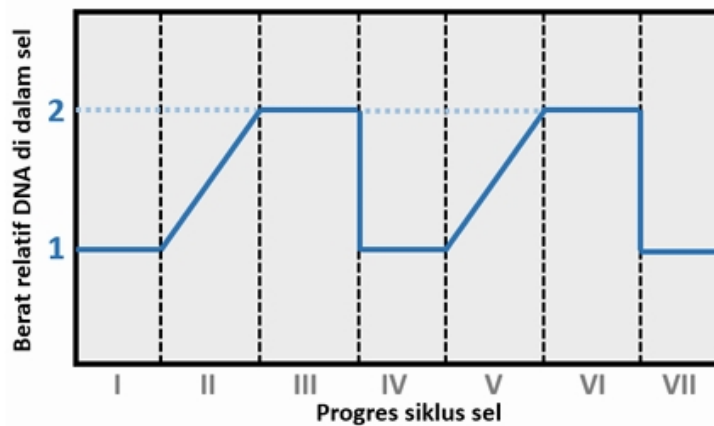


BIOLOGI SEL MOLEKULER

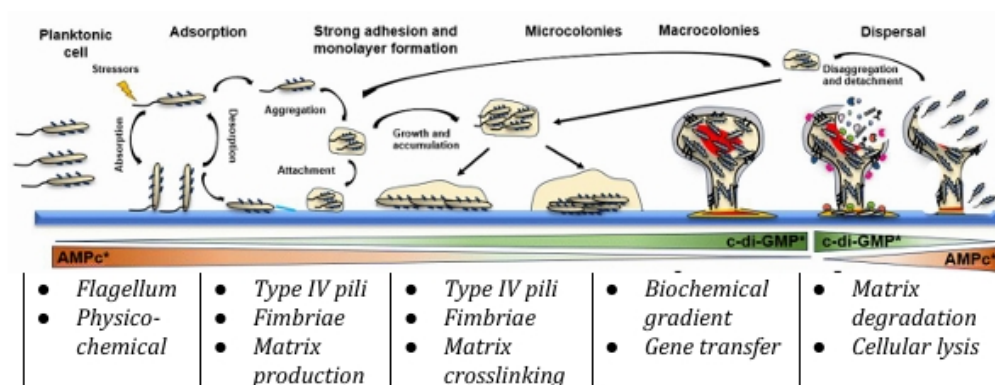
1. Qeisyah mengamati sebuah sel mamalia yang membelah dua kali dan mencatat berat relatif DNA yang ada pada sel tersebut.



Keterangan: Sumbu mendatar tidak menunjukkan skala durasi yang akurat

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

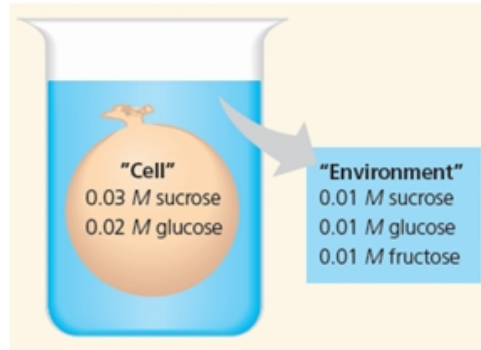
- A. Sel di atas sedang mengalami pembelahan meiosis.
 - B. Pembelahan sentrosom terjadi pada periode bertanda III dan VI.
 - C. Pembentukan sel multinuklear terjadi akibat pembelahan di atas secara berulang.
 - D. Tahapan IV adalah saat di mana kromosom sel memiliki *sister chromatids* tetapi tidak terdapat kromosom homolog.
2. Bakteri dalam genus *Pseudomonas* dikenal sebagai bakteri oportunistik yang mampu membentuk biofilm. Biofilm dapat meningkatkan resistensi bakteri terhadap antibiotik dan sistem imun inang. Gambar berikut menunjukkan tahap pembentukan biofilm oleh *Pseudomonas aeruginosa*.



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

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

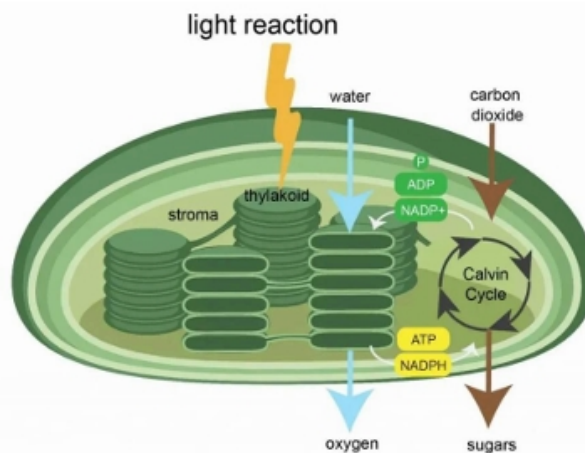
3. Anda melakukan percobaan pada sel buatan ("cell") untuk memahami lebih dalam mengenai mekanisme transpor zat melewati membran. Sel buatan ini memiliki membran semipermeabel yang di dalamnya terdapat larutan berisi beberapa jenis gula. Kemudian, Anda memasukkan sel buatan tersebut ke dalam tabung berisi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

