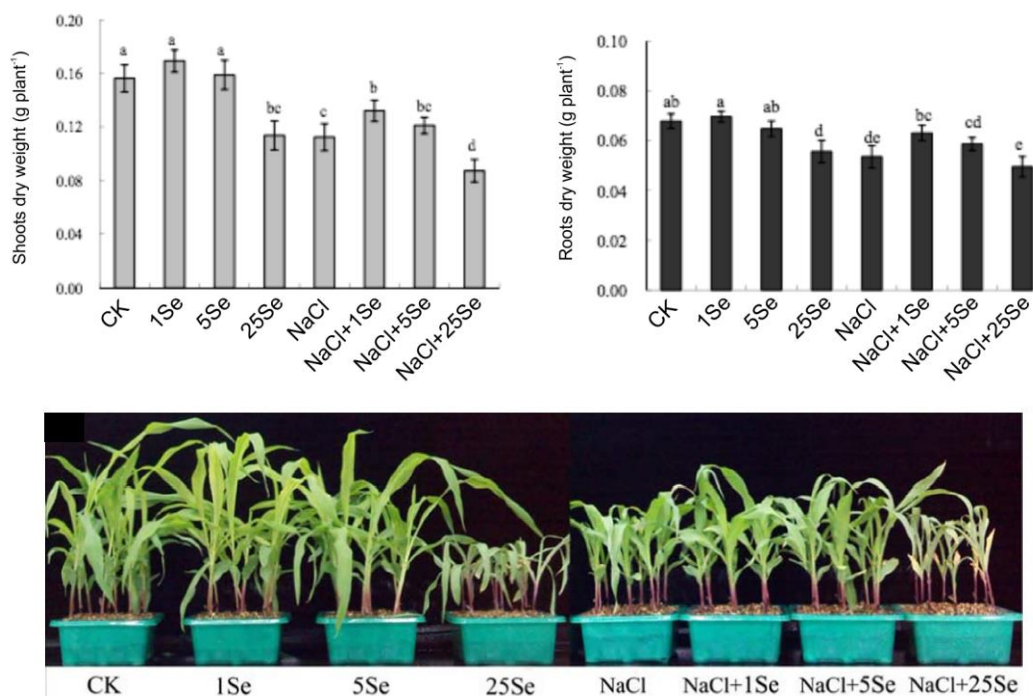
- Perpindahan energi cahaya dapat terjadi secara radiasi dengan jarak tempuh yang sangat jauh. Pada fotosistem, perpindahan energi cahaya terjadi berdasarkan prinsip *resonansi induktif* yang digambarkan dengan kurva berikut ini.



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- Resonansi induktif melibatkan medan listrik dengan frekuensi getaran/osilasi tertentu yang terbentuk di sekitar molekul yang mengalami eksitasi
- Resonansi induktif melibatkan emisi cahaya (floresens) yang dilepaskan oleh molekul yang telah kembali ke keadaan dasar dari keadaan tereksitasi
- Resonansi induktif mungkin terjadi pada jarak yang sangat dekat (kurang dari 10 nm)
- Lamanya waktu perpindahan energi eksitasi dari satu molekul pigmen ke molekul pigmen yang lain hingga mencapai pusat reaksi tidak berpengaruh terhadap efektivitas dari resonansi induktif

12. Suatu penelitian tentang dampak adanya selenium eksogen terhadap cekaman garam telah dilakukan pada tanaman jagung (*Zea mays*). Variabel yang diamati adalah tinggi tanaman, panjang daun, bobot kering, dan tampilan pertumbuhan. Perlakuan yang diberikan adalah penambahan atau tanpa penambahan Se atau NaCl dengan konsentrasi yang berbeda-beda yaitu 1 μM Na_2SeO_3 (1 Se), 5 μM Na_2SeO_3 (5 Se) dan 25 μM Na_2SeO_3 (25 Se). Sebagai pembandingan, digunakan kelompok tanaman kontrol (CK) yang ditumbuhkan pada setengah medium Hoagland. Hasil yang diperoleh ditampilkan pada gambar berikut ini. Huruf yang berbeda pada puncak histogram menunjukkan perbedaan yang nyata.



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

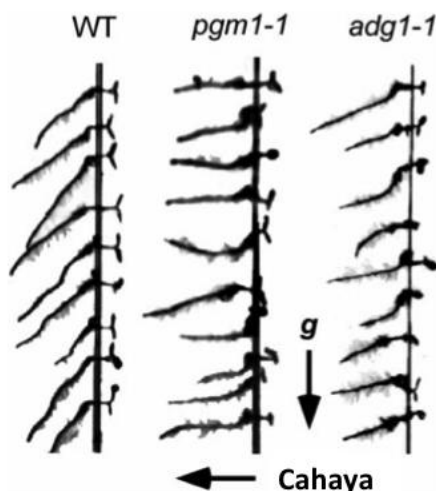
- Penambahan selenium yang rendah tidak berdampak nyata pada bobot kering pucuk tanaman jagung pada kondisi tanpa cekaman garam
- Konsentrasi selenium yang tinggi dapat menurunkan produktivitas tanaman
- Dampak cekaman garam dapat berkurang dengan adanya selenium pada media tanam dengan konsentrasi yang rendah
- Selenium tidak diperlukan oleh tumbuhan karena merupakan logam berat yang berbahaya

13. Perhatikan pola lingkaran tahun dari organ tumbuhan di bawah ini

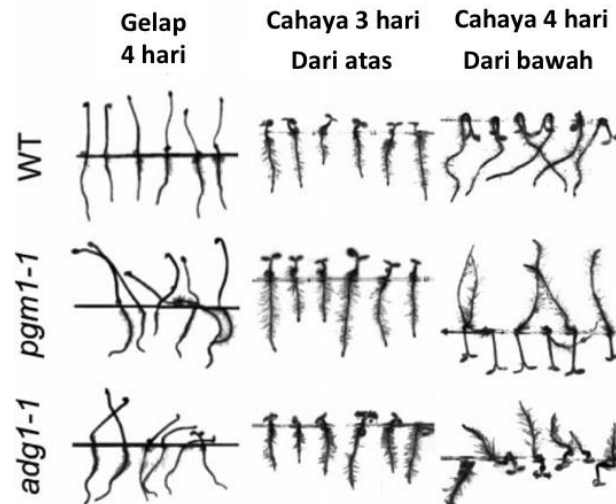


Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- A. Pola lingkaran tumbuh asimetrik di atas terbentuk pada tumbuhan yang tumbuh dengan kondisi cuaca yang berubah-ubah
 - B. Pola lingkaran tumbuh asimetrik seperti di atas dapat ditemukan pada batang yang mendapatkan hembusan angin secara terus menerus dari satu sisi
 - C. Pola lingkaran tumbuh asimetrik seperti di atas dapat terjadi bahkan ketika tumbuhan mendapatkan cekaman fisik dalam waktu singkat
 - D. Sisi yang berwarna lebih gelap menunjukkan bahwa jaringan tersebut tidak aktif lagi dalam proses transport air
14. Sekelompok peneliti melakukan penelitian mengenai gravitropisme dan fototropisme pada akar *Arabidopsis thaliana*. Tiga kelompok tanaman *Arabidopsis* yaitu *wild type* (WT) dan dua mutan tanpa pati di tudung akarnya (*pgm1-1* dan *adg1-1*) digunakan dalam penelitian ini. Respon gravitropisme di bawah pengaruh cahaya diamati dengan melihat pertumbuhan akar kecambah pada orientasi tegak lurus terhadap arah gravitasi (g) seperti pada gambar berikut ini.



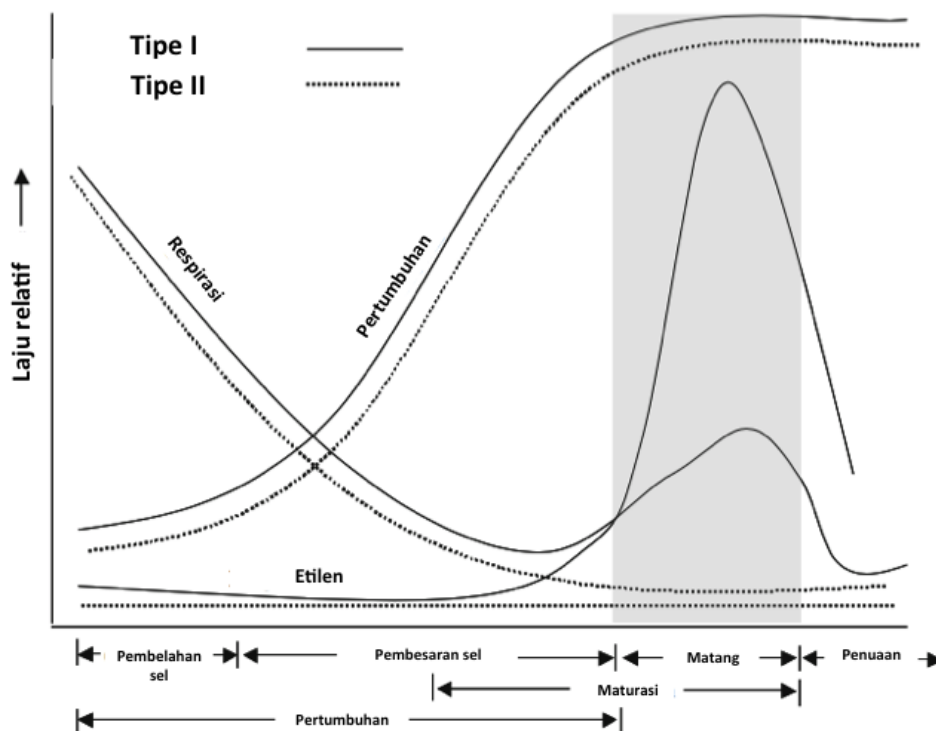
Kemudian dilakukan percobaan yang lain dengan menumbuhkan kecambah pada agar dengan posisi akar tegak (searah dengan gravitasi). Perlakuan cahaya diberikan selama 3 hari dari atas dan 4 hari dari bawah. Hasil pengamatan yang diperoleh ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- A. Ada tidaknya pati pada sel-sel kolumella tidak berdampak pada etiolasi kecambah Arabidopsis
- B. Akar kecambah Arabidopsis merespon cahaya dengan fototropisme positif
- C. Respon akar kecambah Arabidopsis terhadap gravitasi lebih kuat daripada responnya terhadap cahaya
- D. Hasil percobaan tersebut dapat menjelaskan pola pertumbuhan akar napas (pneumatofor) pada tanaman bakau

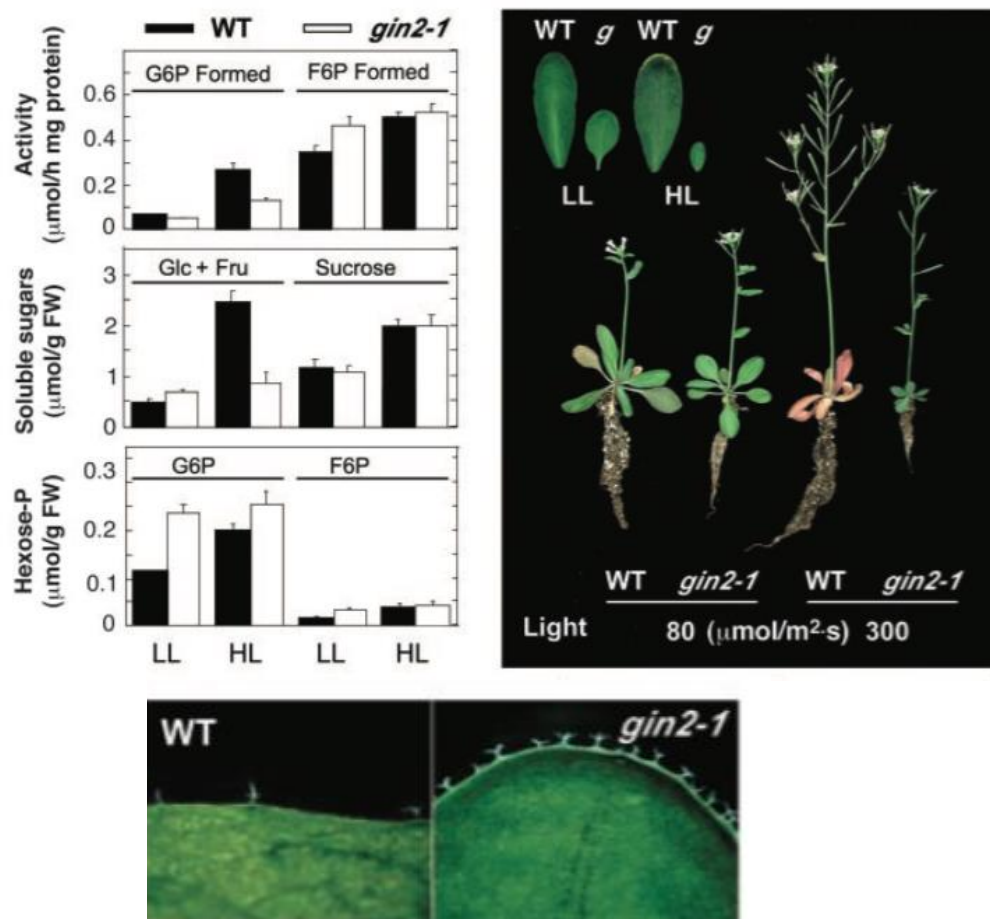
15. Terdapat buah yang dapat diperam supaya lekas masak (*climacteric*) dan tidak dapat diperam (*non-climacteric*). Tiga variabel yaitu pertumbuhan, respirasi sel, dan produksi etilen diteliti pada dua jenis buah ini. Hasil dari penelitian tersebut dituangkan dalam grafik berikut ini.