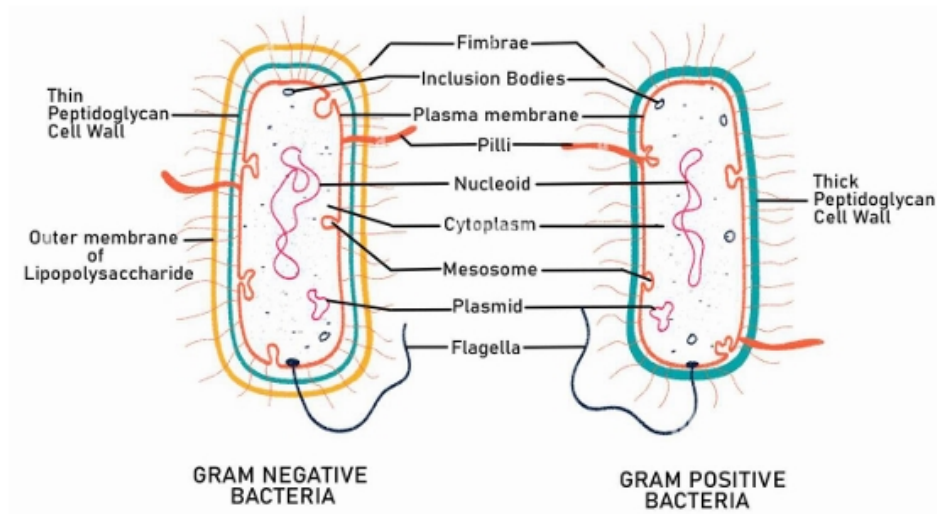


Diketahui, membran bersifat permeabel terhadap monosakarida dan air, tetapi tidak permeabel terhadap disakarida maupun zat terlarut lain.

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

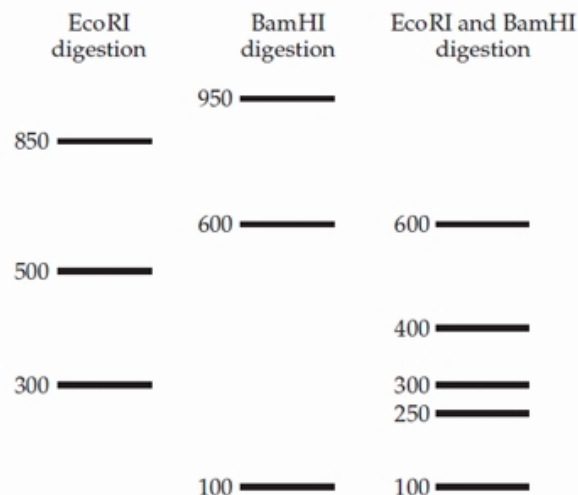
- A. Terdapat netto osmosis menuju ke dalam sel.
 - B. Terdapat netto difusi total zat terlarut menuju ke luar sel.
 - C. Setelah transpor zat dibiarkan terjadi, kesetimbangan difusi akan tercapai dan konsentrasi total zat terlarut di luar dan di dalam sel masing-masing bernilai 0,04 M.
 - D. Jika ditambahkan enzim sukrase pada "environment", tekanan osmotik larutan tersebut akan meningkat menjadi dua kali lipat semula.
4. Kloroplas diyakini merupakan hasil endosimbiosis, di mana sel prokariotik purba dengan kemampuan fotosintesis diinternalisasi oleh sel yang lebih besar. Setelah itu, kemampuan fotosintesisnya yang menguntungkan akhirnya dipertahankan. Oleh sebab itu, bakteri fotosintetik modern memiliki struktur tertentu dengan fungsi yang sama/mirip dengan kloroplas milik sel eukariotik. Berikut ilustrasi proses fotosintesis pada kloroplas beserta struktur bakteri Gram positif maupun Gram negatif.





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

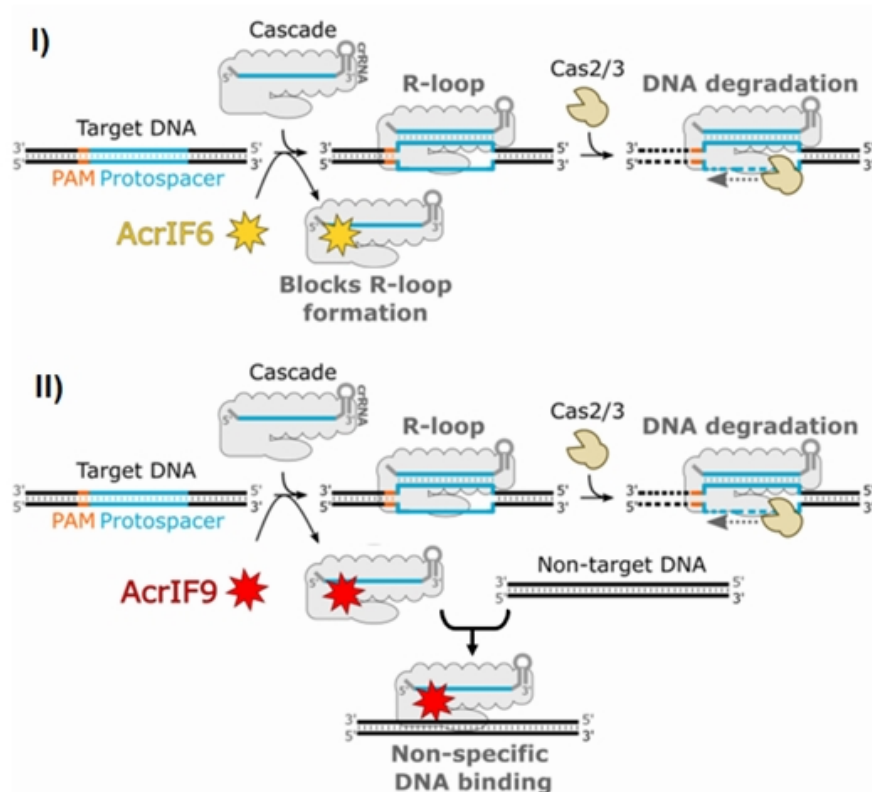
- A. Pada bakteri Gram positif, protein-protein yang berperan dalam reaksi terang berada pada vesikel-vesikel sitoplasma yang homolog terhadap membran tilakoid.
 - B. Selama rantai transpor elektron pada bakteri Gram positif, proton akan dipompa ke luar sel.
 - C. Pada bakteri Gram negatif, enzim-enzim yang memproduksi ATP kemungkinan besar berada pada membran plasma.
 - D. Enzim-enzim siklus Calvin pada bakteri Gram negatif fotosintetik kemungkinan besar berada pada ruang periplasma.
5. Mas Gendhon ingin melakukan kloning sebuah fragmen DNA ragi berisi gen A ke dalam suatu vektor plasmid. Namun sebelumnya, ia mencoba melakukan percobaan untuk mengidentifikasi situs-situs pengenalan enzim restriksi di dalam fragmen DNA tersebut. Dari banyak enzim, ia menemukan bahwa *EcoRI* dan *BamHI* dapat mencerna fragmen DNA tersebut. Percobaan dilakukan dengan memberi perlakuan salah satu enzim secara terpisah atau kedua enzim bersamaan. Setelah itu, hasil restriksi dielektroforesis dan diamati hasilnya. Berikut hasil restriksi yang ia dapatkan. Angka di samping pita elektroforesis menunjukkan ukuran panjangnya dalam satuan pasang basa (bp).



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

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

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

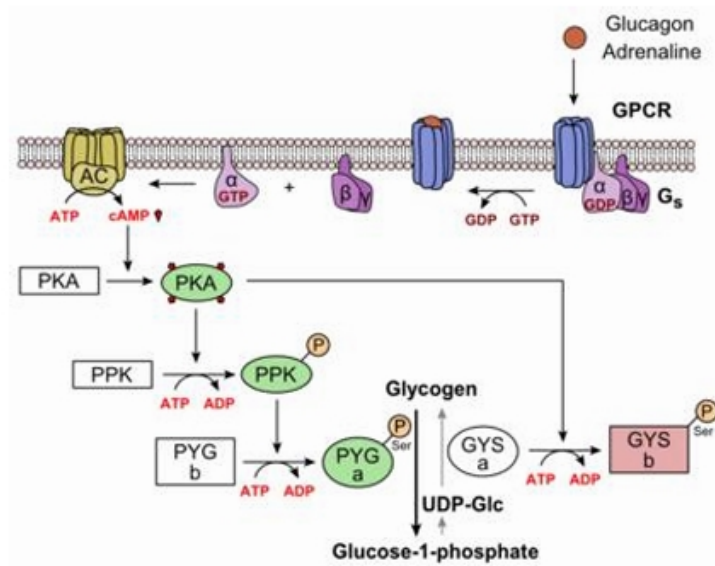


Keterangan: Cas2/3 adalah nuklease.

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

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

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

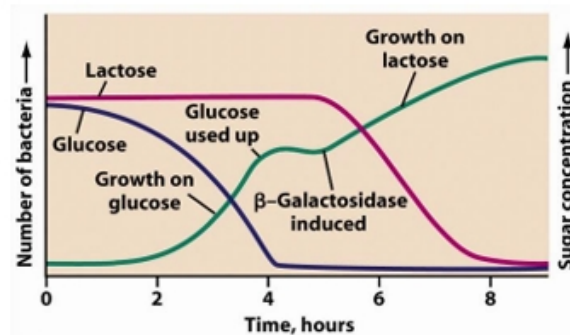


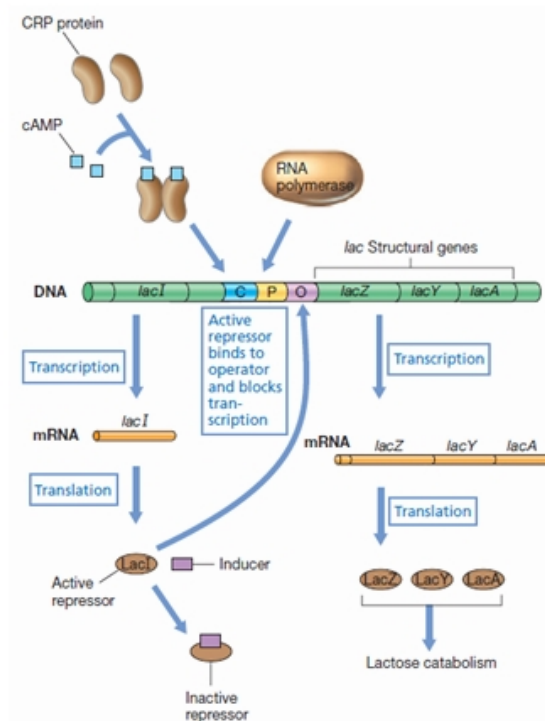
Keterangan:

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

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

- Glukagon adalah hormon yang bersifat hidrofilik.
 - Enzim berlabel AC memiliki aktivitas transferase (berfungsi dalam memindahkan gugus fungsi tertentu pada substrat).
 - Jalur pemrosesan berupa *second messenger* dan sistem *relay* sama-sama digunakan pada mekanisme di atas.
 - Kerja enzim PKA menyebabkan aktivasi pada setiap protein targetnya.
8. Dr. Jepri meneliti mekanisme regulasi ekspresi gen pada bakteri *Escherichia coli* yang tumbuh dalam medium dengan sumber karbon yang berbeda. Beliau mengamati bahwa ketika *E. coli* ditumbuhkan dalam medium yang mengandung glukosa dan laktosa, bakteri lebih memilih untuk menggunakan glukosa terlebih dahulu. Hanya setelah glukosa habis, bakteri akan menggunakan laktosa. Fenomena ini disebut represi katabolit.





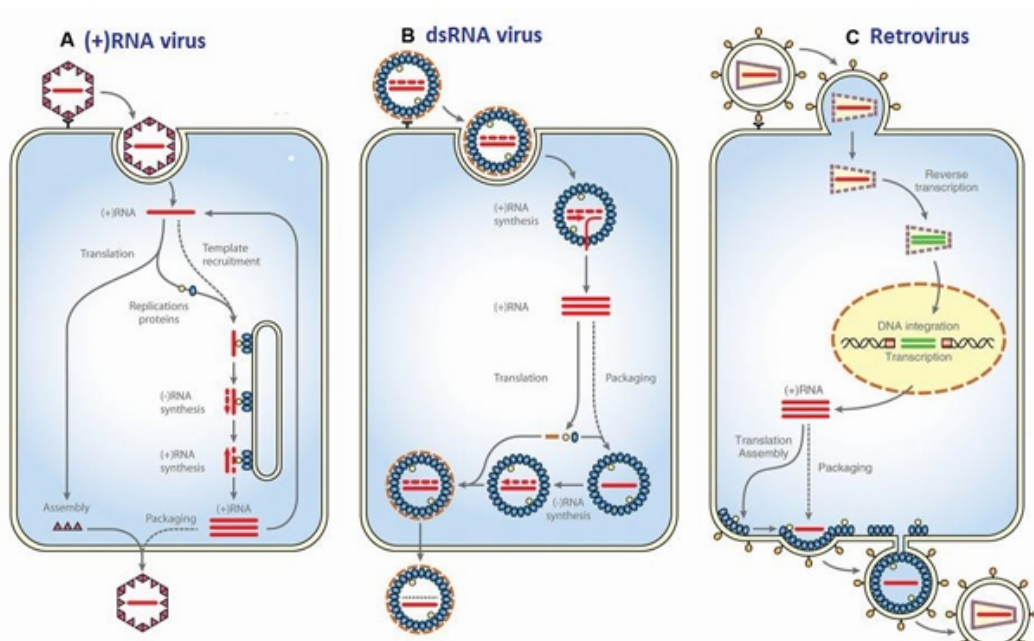
Keterangan: Grafik pertumbuhan *E. coli* dan konsentrasi gula dalam medium (atas), ilustrasi sistem operon *lac* (bawah).