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- A. Buah klimakterik memiliki kadar etilen endogen yang tinggi pada masa pematangan buah
- B. Buah klimakterik mengalami penurunan produksi karbondioksida terus menerus hingga mencapai penuaan
- C. Pada masa pertumbuhan buah tidak terjadi peningkatan produksi etilen pada buah lemon
- D. Buah Tipe I adalah buah yang dapat diperam, sedangkan buah Tipe II adalah buah yang tidak dapat diperam

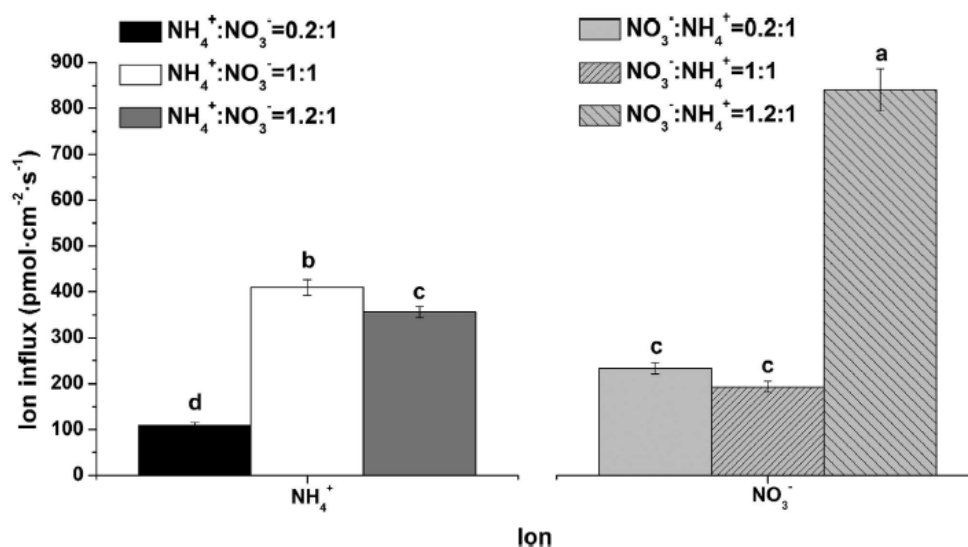
16. Glukosa diketahui memiliki peranan yang sangat vital pada berbagai proses di tumbuhan. Sebuah penelitian dilakukan untuk mengetahui bagaimana faktor lingkungan memengaruhi sinyal gula di dalam tumbuhan untuk mengatur proses pertumbuhan dan perkembangan. *Wild type* (WT) dan mutan *glucose-insensitive* (*gin2-1*) *Arabidopsis* ditumbuhkan pada kondisi intensitas cahaya yang berbeda (*low light*, LL atau *high light*, HL). Hasil percobaan ditampilkan pada gambar di bawah.



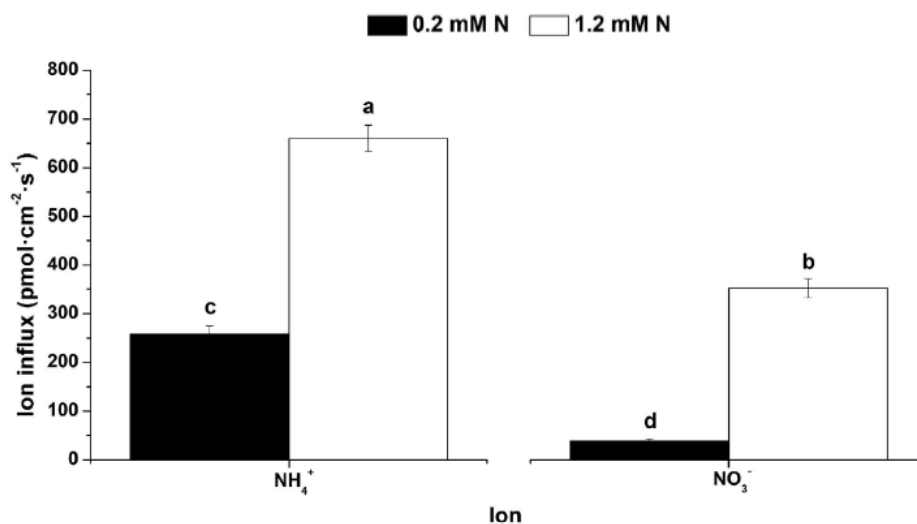
Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. Aktivitas heksokinase terhambat pada mutan *gin2-1* pada kondisi LL maupun HL
- B. Daun mutan *gin2-1* hanya memiliki setengah dari aktivitas fosforilasi glukosa pada WT ketika ditumbuhkan pada LL maupun HL.
- C. Mutan *gin2-1* menyebabkan tertundanya penuaan.
- D. Berdasarkan distribusi trikoma, maka dapat disimpulkan bahwa mutan *gin2-1* memicu ekspansi sel

17. Tanaman teh (*Camellia sinensis*) banyak ditanam di berbagai wilayah di dunia. Kualitas teh yang dihasilkan tanaman ini ternyata bergantung pada senyawa nitrogen yang diberikan. Suatu penelitian untuk mengukur penyerapan nitrogen dalam bentuk ion nitrat dan amonium telah dilakukan pada tanaman ini. Hasil yang diperoleh ditampilkan pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Laju pemasukan (influx) NH_4^+ dan NO_3^- pada permukaan akar teh dengan perbandingan sumber N yang berbeda-beda. Huruf yang berbeda (a, b, c, d) menunjukkan perbedaan yang nyata pada $P < 0.05$.



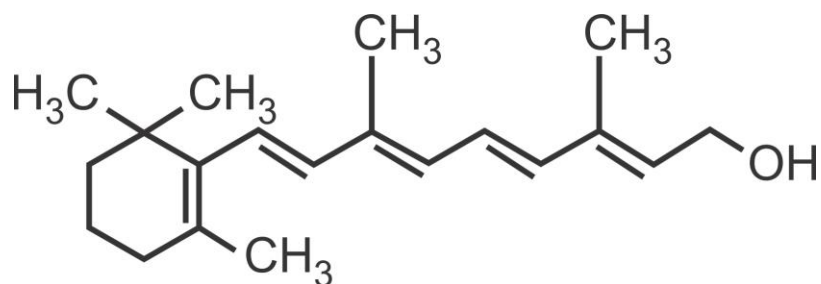
Gambar 2. Laju pemasukan (influx) NH_4^+ dan NO_3^- dengan kadar N yang berbeda-beda. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata pada $P < 0.05$.

Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- Akar teh lebih menyukai ion nitrat dibandingkan ion amonium
- Adanya ion nitrat berdampak positif terhadap pemasukan ion amonium
- Titik kritis pemasukan amonium dicapai ketika proporsi amonium sama dengan proporsi nitrat
- Jika faktor lain diabaikan, tanaman yang diberi pupuk organik dan penambahan *Nitrobacter* pada media tanam dapat meningkatkan pemasukan ion amonium.

ANATOMI DAN FISILOGI HEWAN

18. Perhatikan struktur vitamin berikut ini.



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- Vitamin tersebut dicerna terlebih dahulu sebelum diserap di usus halus
 - Vitamin tersebut dapat berdifusi langsung ke epitel usus halus melalui komponen fosfolipid dari membran sel
 - Vitamin tersebut masuk ke sistem peredaran darah melalui sistem limfatik
 - Vitamin tersebut dibuang dengan cepat melalui urin sehingga harus dikonsumsi setiap hari
19. Beberapa jenis mamalia teradaptasi dengan lingkungan air. Dibandingkan dengan mamalia yang hidup di darat, mamalia yang hidup di air memiliki kemampuan menyelam yang lebih lama dari mamalia darat. Berikut ini adalah perbandingan kondisi fisiologis yang terjadi pada mamalia yang hidup di air dan di darat ketika mereka menyelam.

Kondisi fisiologis	Mamalia air	Mamalia darat
Volume darah	+	=
Hematokrit/ hemoglobin	+	=
Myoglobin	+	=
Suhu tubuh	-	=
Detak jantung	-	-
Diameter arteriol	-	-

Keterangan: + meningkat; - menurun; = tidak berubah

Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- Semua mamalia mengalami penurunan metabolisme di otaknya ketika sedang menyelam
 - Mamalia air mampu menyelam lebih lama daripada mamalia darat karena mamalia air mampu mensuplai oksigen ke jaringan lebih baik dibanding mamalia darat
 - Otot mamalia air lebih cepat mengakumulasi asam laktat daripada mamalia darat
 - Mamalia air memiliki organ yang berfungsi menyimpan sel darah merah, pada saat menyelam sel darah merah ini dilepaskan sehingga menyebabkan peningkatan volume darah dan hematokrit. Kondisi sebaliknya tidak terjadi pada mamalia darat.
20. CMV dan HSV adalah dua virus yang menyerang ibu hamil dan dapat ditransfer ke bayi sehingga menimbulkan kecacatan pada bayi. Uji serologi terhadap IgM dan IgG dapat dilakukan untuk menguji apakah bayi yang lahir terinfeksi virus dan apakah virus ditransfer dari ibu melalui plasenta. Berikut ini data hasil uji serologi pada Ibu pada kehamilan tiga semester pertama dan bayi setelah 1 bulan dilahirkan.

Virus	Ibu		Bayi	
	IgM	IgG	IgM	IgG
CMV	+	+	+	-
HSV	+	+	-	+

Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- A. Ibu dari bayi tersebut pernah terinfeksi CMV dan HSV
- B. Ibu dari bayi tersebut terinfeksi CMV ataupun HSV pada kehamilan trimester pertama
- C. Bayi terinfeksi CMV yang masuk melalui plasenta
- D. Bayi kemungkinan tidak terinfeksi HSV, dan IgG yang ditemukan pada bayi berasal dari IgG ibu yang ditransfer melewati plasenta

21. Tanda hitam pada gambar di bawah menunjukkan aktivitas dari salah satu jenis lemak ketika tubuh didedahkan pada suhu ruang dan suhu dingin.