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

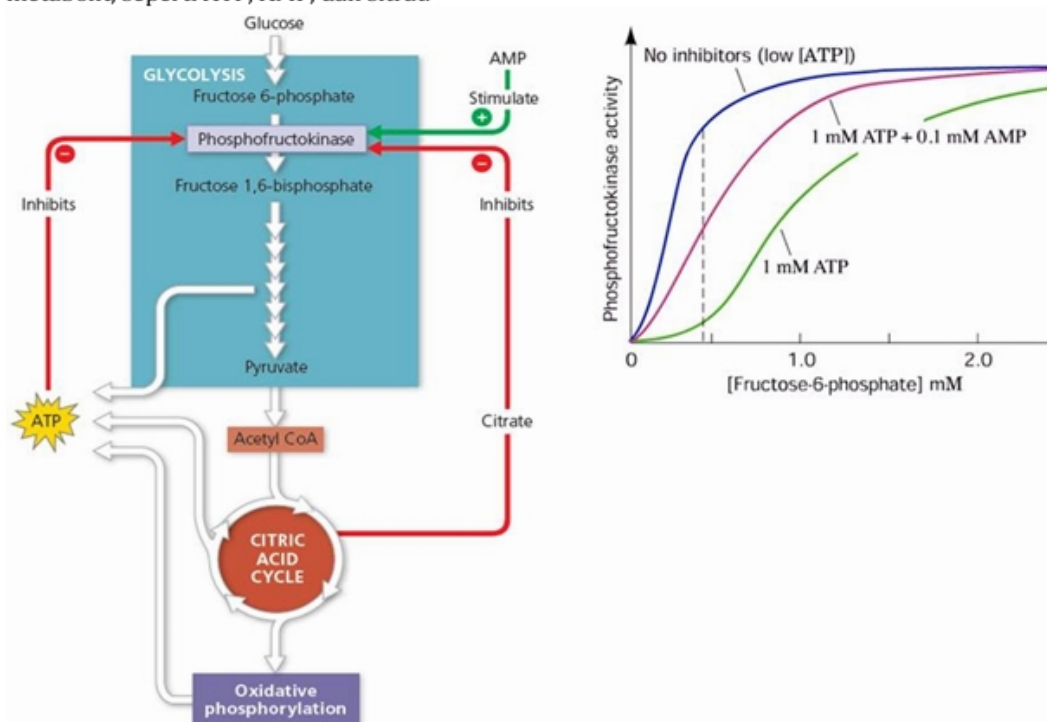
- A. Penurunan konsentrasi glukosa pada jam ke-4 menyebabkan peningkatan kadar cAMP intraseluler.
 - B. Sistem cAMP-CRP berperan dalam kontrol negatif ekspresi gen pada operon *lac*.
 - C. Aktivitas promotor operon *lac* bergantung pada keberadaan kompleks cAMP-CRP dan inducer laktosa.
 - D. Apabila operator dari operon di atas menggantikan operator operon *trp*, triptofan akan disintesis ketika terdapat laktosa di medium.
9. Virus merupakan agen infeksi yang tidak bisa berkembang biak di luar sel inang. Saat ini, virus yang menyerang inang eukariotik diklasifikasikan berdasarkan jenis genom dan mekanisme replikasinya. Berikut adalah ilustrasi beberapa virus bergenom RNA (A-C).

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

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



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

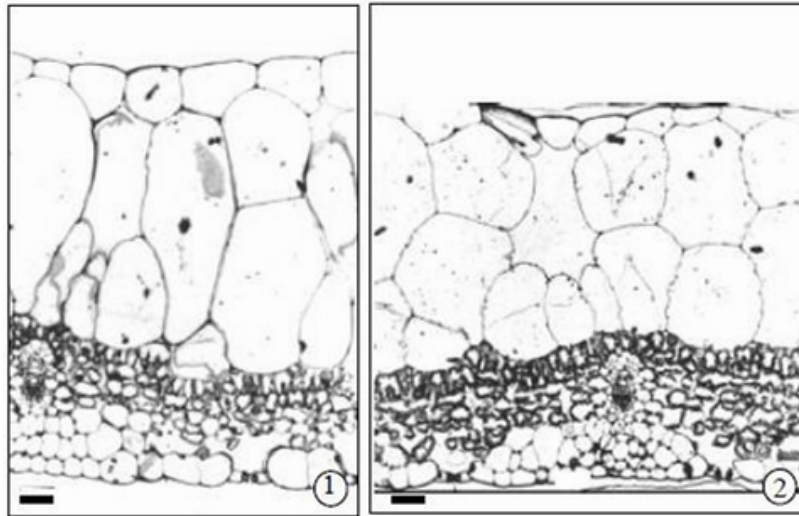


Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

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

ANATOMI FISILOGI TUMBUHAN

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



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

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

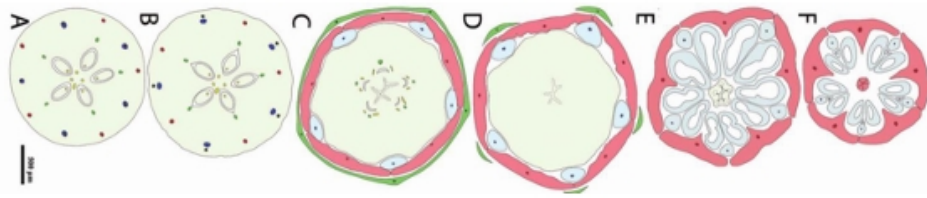
- A. Daun pada sayatan di atas memiliki stomata dengan tipe kriptofor.
- B. Spesies tersebut lebih mungkin berada dalam kelompok mesofit dibandingkan xerofit.
- C. Tipe mesofil dari tumbuhan tersebut adalah dorsiventral.
- D. Penurunan intensitas cahaya menyebabkan rasio ketebalan lapisan mesofil terhadap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

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

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

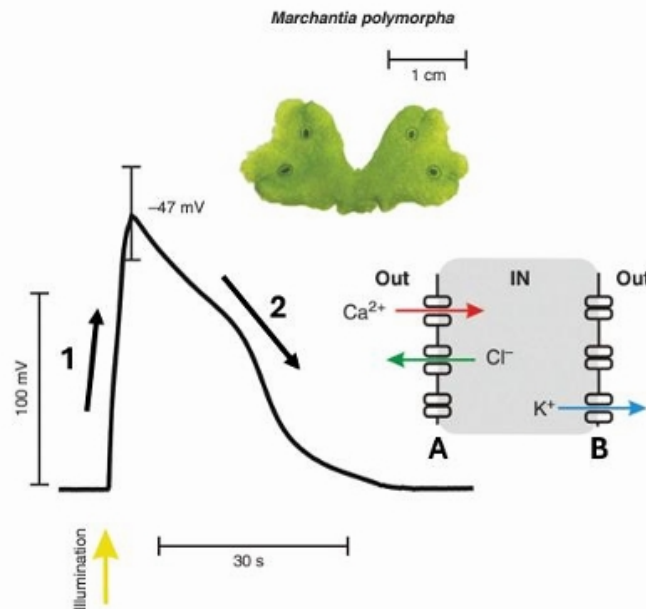
- A. Senyawa penyebab alelopati memiliki efek yang sama dengan asam absisat.
- B. Berdasarkan kedua efek di atas, kemungkinan alelopati tersebut menghambat fungsi fitohormon yang terlibat pada fototropisme positif tunas pucuk.
- C. Senyawa yang menyebabkan alelopati pada *E. annuus* kemungkinan besar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

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



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

- Zona *synascidiate* (gambar A dan B) memperlihatkan adanya lokulus (ruang ovarium) yang berisi bakal biji (ovulum).
 - Penyatuan benang sari (*stamen fusion*) pada pusat bunga dapat dilihat pada gambar B.
 - Gambar D menunjukkan daerah dasar bunga yang tidak memiliki berkas pembuluh di daerah mahkota.
 - Gambar F memperlihatkan bahwa jumlah karpel lebih dari lima dan tersusun secara radial simetris.
14. Persinyalan pada tumbuhan, termasuk potensial aksi, merupakan salah satu penelitian yang dilakukan di Universitas Vilnius, Lithuania. Diagram di bawah merupakan proses dan mekanisme potensial aksi pada sel dari lumut hati (*Marchantia polymorpha*) oleh Kisnieriene *et al.*

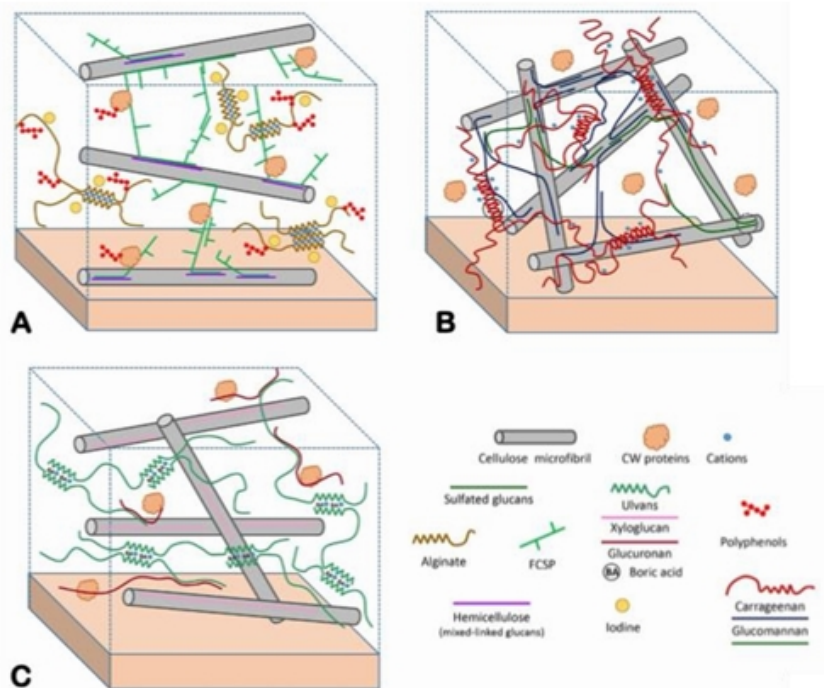


Keterangan: Iluminasi merupakan paparan cahaya, *IN* merupakan bagian intraseluler, dan *Out* merupakan bagian ekstraseluler.

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

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

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



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

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

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

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



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

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

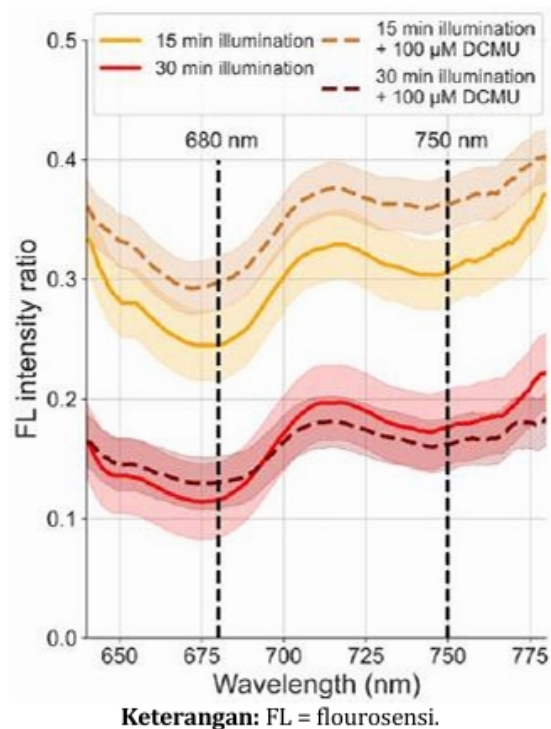
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