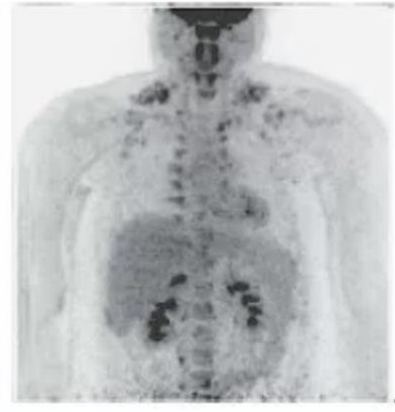
Relawan A pada suhu ruang



Relawan A pada suhu dingin



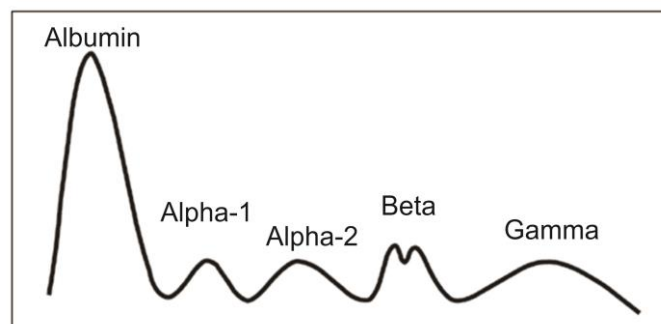
Relawan B pada suhu dingin



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- A. Lemak di atas berfungsi untuk menurunkan transfer panas dari tubuh ke lingkungan pada saat suhu lingkungan dingin
- B. Relawan A lebih mudah kehilangan panas tubuhnya daripada relawan B
- C. Relawan A memiliki lapisan lemak di bawah kulit yang lebih tinggi dari B
- D. Lemak ini berfungsi mempertahankan suhu organ-organ vital tubuh dan bukan suhu tungkai seperti kaki dan tangan

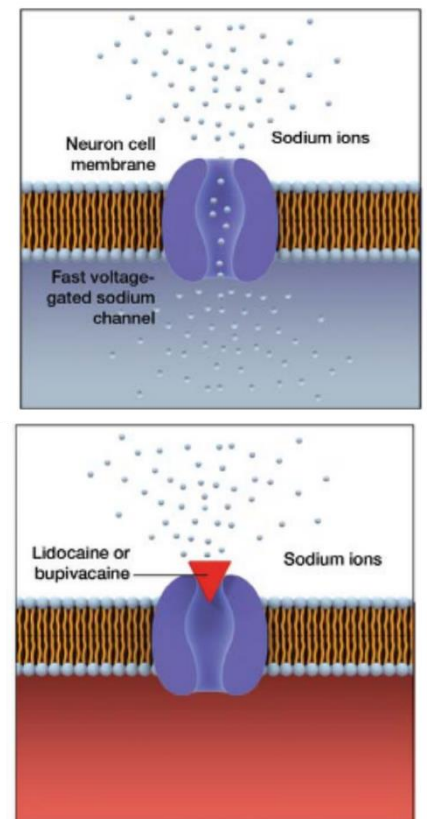
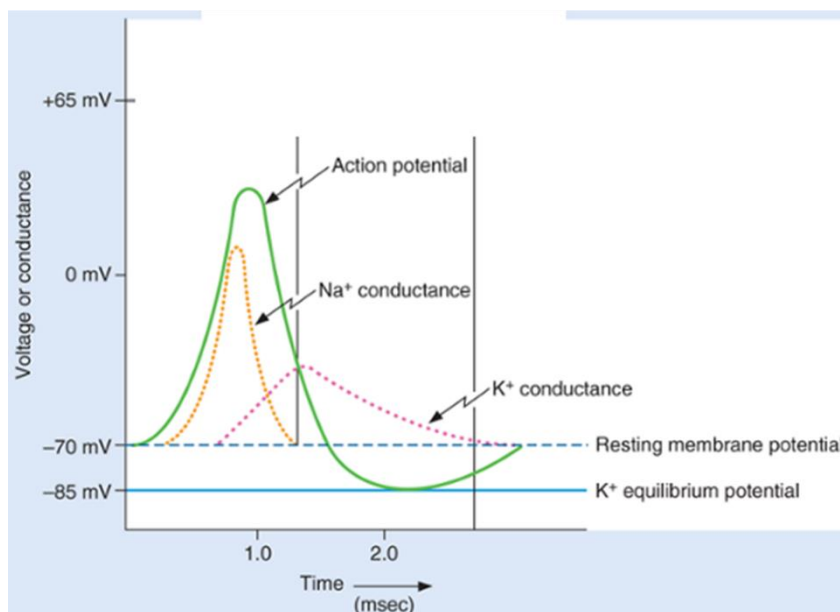
22. Berikut ini adalah profil protein yang terdapat di plasma darah orang normal.



Seorang pasien rumah sakit yang melakukan uji sampel darah menunjukkan adanya penurunan pada kadar protein labumin. Berikut ini adalah pernyataan yang berkaitan dengan faktor yang menyebabkan menurunnya kadar albumin pada plasma pasien. Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- A. Pasien kemungkinan mengalami dehidrasi
- B. Pasien mengalami kerusakan hati
- C. Pasien mengalami nefritis
- D. Pasien mengkonsumsi obat deuresis (menghambat penyerapan air di tubulus ginjal)

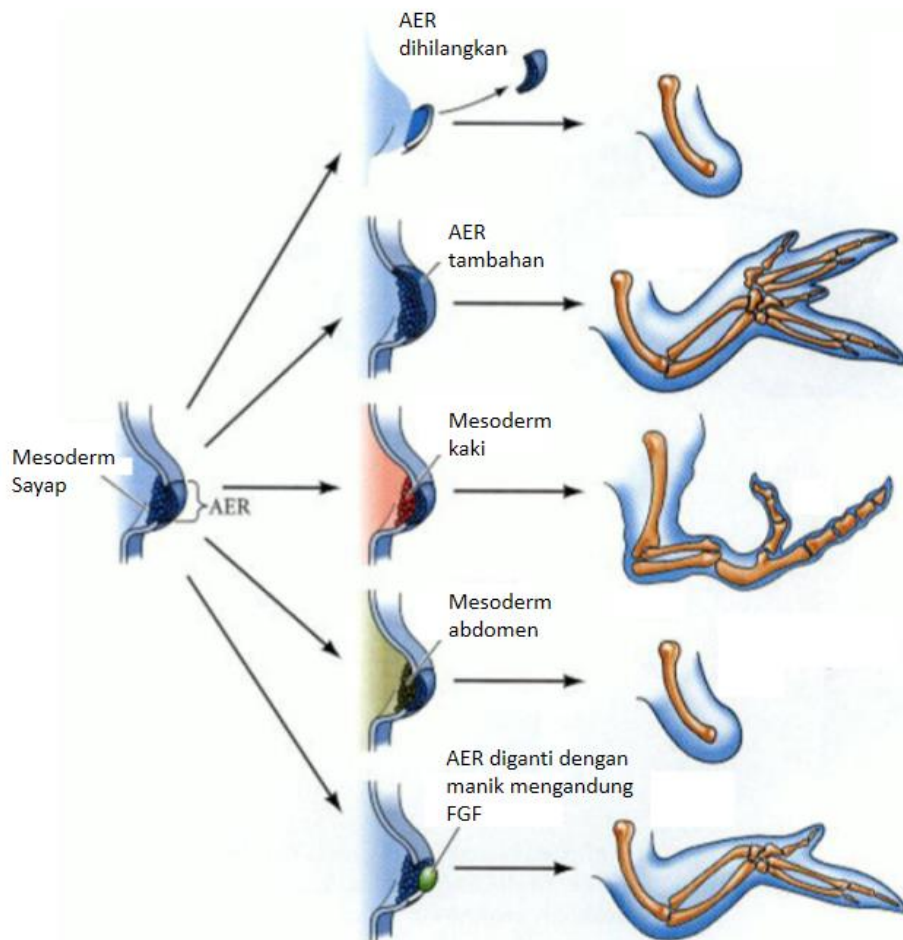
23. Rangsang dihantarkan di sepanjang akson dalam bentuk potensial aksi (gambar sebelah kiri). Potensial aksi terbentuk akibat terbukanya Na^+ dan K^+ *voltage gated channel*. Lidokaine merupakan senyawa yang dapat memblok Na^+ *voltage gated channel* (gambar kanan bawah).



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- A. Semakin tinggi konsentrasi lidokaine yang disuntikkan, maka semakin pendek puncak potensial aksi, hingga pada konsentrasi tertentu potensial aksi tidak akan terbentuk
- B. Penyuntikan senyawa ini ke ibu jari pada dosis yang tepat akan menyebabkan ibu jari kehilangan sensasi rasa, namun pergerakan ibu jari masih bisa dikontrol secara sadar oleh otak.
- C. Penyuntikan senyawa ini menyebabkan neurotransmitter tidak dilepaskan di antara neuron sensorik dan inter neuron di sum-sum tulang belakang
- D. Penyuntikan senyawa ini menyebabkan tidak dilepasnya neurotransmitter asetilkolin pada sinaps neuromuscular

24. Diagram berikut ini menunjukkan peranan lapisan mesoderm, AER, dan molekul FGF terhadap perkembangan tungkai depan (bagian yang akan berkembang menjadi sayap).



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

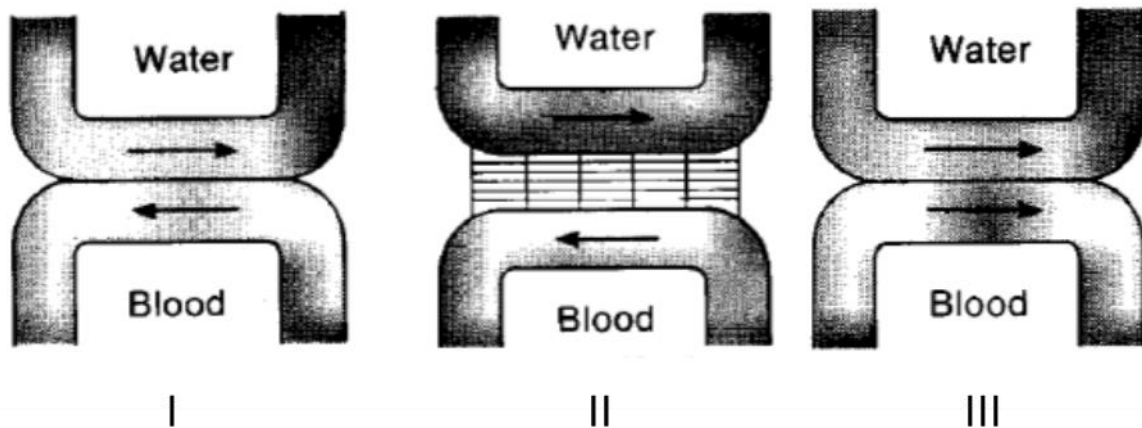
- A. AER merupakan lapisan sel yang berperan menentukan jenis tungkai yang berdiferensiasi (sayap atau kaki)
- B. Tungkai tidak akan terbentuk jika sel-sel mesoderm di bawah AER dihilangkan
- C. FGF merupakan senyawa yang dilepaskan oleh mesoderm sayap yang menginduksi AER dalam pembentukan sayap
- D. Jika pada percobaan ke-3 dari atas, AER diganti dengan manik yang mengandung FGF maka tungkai yang terbentuk adalah kaki

25. Faktor yang membatasi difusi oksigen pada sistem pernafasan hewan dapat dijelaskan menggunakan hukum Fick's:

$$Q = D.A \frac{P_1 - P_2}{L}$$

Dimana:

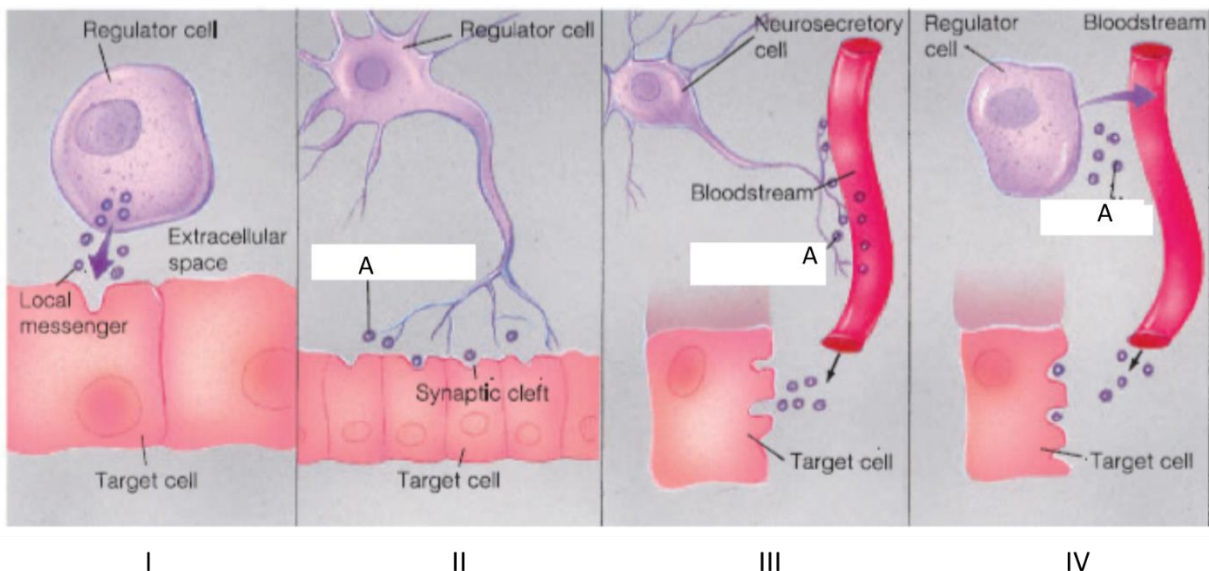
- Q = laju difusi
- D = koefisien difusi (tergantung pada media respirasi)
- P1-P2 = perbedaan tekanan parsial oksigen
- A = Luas area difusi
- L = Jarak yang ditempuh gas untuk berdifusi



Gambar di atas menunjukkan 3 model aliran darah dan air pada sistem pernafasan hewan air. Asumsikan bahwa A (luas area difusi) dari ketiga model di atas sama, maka tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- A. Sistem pernafasan I merupakan sistem yang paling efisien dalam mengambil oksigen dari air.
- B. Pada sistem I dan II, darah yang keluar dari sistem pernafasan mengandung oksigen yang lebih tinggi dibanding oksigen pada air yang keluar dari sistem pernafasan.
- C. Sistem I lebih baik dari II, karena sistem I bisa mempertahankan gradien oksigen (P1-P2) lebih baik dari II
- D. Sistem III paling tidak efisien karena tidak mampu mempertahankan gradien oksigen (P1-P2)

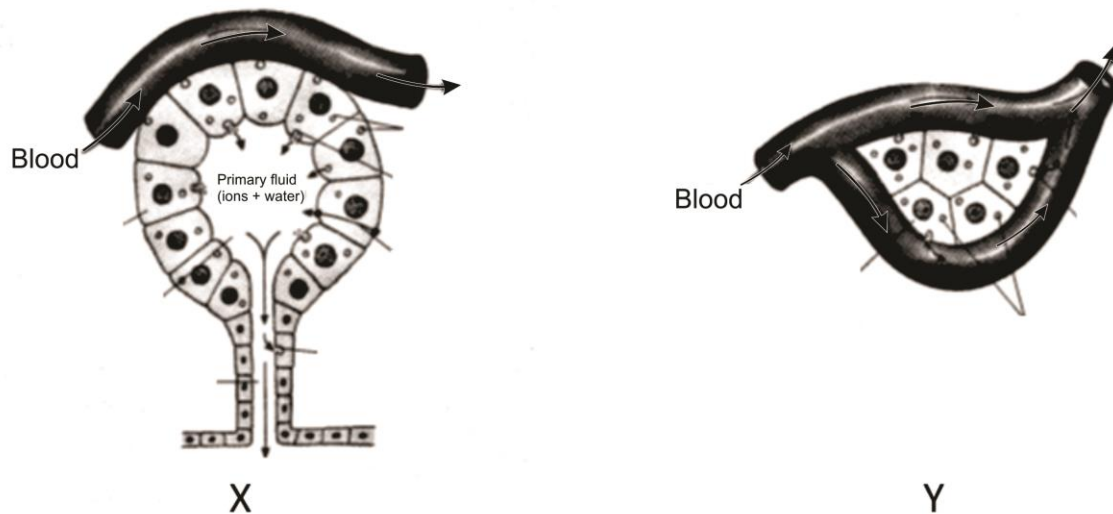
26. Gambar berikut ini menunjukkan mekanisme komunikasi antar sel kingdom animalia. Huruf A menunjukkan molekul sinyal.



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

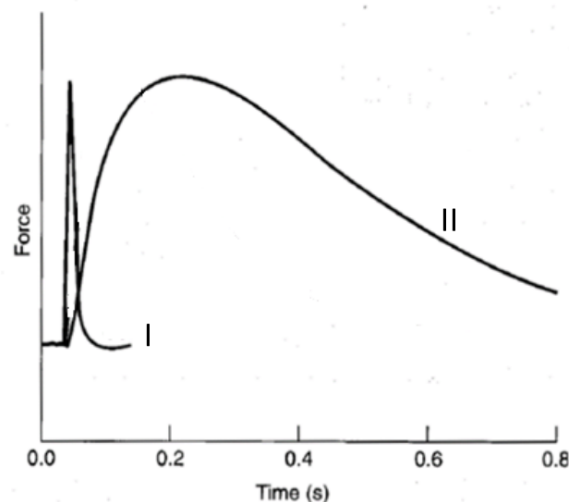
- A. Sistem I merupakan sistem yang dimiliki oleh semua anggota kingdom Animalia
- B. Molekul yang disebut dengan neurotransmitter dihasilkan oleh sistem II dan III
- C. Hanya sistem IV yang menghasilkan molekul yang disebut dengan hormon
- D. Sistem III ditemukan pada bagian posterior dari hipofisis/pituitary

27. Pankreas merupakan kelenjar di dalam tubuh yang berperan sebagai eksokrin dan endokrin. Berikut ini dua tipe kelenjar yang ditemukan di pankreas.



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

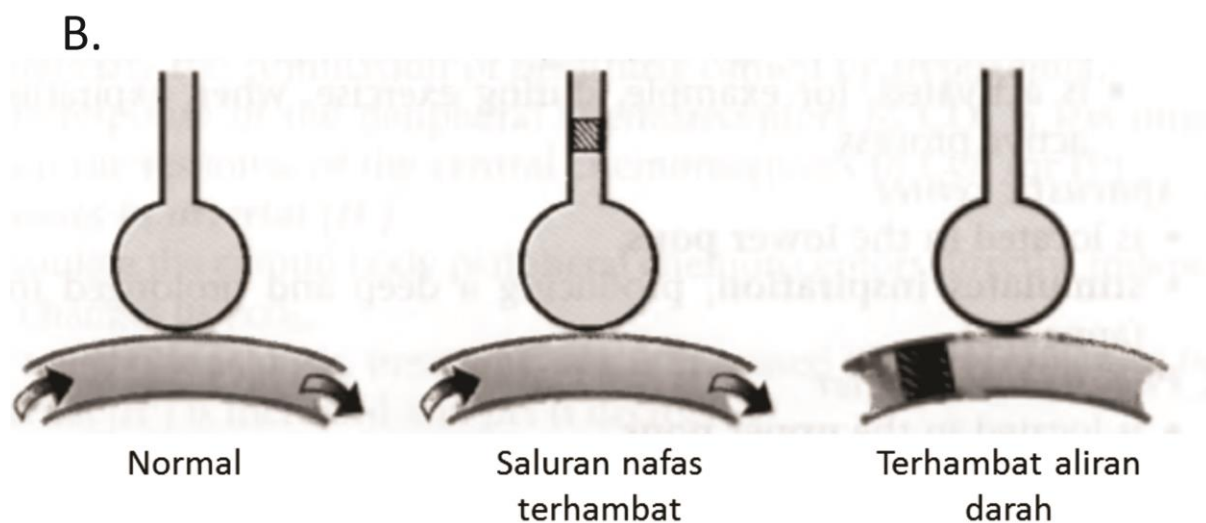
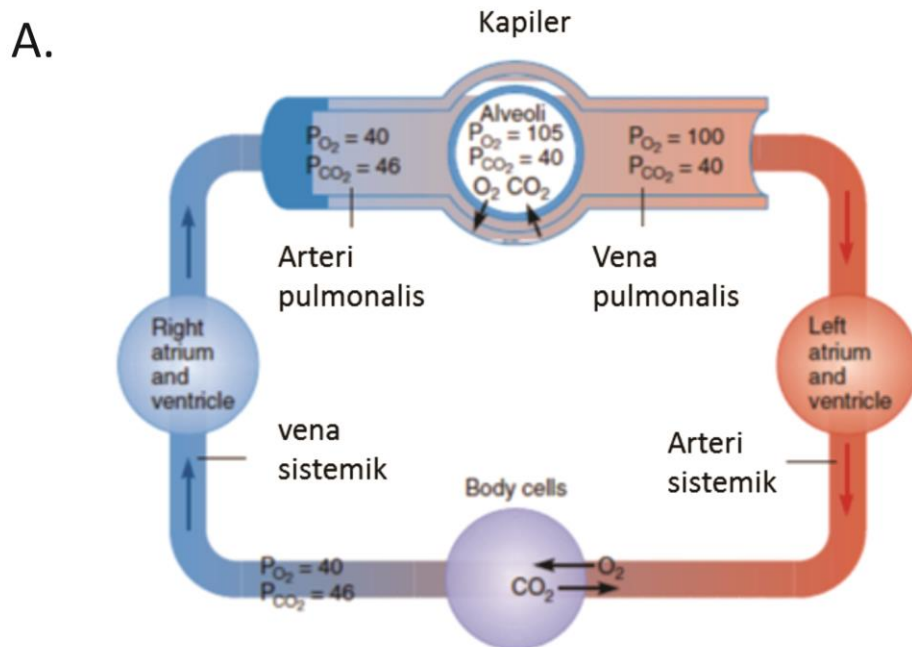
- Senyawa/molekul yang terlibat dalam menjaga keseimbangan kadar kalsium dalam darah diproduksi oleh kelenjar X
 - Antagonis dari hormon adrenalin diproduksi oleh hormon Y
 - Senyawa/molekul yang berfungsi menjaga pH cairan di usus halus diproduksi oleh X
 - Y menghasilkan protein yang mengkatalisis polimerisasi glukosa menjadi glikogen
28. Berikut ini adalah karakteristik kontraksi dari dua otot pada ikan katak (*frogfish*).



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- Ikan katak jantan menghasilkan suara dengan menggetarkan pita suara untuk menarik ikan katak betina. Otot I lebih cocok untuk menyusun pita suara ikan katak jantan daripada otot tipe II
- Rangsangan dengan frekuensi tinggi membuat otot tipe II lebih mudah tetanus daripada otot tipe I
- Otot tipe I memiliki aktivitas myosin ATPase yang lebih tinggi dari otot tipe II
- Otot tipe I kemungkinan memiliki jumlah pompa Ca^{++} di RE yang lebih banyak dari otot tipe II

29. Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan tekanan parsial dari oksigen dan karbondioksida pada alveolus dan sistem peredaran darah (Gambar A). Gangguan pada saluran nafas atau aliran darah ke paru-paru (Gambar B) dapat mengubah tekanan parsial oksigen dan karbondioksida pada masing-masing ruang.

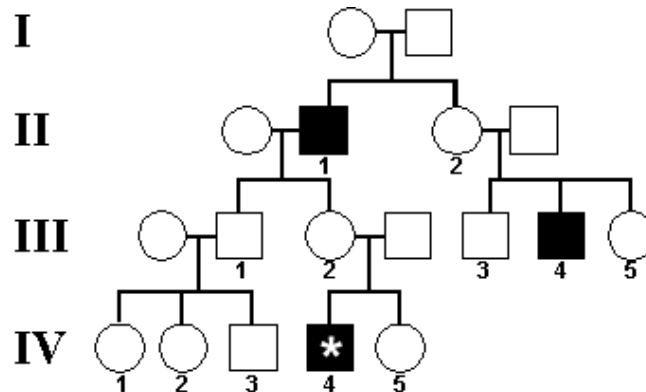


Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- Penghambatan saluran nafas mengakibatkan penurunan PO_2 dan peningkatan PCO_2 pada darah di arteri sistemik
- Tersumbatnya pembuluh arteri pulmoner mengakibatkan penurunan PO_2 dan peningkatan pCO_2 pada darah di arteri sistemik
- Tersumbatnya saluran tidak mempengaruhi PO_2 dan PCO_2 di alveolus
- Tersumbatnya arteri pulmoner tidak mempengaruhi PO_2 namun meningkatkan PCO_2 di alveolus

GENETIKA DAN EVOLUSI

30. Diagram silsilah berikut ini menunjukkan pola penurunan penyakit *R* pada suatu keluarga:



Warna hitam menunjukkan individu penderita *R*, warna putih menunjukkan individu berfenotip normal. Kotak dan lingkaran menunjukkan pria dan wanita secara berturut-turut. Tanda * menunjukkan individu yang memiliki sindrom Klinefelter.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- Penyakit ini diturunkan secara autosomal resesif.
 - Apabila individu III-5 menikah dengan seorang pria sehat dan saat ini sedang mengandung seorang anak laki-laki. Probabilitas anak laki-laki tersebut tidak menderita penyakit *R* adalah 0,75.
 - Abnormalitas jumlah kromosom yang dialami individu * timbul akibat adanya peristiwa gagal berpisah pada garis maternal.
 - Abnormalitas jumlah kromosom yang dialami individu * timbul akibat adanya peristiwa gagal berpisah saat meiosis I.
31. Operon *lac* tersusun atas regulator (*lacI*), operator (*lacO*), promoter (*lacP*), dan gen – gen struktural pengkode enzim yang berperan dalam pemanfaatan laktosa oleh bakteri. *LacZ* dan *lacY* merupakan gen struktural yang mengkode β -Galaktosidase dan Permease secara berturut – turut. Pada sebuah laboratorium, seorang peneliti mengkultur 4 jenis strain *E. coli* diploid parsial dengan genotipe *lac* seperti yang tertera pada tabel. Genotipe *lacO^c* melambangkan mutan dengan operator konstitutif. Genotip *lacI^s* melambangkan mutan dengan *super repressor*, yakni represor yang menempel sangat kuat pada operator. Diketahui bahwa mutasi *lacO^c* bersifat *cis*, sedangkan mutasi *lacI^s* merupakan mutasi *trans*.