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

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

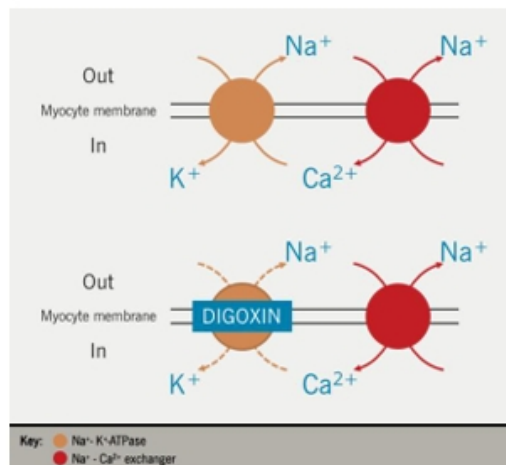
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

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



ANATOMI FISILOGI HEWAN

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



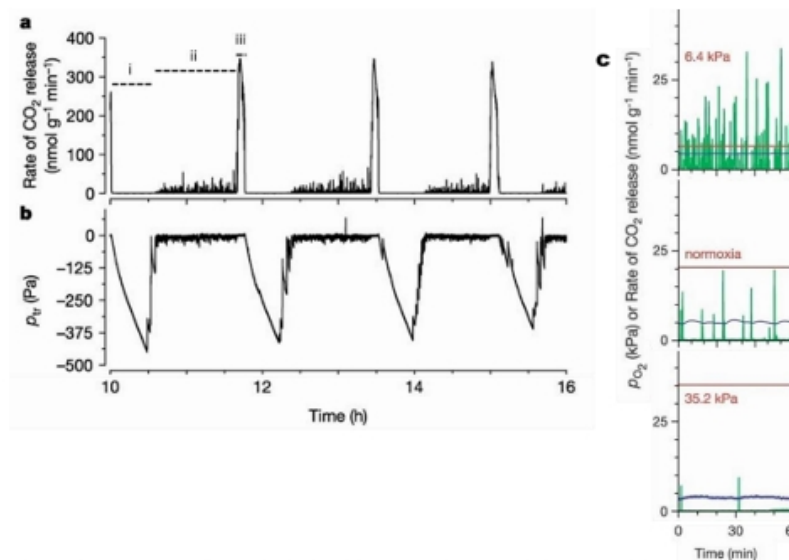
Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

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

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

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

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



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

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

- A. Simbol i, ii, dan iii pada gambar a secara berturut-turut merupakan *flutter phase*, *closed phase*, dan *open phase*.
- B. Jika larva *A. atlas* hanya diberi pakan fruktosa dan diasumsikan semua CO_2 yang dihasilkan dari proses respirasi seluler akan dibuang ke atmosfer, setiap gram jaringan tubuh pupa *A. atlas* membutuhkan sekitar $0,35 \mu\text{mol O}_2$ permenitnya pada *open phase*.
- C. Ekspirasi CO_2 pada pupa *A. atlas* disebabkan oleh tekanan negatif.
- D. Hasil eksperimen di atas membuktikan bahwa hipotesis II merupakan penyebab pupa *A. atlas* melakukan pertukaran gas secara diskontinu.

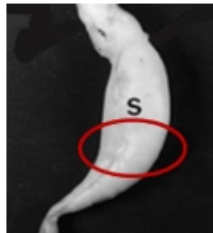
20. *Rheobatrachus silus* merupakan spesies katak langka yang mengalami 'kehamilan' di lambung (*gastric brooding*). Setelah telur difertilisasi, katak betina akan menelan telur tersebut, lalu perkembangan embrionik hingga terbentuknya individu katak baru terjadi di dalam lambung, lebih tepatnya di bagian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

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

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

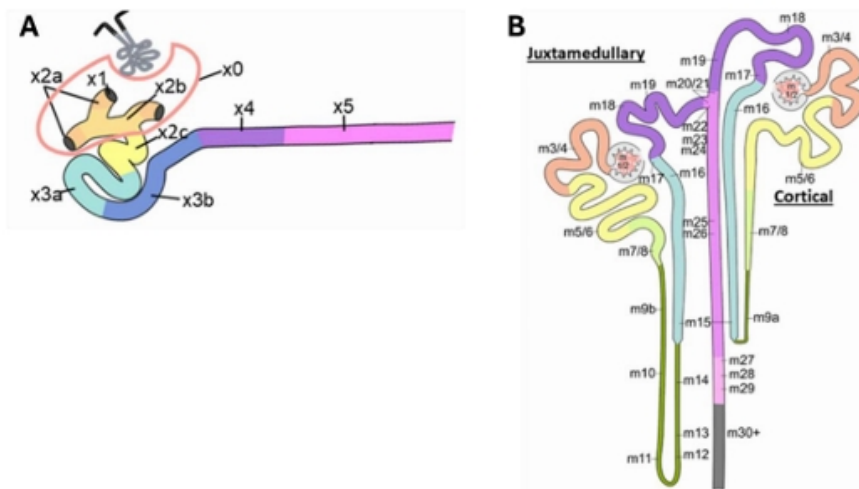
Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

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



- B. Selama mengalami 'kehamilan', *R. silus* betina kemungkinan puasa makan.
 C. Ketika 'melahirkan', esofagus melakukan peristaltis dengan arah yang berlawanan dibandingkan dengan ketika memproses makanan.
 D. Perbandingan kerapatan granula pepsinogen antara katak kontrol dan katak 'hamil' mengindikasikan bahwa aktivitas endokrinologis lambung tidak mengalami perubahan.