Strain	Genotipe
I	<i>lacI⁻ lacP⁺ lacO^c lacZ⁺ lacY⁺ / lacI⁺ lacP⁺ lacO⁺ lacZ⁻ lacY⁻</i>
II	<i>lacI⁺ lacP⁻ lacO^c lacZ⁻ lacY⁺ / lacI⁻ lacP⁺ lacO⁺ lacZ⁺ lacY⁻</i>
III	<i>lacI^s lacP⁺ lacO⁺ lacZ⁺ lacY⁻ / lacI⁺ lacP⁺ lacO⁺ lacZ⁻ lacY⁺</i>
IV	<i>lacI^s lacP⁻ lacO⁺ lacZ⁻ lacY⁺ / lacI⁺ lacP⁺ lacO⁺ lacZ⁺ lacY⁺</i>

Berdasarkan keterangan tersebut, perkirakanlah apakah keempat strain tersebut menghasilkan β -Galaktosidase dan Permease atau tidak baik pada kondisi tanpa maupun dengan adanya laktosa. Tanda “+” menunjukkan adanya sintesis enzim, sedangkan tanda “-” menunjukkan bahwa enzim tidak disintesis. Tentukan apakah baris a - d pada tabel di bawah merupakan deduksi yang benar atau salah!

	Strain	Tanpa Laktosa		Ada Laktosa	
		β -Galaktosidase	Permease	β -Galaktosidase	Permease
A.	I	+	+	+	+
B.	II	-	-	+	-
C.	III	-	-	-	+
D.	IV	-	-	+	+

32. Sebagian besar spesies domestik berevolusi melalui mekanisme seleksi artifisial untuk keuntungan manusia. Domestikasi anjing dari serigala dimulai pada era Mesolitik ketika manusia hidup sebagai pemburu dan pengumpul nomaden. Beberapa serigala yang tidak takut dengan manusia seringkali datang ke area perkemahan. Seiring dengan berjalannya waktu, mereka mengembangkan kegunaan (*utility*) sebagai penjaga kemah dari hewan liar pendatang ataupun musuh, hingga nantinya terus berkembang sebagai pelacak hewan buruan. Domestikasi kucing baru dimulai ketika manusia telah membangun pemukiman permanen dan lahan pertanian. Kucing liar (*wildcats*) hidup secara soliter dan secara eksklusif melindungi teritori mereka sehingga mereka lebih terikat pada suatu wilayah dibandingkan pada manusia. Berbeda dengan anjing, kucing tidak menjalankan perintah sehingga kegunaan mereka rendah bagi komunitas manusia pada masa itu. Diduga bahwa kehadiran kucing liar pada lingkungan sekitar ditoleransi oleh manusia dan kemudian seiring dengan berjalannya waktu, mereka berdivergensi dari kerabat liarnya.

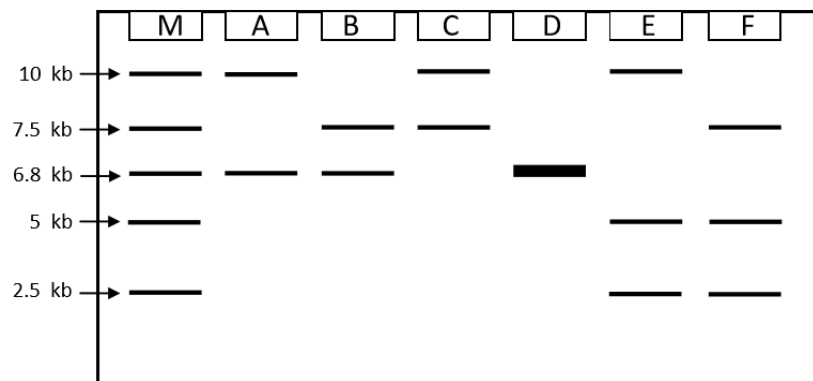
Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. Berbeda dengan seleksi alam, seleksi artifisial tidak bergantung pada variasi alami.
 - B. Kemampuan melacak anjing merupakan atribut yang disempurnakan melalui seleksi artifisial.
 - C. Domestikasi awal anjing dan kucing terjadi melalui seleksi artifisial.
 - D. Divergensi kucing domestik dari kerabat kucing liarnya kemungkinan melibatkan isolasi reproduktif behavioral akibat perkawinan tidak acak (*nonrandom mating*) dan preferensi habitat terhadap lingkungan urban.
33. Pada salah satu spesies belalang di Vietnam, warna coklat dominan terhadap hijau. Penelitian dilakukan untuk mengetahui perubahan frekuensi alel pada belalang yang hidup di padang rumput dan hutan yang terletak bersebelahan. Sampel yang berasal dari populasi hutan menunjukkan bahwa frekuensi alel dominan dan resesif sama. Sedangkan pada populasi padang rumput frekuensi alel dominan 0.4. Setelah satu generasi, peneliti kembali ke daerah tersebut dan mengambil sampel belalang-belalang muda. Dari 100 sampel yang berasal dari hutan, didapatkan individu berwarna hijau sebanyak 23 ekor. Sedangkan pada populasi padang rumput jumlah serangga berwarna hijau dan coklat sama. Asumsikan jumlah sampel yang diambil selalu 100 ekor.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

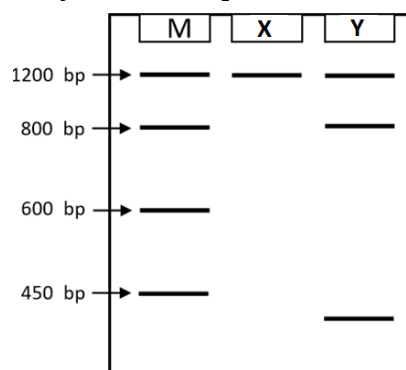
- A. Telah terjadi seleksi direksional ke arah yang sama pada populasi belalang di hutan dan padang rumput
- B. Koefisien seleksi pada populasi hutan adalah 0.3

- C. Proses seleksi yang sedang berlangsung tersebut jika dibiarkan semakin lama dapat menghasilkan spesiasi
- D. Kemungkinan jumlah individu homozigot dominan pada populasi padang rumput pada saat sampling pertama kali adalah 18 ekor
34. Suatu gen yang berperan dalam pembentukan sayap vestigial (*Vst*) diisolasi dari 200 ekor *Drosophila*. Gen isolat direstriksi kemudian dilakukan hibridisasi menggunakan metode *Southern blotting*. Dari populasi tersebut didapatkan 6 pola pita yang berbeda (A-F). Probe yang digunakan memiliki ukuran 150 bp. Jumlah individu dengan pola yang sama ditunjukkan pada tabel berikut. Marker yang digunakan ditunjukkan dengan huruf M dengan ukuran pita 10 kb, 7.5 kb, 6.8 kb, 5 kb dan 2.5 kb.



Pola	A	B	C	D	E	F
Jumlah Individu	45	38	27	29	31	30

mRNA total dari *Drosophila* tersebut juga diisolasi. mRNA dari gen *Vst* tersebut kemudian diamplifikasi dan hasilnya direstriksi dengan enzim yang sama. Hibridisasi dengan probe yang sama hanya menghasilkan dua pola yang berbeda sebagai berikut. 139 sampel memiliki pola X dan sisanya memiliki pola Y.



Tentukan pernyataan berikut ini benar atau salah.

- A. Terdapat setidaknya 5 alel berbeda dari gen *Vst* yang ditemukan pada populasi *Drosophila* sampel
- B. Enzim restriksi hanya memotong pada bagian intron dari gen sehingga pola mRNA yang dihasilkan lebih sedikit
- C. Probe kemungkinan menempel pada bagian tertentu dari ekson yang diapit oleh dua intron
- D. Individu dengan pola E dan F mengalami trisomy pada kromosom yang mengandung gen tersebut

35. Seorang peneliti melakukan persilangan tikus dengan warna rambut yang berbeda. Terdapat 4 warna rambut yang berbeda yaitu putih, coklat, abu-abu, dan hitam. Seluruh faktor lingkungan dibuat sama kecuali pada beberapa percobaan dimana suhu divariasikan. Semua induk yang disilangkan merupakan galur murni. individu hasil persilangan sebagai berikut.

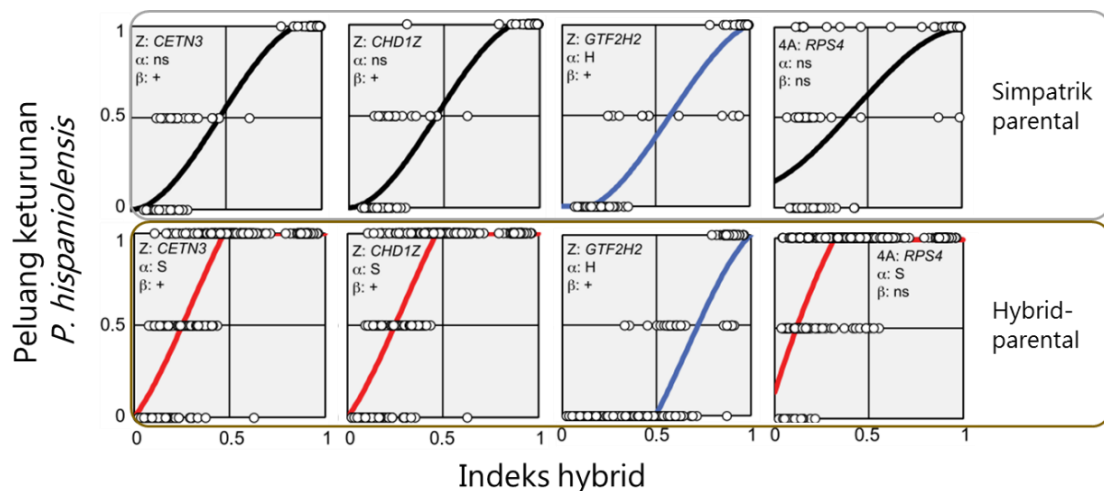
Percobaan	Fenotip Parental	Suhu ruangan (°C)	Fenotip F1
I	Hitam $\times$ hitam	30	Semua hitam
II	Putih-I $\times$ putih-I	30	Semua putih
III	Putih-I $\times$ putih-II	22	Semua putih
IV	Abu-abu-II $\times$ coklat	30	Semua Hitam
V	Abu-abu-II $\times$ coklat	22	1 Abu-abu : 1 hitam
VI	Abu-abu-I $\times$ abu-abu-II	30	Semua abu-abu
VII	Coklat $\times$ coklat	30	Semua coklat
VIII	Coklat $\times$ coklat	22	1 abu-abu : 1 coklat

Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- Terdapat empat gen yang berperan dalam sintesis warna rambut pada tikus
 - Suhu lingkungan dibawah 22°C menyebabkan 50% dari enzim yang berperan dalam pembentukan warna coklat mengalami inaktivasi
 - Probabilitas dihasilkan F2 berwarna abu-abu dari persilangan antar F1 pada percobaan IV sebesar 25%
 - Salah satu gen dalam sintesis warna rambut bekerja dengan cara menghambat kerja satu enzim lainnya
36. Mekanisme hibridisasi sebagai moda spesiasi masih belum banyak dimengerti. Terutama tentang sejauh apa isolasi antara hybrid dengan parentalnya berkembang dari ketidakcocokan genetik yang telah ada antara spesies parental atau timbul dari interaksi epistasis baru antara bagian-bagian genom spesies hybrid. Hermansen *et al* (2014) berusaha menjelaskan mekanisme tersebut pada burung dari genus *Passer*. Dalam taksa *Passer*, perkawinan antarspesies terjadi pada *P. domesticus* dan *P. hispaniolensis*, menimbulkan takson hybrid *P. italiae*, yang secara fenotip dan genotip merupakan campuran kedua spesies parentalnya.



Untuk menguji lokus yang berpotensi berasosiasi dengan isolasi reproduktif, Hermansen *et al* (2014) menggunakan pendekatan *cline* terhadap genom spesies hybrid. Pendekatan ini mengasumsikan bahwa jika ketidakcocokan hybrid-parental sudah dimiliki dari sejak spesies parental, gen yang memengaruhi hybrid-parental ini juga harus berperan dalam isolasi reproduktif ketika spesies parental hadir secara simpatrik. Gen diisolasi dari area habitat dari ketiga spesies tersebut (hybrid-parental) dan area simpatrik kedua spesies parental tanpa kehadiran hybrid (simpatrik parental). Cline genomik untuk empat gen disajikan dalam grafik berikut.

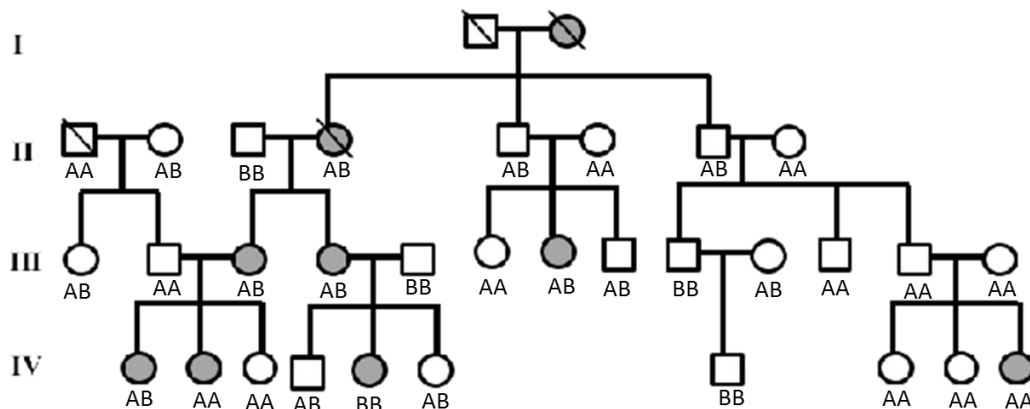


Indeks hybrid menunjukkan seberapa hybrid individu asal gen dengan 0 menunjukkan *P. domesticus* murni dan 1 menunjukkan *P. hispaniolensis* murni. Huruf Z menunjukkan gen yang berasal dari kromosom sex, A menunjukkan gen yang berasal dari autosom. Parameter α menunjukkan peluang gen berasal dari salah satu spesies parental dengan 'H' menunjukkan peluang yang lebih besar bagi gen untuk berasal dari *P. domesticus* dan 'S' untuk *P. hispaniolensis*. Parameter β menunjukkan kecuraman cline dengan '-' menunjukkan cline landai (banyak pertukaran gen), '+' menunjukkan cline curam (pertukaran gen terbatas), dan 'ns' menunjukkan netral.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- Gen CETN3 dan CHD1Z menunjukkan batas cline antara *P. italiae* dengan *P. domesticus*.
- Gen GTF2H2 menunjukkan batas cline antara *P. italiae* dengan *P. hispaniolensis*.
- Cline genomik dari gen RPS4 menunjukkan ketidakcocokan genetik yang sudah ada dari sejak spesies parental.
- Cline genomik dari gen RPS4 menunjukkan kemungkinan bahwa isolasi reproduktif berasal dari interaksi epistatik.

37. Silsilah berikut ini menunjukkan pola penurunan gen *BRCA1* yang menyebabkan munculnya penyakit kanker payudara. Warna abu-abu menunjukkan individu yang memiliki penyakit kanker payudara. Marker KRL7 digunakan untuk mendeteksi lokasi gen *BRCA1*. Locus KRL7 memiliki dua alel yaitu A dan B. Hasil analisis menggunakan marker tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah gambar. Angka romawi (I-IV) menunjukkan generasi, sedangkan angka arab menunjukkan urutan individu dari kiri ke kanan.



Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. Sifat tersebut diturunkan secara terpaut X dominan dengan penetransi tidak sempurna
- B. Lokus KRL7 berada di kromosom yang sama dengan gen *BRCA1* berjarak sekitar 10 cM
- C. Pindah silang yang teramati hanya terjadi pada individu perempuan saja
- D. Kasus penyakit kanker payudara menunjukkan adanya *phenocopy*

38. Diketahui dalam suatu populasi yang mengikuti prinsip Hardy-Weinberg, lokus X memiliki dua alel, p dan q . Kedua alel ini memiliki pengaruh yang berbeda terhadap kesintasan individu dalam populasi. Kesintasan adalah kemampuan suatu individu untuk bertahan hidup dan menurunkan gennya kepada generasi selanjutnya. Kepemilikan satu alel q sama dengan penurunan kesintasan sebesar 10% (koefisien seleksi atau $s = 0,1$). Seleksi individu oleh alel q bergantung kepada tingkat dominansi alel q atau h , dengan $h = 0$ berarti q adalah alel resesif. Dalam populasi ini, $h = 0,5$.

Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. Setelah beberapa generasi, frekuensi alel p dan q akan menjadi sama dan variansi genetik di lokus X meningkat.
- B. Setelah beberapa generasi, frekuensi alel p akan menjadi sama dengan 1 dan populasi ini kehilangan variansi genetik di lokus X.
- C. Semakin besar koefisien dominansi alel q , semakin cepat alel q hilang dari populasi.
- D. Semakin besar koefisien seleksi alel q , semakin cepat alel p hilang dari populasi.

Soal untuk No. 39 dan 40

Warna dan pola rambut pada kucing merupakan sifat kompleks yang dikendalikan oleh sejumlah gen:

- Warna rambut ditentukan oleh gen *black*, *orange*, dan *white*. Gen *black* memiliki 3 macam alel dengan tingkat dominansi sebagai berikut: B (hitam) $> b$ (coklat) $> b^1$ (coklat muda). Gen *orange* terdiri dari 2 alel yakni O (*orange*) yang bersifat dominan terhadap o (*non orange*). Ekspresi dari alel O akan menutupi ekspresi dari gen *black* sehingga menghasilkan warna rambut jingga. Alel dominan W pada lokus *white* menutupi semua ekspresi gen yang mengkode pigmentasi rambut sehingga menghasilkan warna rambut putih.
- Terdapat pula gen *tabby* yang mengkode pola garis pada kucing. Gen ini memiliki 3 alel dengan dominansi sebagai berikut: T^a (*Abyssinian*) $> T$ (*Mackerel*) $> t^b$ (*classic*).

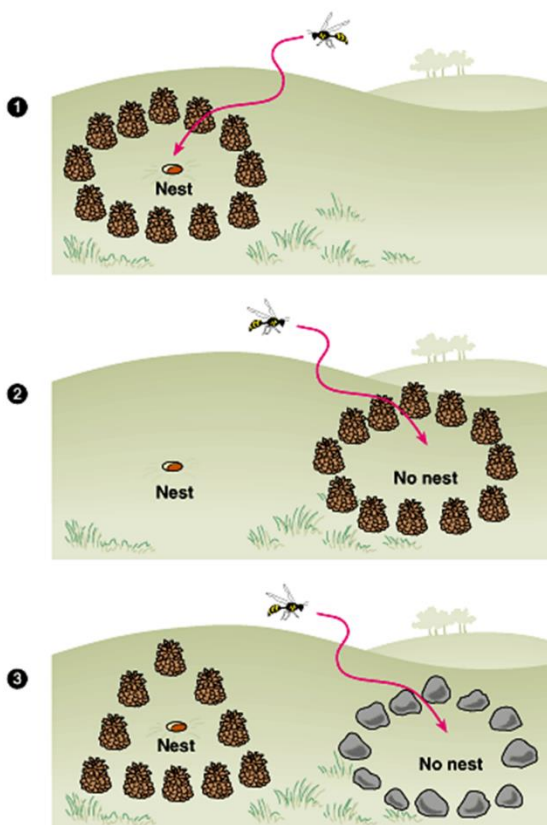


- Perlu diketahui bahwa semua gen yang disebutkan di atas bersifat autosomal, kecuali gen *orange* yang terletak pada kromosom X.

39. Seorang pembiak kucing menyilangkan kucing jingga *mackerel* jantan dengan kucing betina putih. Persilangan tersebut menghasilkan anakan jantan dengan 4 macam fenotip: putih, hitam *abyssinian*, coklat *abyssinian*, dan coklat muda *abyssinian*; serta anakan betina dengan 2 macam fenotip: putih dan *tortoiseshell abyssinian*. Individu *tortoiseshell* menunjukkan rambut dengan kombinasi warna jingga dengan hitam, coklat, atau coklat muda.
- Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.
- A. Induk betina putih bersifat heterozigot untuk gen *orange*.
 - B. Apabila kedua kucing parental (jingga *mackerel* jantan & betina putih) kembali dikawinkan, kemungkinan dihasilkan anakan dengan fenotip hitam *abyssinian* adalah 0,25.
 - C. Kombinasi warna pada individu *tortoiseshell* muncul akibat mekanisme inaktivasi kromosom X secara acak.
 - D. Anakan jantan coklat *abyssinian* hasil persilangan di atas kemudian disilangkan dengan kucing betina hitam *classic* galur murni. Persilangan tersebut kemudian menghasilkan 50% hitam *abyssinian* dan 50% hitam *mackerel*. Dapat disimpulkan bahwa genotip jantan coklat *abyssinian* pada persilangan tersebut adalah bb^lwwT^aT/oY .
40. Seorang pelajar meneliti pola garis pada populasi kucing di dua wilayah pemukiman. Pada populasi A, diketahui bahwa frekuensi alel T^a dan T secara berturut-turut adalah 0,4 dan 0,2. Pada populasi B, diketahui bahwa sebanyak 33% kucing menunjukkan pola garis *mackerel* dan 16% menunjukkan pola garis *classic*. Dengan mengasumsikan bahwa ekspresi gen *tabby* tidak dipengaruhi oleh gen lain serta kedua populasi tersebut mengikuti kesetimbangan Hardy-Weinberg, tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.
- A. Sebanyak 64% anggota populasi A menunjukkan pola garis *abyssinian*.
 - B. Sebanyak 36% anggota populasi A menunjukkan pola garis *mackerel*.
 - C. Frekuensi alel T^a pada populasi B adalah 0,4.
 - D. Populasi A dan B memiliki ukuran yang sama. Apabila suatu saat kedua populasi tersebut bergabung membentuk satu populasi yang lebih besar, tepat setelah terjadi penggabungan populasi 55,5% kucing di populasi tersebut menunjukkan pola garis *abyssinian*.

ETOLOGI

41. Salah satu bentuk perilaku pada hewan adalah *innate behaviour*, seperti perilaku mematu tanda pada paruh induk untuk mendapatkan makanan. Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.
- A. Perilaku ini merupakan perilaku yang pertama kali dipelajari oleh anak dari induk
 - B. Pada umumnya hanya distimulus oleh stimulus eksternal
 - C. Saat dimulai, akan membutuhkan beberapa stimulus tambahan untuk menyelesaikannya
 - D. Proses perkawinan dengan kelompok yang memiliki perilaku berbeda akan menghasilkan perilaku hibrid
42. Gambar di bawah ini merupakan penelitian paling terkenal pada ilmu perilaku hewan yang dilakukan oleh Niko Tinbergen



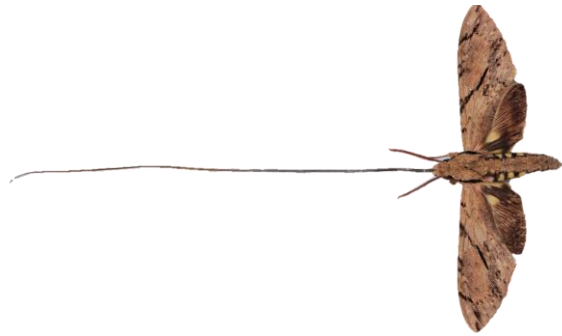
Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah

- Penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan menentukan posisi sarang pada tawon merupakan hasil belajar
- Material yang menyusun bentang alam merupakan stimulus penting bagi tawon untuk menemukan sarangnya
- Bentuk dari bentang alam merupakan stimulus penting bagi tawon untuk menemukan sarangnya
- Perubahan habitat oleh kegiatan manusia yang menggunakan cahaya tinggi tidak akan memberikan pengaruh pada perilaku pencarian lokasi sarang oleh tawon

EKOLOGI

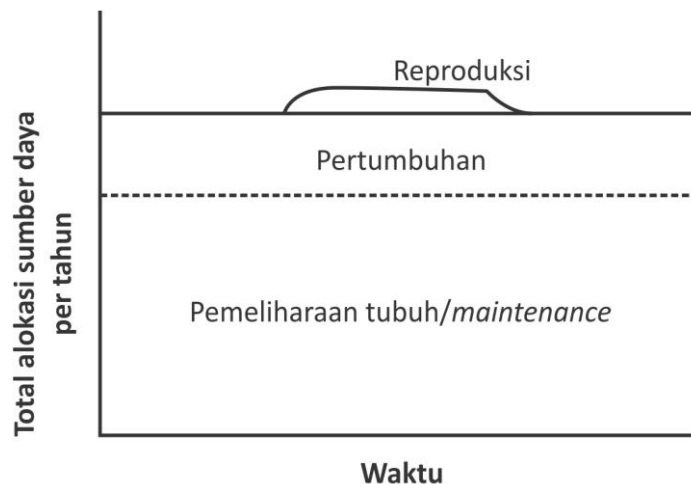
- Ketika Charles Darwin mendapat kiriman spesimen tumbuhan dari Madagaskar, ia terkejut melihat spesies anggrek *Angraecum sesquipedale* dengan kolom nektar yang sangat panjang sekitar 20-30 cm,. Ia seketika memprediksi keberadaan serangga polinatornya yang tentunya memiliki panjang mulut yang kurang lebih sama. Serangga ini ditemukan puluhan tahun setelah anggrek ini dideskripsikan, dideskripsikan dengan nama latin *Xanthopan morgani praedicta*.

Karakter yang sangat unik dari kedua spesies ini dianggap sebagai salah satu contoh koevolusi yang terjadi di alam. Koevolusi adalah perubahan karakter yang terjadi pada individu dari suatu populasi sebagai respon terhadap individu populasi lain, diikuti oleh perubahan karakter individu populasi kedua terhadap perubahan populasi pertama. Namun, untuk membuktikan hipotesis bahwa karakter unik yang dimiliki *A. sesquipedale* dan *X. morgani* ini hasil dari koevolusi, beberapa aspek dari koevolusi harus ditemukan.



Tentukan hipotesis mana berikut yang harus dibuktikan untuk mendukung penjelasan koevolusi dan yang tidak.

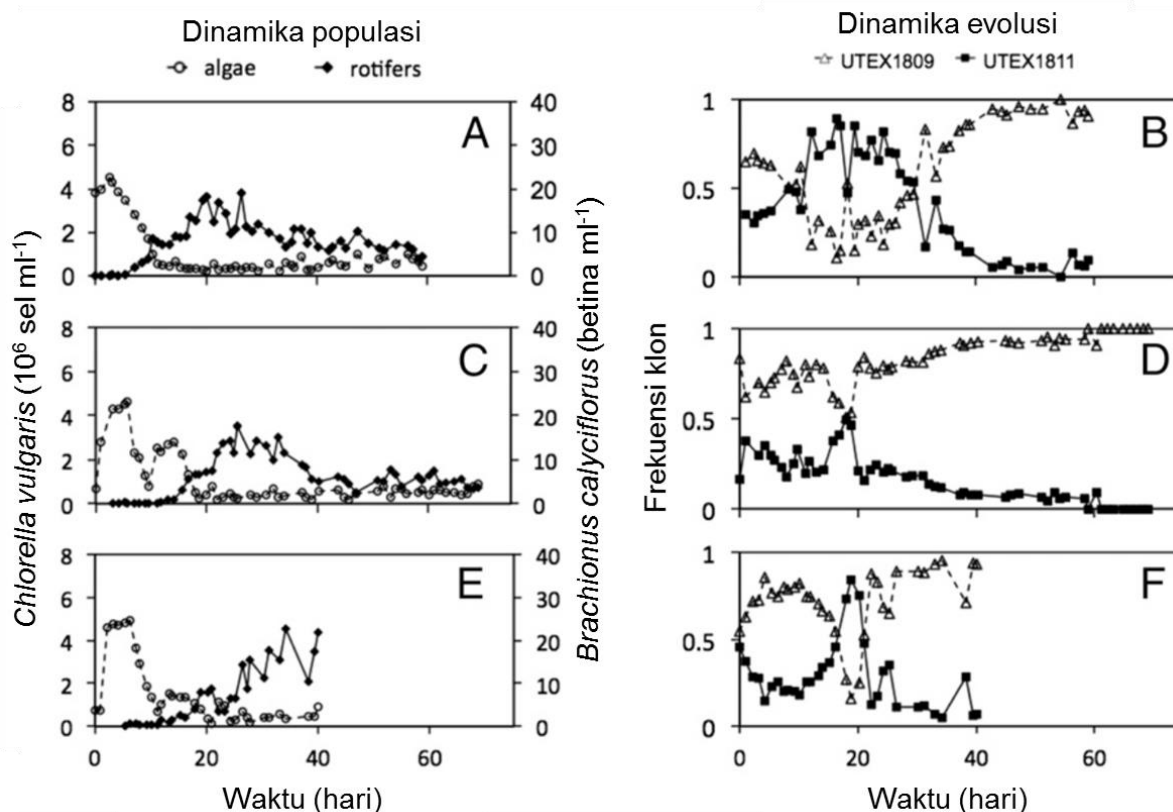
- A. Karakter mulut panjang milik *X. morganii* harus memiliki umur yang kurang lebih sama dengan karakter kolom nektar panjang milik *A. sesquipedale*.
 - B. Kedua spesies ini harus saling melakukan seleksi direksional (mengarahkan) terhadap satu sama lain.
 - C. Kedua spesies ini tidak saling melakukan seleksi direksional; seleksi direksional cukup terjadi lebih kuat kepada *X. morganii* daripada *A. sesquipedale*.
 - D. *X. morganii* tidak terlalu bergantung kepada *A. sesquipedale* dan sebaliknya (ketergantungan antar-spesies bersifat asimetris).
44. Alokasi pada suatu organisme menunjukkan bahwa individu memiliki keterbatasan terhadap sumber dayanya untuk mendukung pertumbuhan (*growth*), pemeliharaan tubuhnya untuk menjaga kesintasan (*maintenance*), dan reproduksi (*reproduction*). Hasil pengamatan mengenai total penggunaan sumber daya pada suatu jenis tumbuhan dalam satu siklus hidupnya adalah sebagai berikut:



Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

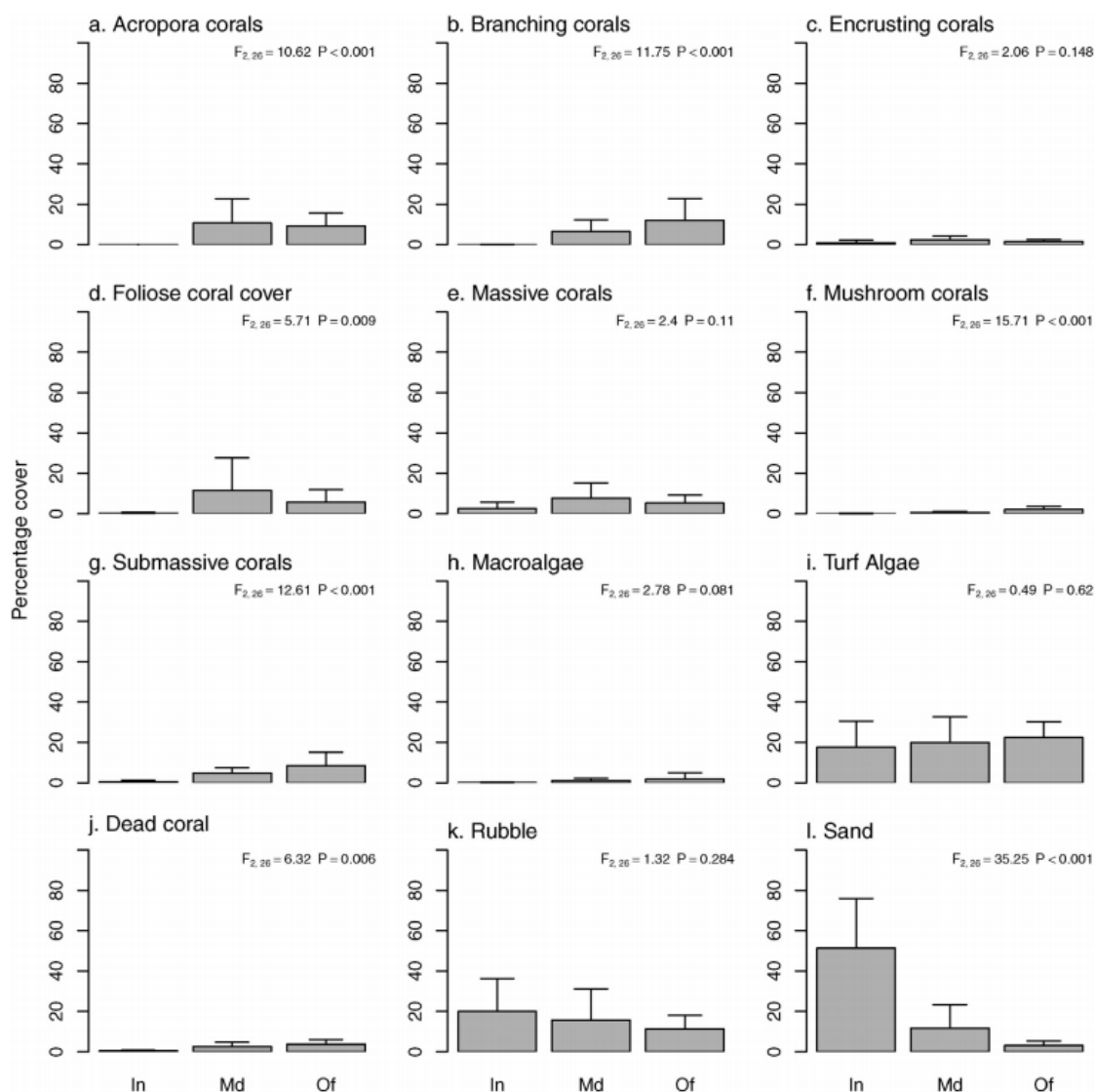
- A. Organisme mengalami stress di lingkungan tempat hidupnya.
- B. Laju pertumbuhan organisme ini sangat tinggi.
- C. Ketika ketersediaan sumber daya tinggi, maka organisme ini akan mengalokasikannya untuk bereproduksi.
- D. Organisme ini akan mengalokasikan sumber daya paling banyak untuk reproduksi, sedangkan alokasi untuk pemeliharaan tubuhnya (*maintenance*) tidak terlalu banyak.

45. Evolusi yang cepat dapat memengaruhi interaksi interspesifik dalam suatu komunitas. Hal ini dapat disebabkan oleh tidak hanya variasi genetik yang tinggi, melainkan juga tingginya biaya evolusi (*evolutionary trade off*) bagi spesies yang berinteraksi. Dalam sebuah eksperimen yang bertujuan menguji hal ini, sistem predator-mangsa rotifera (*Brachionus calyciflorus*) dan alga (*Chlorella vulgaris*) dikembangkan menggunakan dua klon alga yang berbeda, UTEX1809 dan UTEX 1811. UTEX1809 memiliki palatabilitas (kemudahan dikonsumsi) lebih tinggi daripada UTEX1811. Dinamika populasi dan evolusi dari sistem ini direplikasi tiga dan disajikan dalam grafik berikut. Asumsikan variansi genetik kedua klon tidak berubah sepanjang eksperimen.



Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

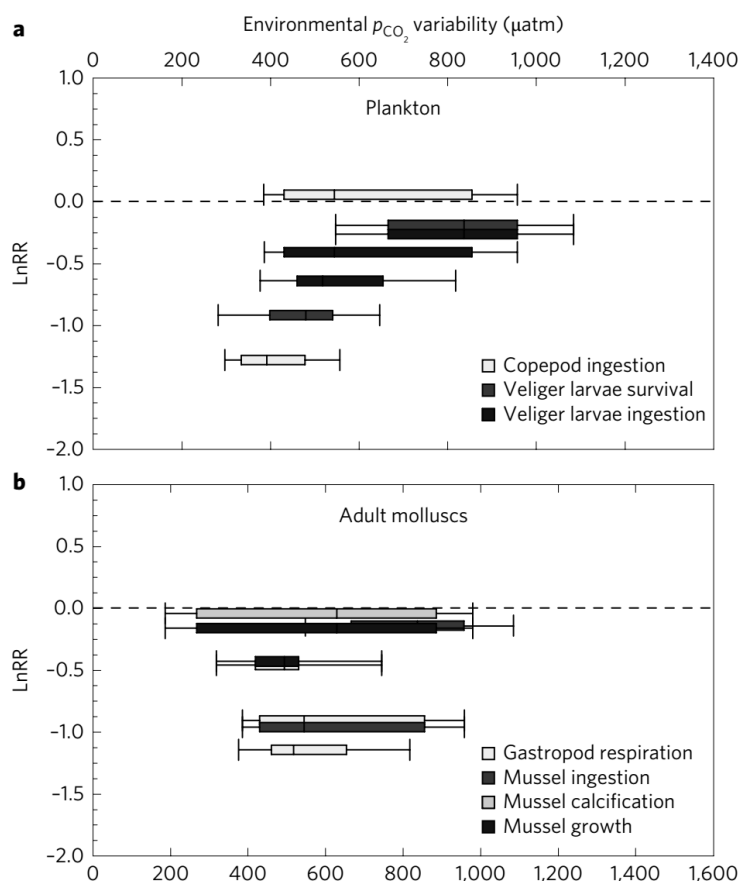
- UTEX1809 memiliki laju reproduksi lebih tinggi dari UTEX1811.
 - UTEX1809 memiliki laju reproduksi lebih rendah dari UTEX1811.
 - Seleksi terhadap kedua klon alga oleh rotifera dilakukan 20 hari setelah eksperimen berlangsung.
 - Populasi rotifera dapat bertahan dengan jumlah mangsa kurang dari 2×10^6 sel per hari
46. Komposisi komunitas secara spasial sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat mereka berada. Hal ini tampak jelas dalam ekosistem terumbu karang yang sangat sensitif terhadap perubahan karakter abiotik lingkungan semisal pH, salinitas, kekeruhan, dan lain-lain. Sebuah penelitian dilakukan untuk menentukan persentase tutupan (*percentage cover*) jenis substrat dasar laut di pantai utara Jakarta sampai dengan Kepulauan Seribu, Jakarta. Lokasi habitat dibagi menjadi tiga, mulai dari daerah pantai (In), pantai-lepas pantai (Md), dan lepas pantai (Of). Jenis substrat yang bukan merupakan makhluk hidup antara lain terumbu mati (*Dead coral*), puing patahan terumbu (*Rubble*) dan pasir (*Sand*). Perbedaan antar-habitat yang signifikan ditunjukkan dengan nilai $P < 0,05$.



Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- Ada perbedaan signifikan dari persentase tutupan semua jenis karang di ketiga habitat.
- Taksa alga dalam ketiga area studi adalah taksa yang kompetitif.
- Semakin jauh dari pantai, semakin tinggi persentase terumbu mati.
- Area pantai-lepas pantai (md) Jakarta merupakan area yang paling baik untuk pertumbuhan terumbu dibandingkan dua area lainnya.

- Pemanasan global mengakibatkan laut menyerap lebih banyak CO₂ sehingga laut menjadi makin asam. Hal ini memengaruhi adaptasi spesies laut. Sebuah studi yang berupaya membandingkan respon beberapa spesies dengan kisaran geografis yang luas dan hidup di berbagai kondisi CO₂ terhadap paparan CO₂ tinggi (PCO₂ = 910 - 1,500 µatm) disajikan dalam grafik berikut. Respon spesies direpresentasikan oleh LnRR yang merupakan indeks efek: jika negatif maka spesies merespon kisaran CO₂ secara negatif. Panjang grafik batang menunjukkan kisaran CO₂ yang biasa ditinggali spesies.

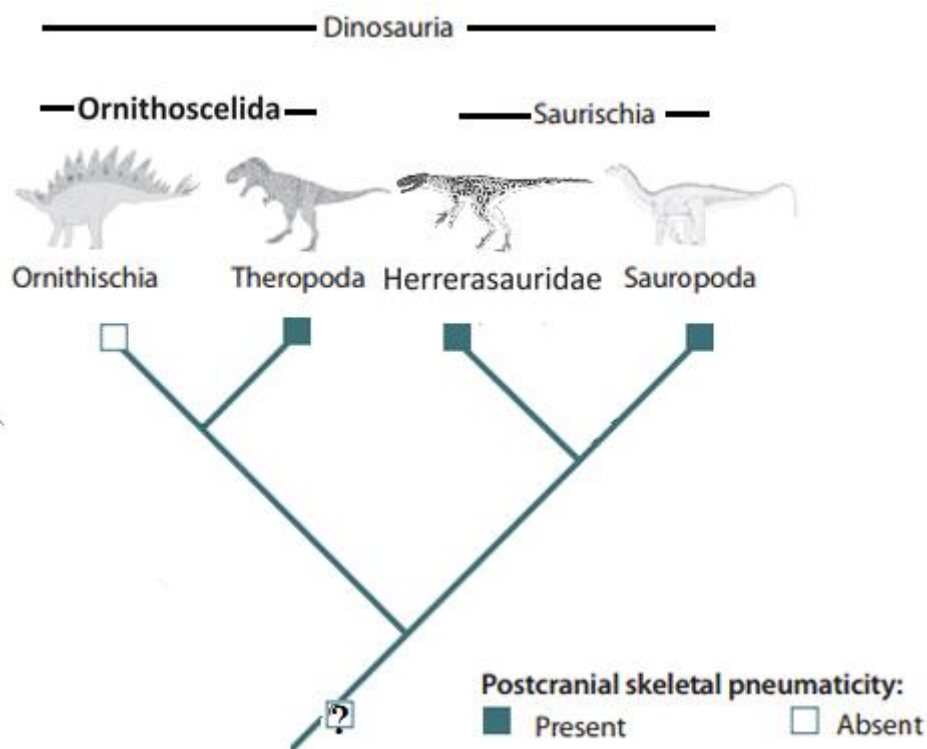


Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- Spesies yang terpapar variasi lingkungan yang rendah cenderung mudah beradaptasi.
- Karbondioksida dapat mendorong adaptasi lokal spesies.
- Spesies yang terpapar variasi lingkungan yang luas punya kecenderungan untuk merespon lingkungan secara stabil.
- Karbondioksida membantu proses pembentukan cangkang kerang (*mussel calcification*).

BIOSISTEMATIKA

- Baron dkk. (2017) membongkar persepsi lama mengenai hubungan kekerabatan anggota dinosauria. Pada filogeni lama, dinosauria bercabang menjadi dua klad besar yaitu Ornithischia dan Saurischia, dengan Saurischia berisi klad Sauropoda dan Theropoda (termasuk Herrerasauridae). Penelitian melaporkan bahwa Saurischia tidak monofiletik karena Theropoda (kecuali Herrerasauridae) lebih dekat kekerabatannya dengan Ornithischia. Oleh karena itu, mereka menyatakan bahwa Dinosauria terbagi menjadi dua klad besar, yaitu Ornithoscelida yang terdiri dari Ornithischia + Theropoda dan klad Saurischia yang terdiri dari Herrerasauridae + Sauropoda seperti ditunjukkan pada gambar di bawah. Tentu saja kekerabatan yang baru ini berimplikasi pada evolusi karakter-karakter yang dimiliki taksa-taksa tersebut, salah satunya PSP (*Postcranial skeletal pneumaticity* atau rongga udara pada tulang poskranial). Pada kekerabatan lama, cukup aman untuk menyatakan bahwa nenek moyang dinosauria tidak memiliki PSP, dan PSP baru muncul sebagai sinapomorfi bagi Saurischia (Theropoda, Herrerasauridae dan Sauropoda). Sekarang, pendapat itu perlu dipertanyakan kembali.



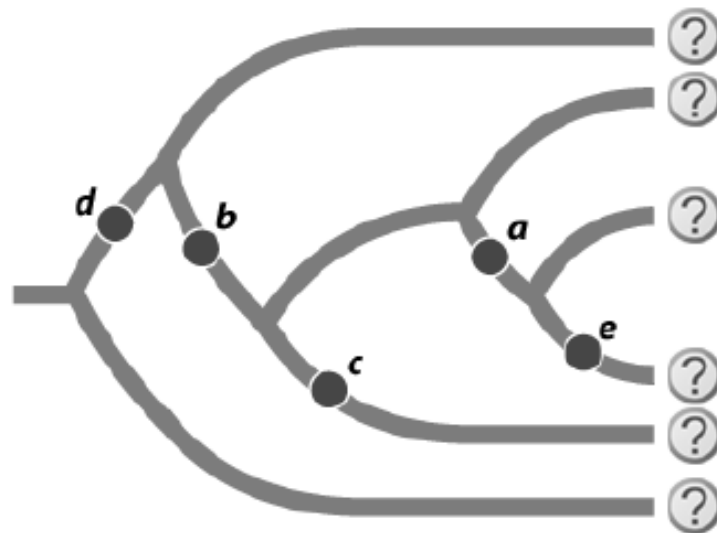
Berdasarkan kemungkinan skenario evolusi PSP yang mungkin terjadi, tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. Nenek moyang dinosauria tak memiliki PSP dan karakter tersebut muncul pada Saurischia dan Theropoda secara independen.
- B. Nenek moyang dinosauria tak memiliki PSP dan karakter tersebut berevolusi konvergen pada Theropoda, Herrerasauridae dan Sauropoda.
- C. Nenek moyang dinosauria memiliki PSP dan karakter tersebut hilang pada Ornithischia.
- D. Nenek moyang dinosauria memiliki PSP dan karakter tersebut menjadi sinapomorfi bagi Saurischia + Theropoda.

49. Tabel di bawah ini menunjukkan sifat nenek moyang (-) dan turunan (+) untuk karakter a sampai e yang dimiliki oleh enam spesies (1 sampai 6).

Spesies	Karakter				
	a	b	c	d	e
1	-	+	-	+	-
2	+	+	-	+	+
3	-	-	-	+	-
4	+	+	-	+	-
5	-	-	-	-	-
6	-	+	+	+	-

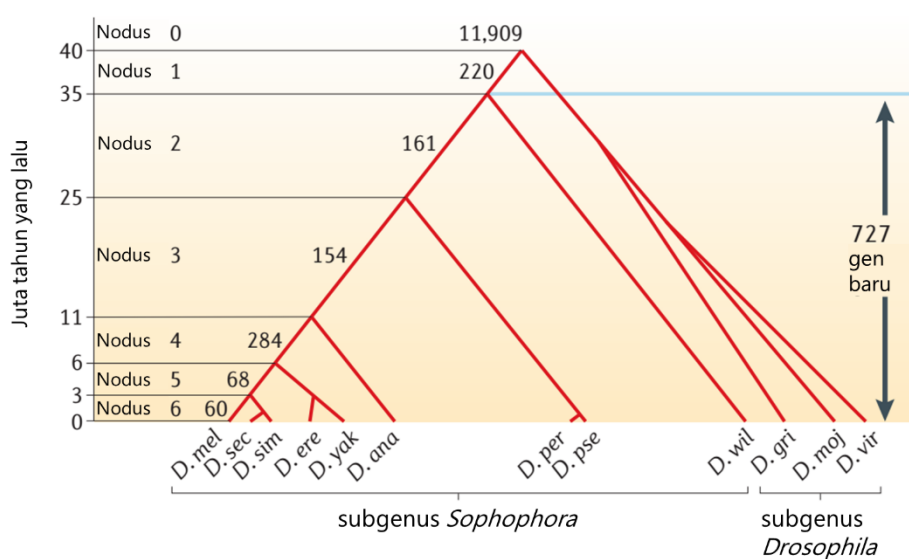
Gambar di bawah menunjukkan kapan (di mana) karakter-karakter turunan tersebut muncul pada pohon kekerabatan spesies 1 – 6 (Posisi masing-masing spesies pada pohon sengaja tidak ditunjukkan).



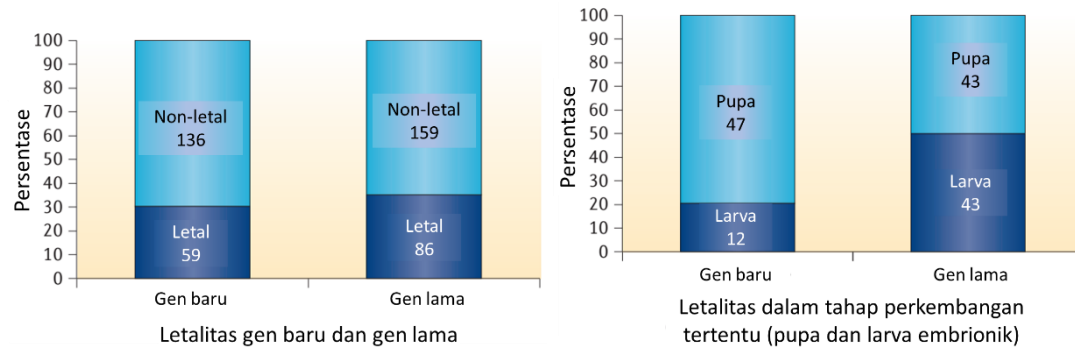
Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. Spesies 4 dan 1 beserta nenek moyang terdekat mereka membentuk kelompok monofiletik.
- B. Spesies 3 merupakan kerabat terdekat dari spesies 5.
- C. Spesies 6 merupakan *sister taxa* dari kelompok yang terdiri atas spesies 1, 4 dan 2.
- D. Karakter a yang dimiliki oleh spesies 2 dan 4 diturunkan dari nenek moyang yang sama.

50. Spesiasi kerap diawali oleh mutasi dan pembentukan gen baru. Sebuah eksperimen dirancang untuk melihat relevansi gen-gen baru yang muncul selama spesiasi *Drosophila spp.* terhadap perkembangan spesies. Angka yang ada di setiap nodus pohon filogenetik berikut menunjukkan jumlah gen baru yang muncul dalam garis keturunan *Drosophila melanogaster*. Nama-nama spesies dalam pohon filogenetik genus *Drosophila* berikut diberikan dengan menyingkat epitet ke dalam tiga huruf pertama (contoh: *D. melanogaster* menjadi *D. mel*)



Dari 727 gen baru yang dimiliki *D. mel* sejak Nodus 1, sebanyak 195 gen dimatikan fungsinya untuk melihat pengaruh gen-gen baru tersebut terhadap perkembangan *D. mel*. Ringkasan hasil eksperimen tersebut untuk 195 gen diberikan dalam grafik batang berikut.



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

- Gen baru dapat segera berperan penting dalam perkembangan *Drosophila*.
- Gen lama lebih banyak berfungsi dalam perkembangan awal larva embrionik.
- Proporsi gen baru yang esensial sama dengan proporsi gen lama yang esensial.
- D. vir* dalam pohon filogenetik tersebut merupakan spesies yang paling primitif karena memiliki jumlah gen paling sedikit daripada kerabatnya yang lain.



Sampai Jumpa di OSN