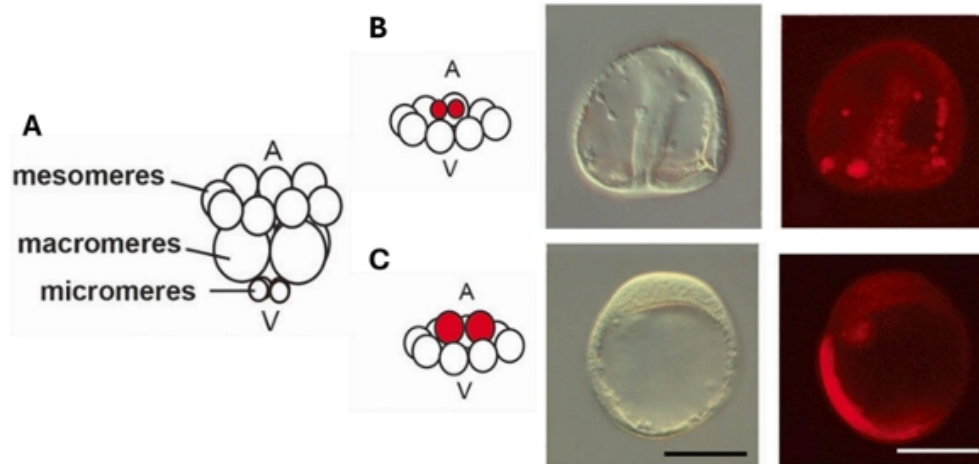
21. Gambar berikut ini menunjukkan nefron dari dua hewan Vertebrata yang berbeda. Warna yang sama menunjukkan bagian dengan fungsi yang sama.



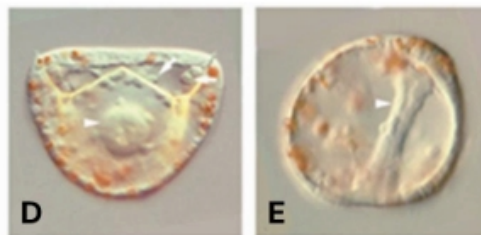
Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

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

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



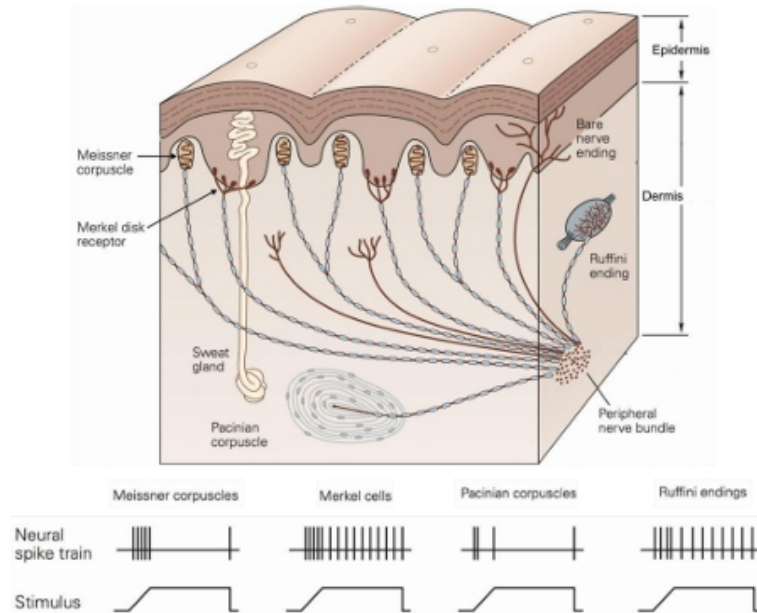
Pada eksperimen lain, mesomer dari embrio bulu babi tahap 16 sel yang telah diinjeksi mRNA *actβ-cat* direkombinasikan *animal half* dari embrio lain (dalam tahap yang sama) yang tidak diinjeksi mRNA tersebut. Setelah dipelihara selama 24 jam, embrio hasil rekombinasi tersebut terlihat seperti gambar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



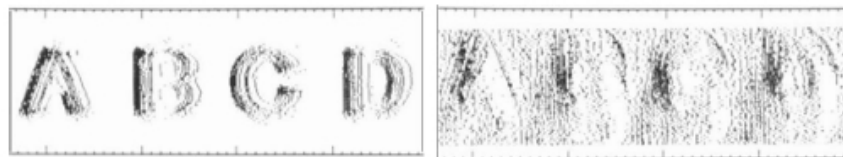
Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

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

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



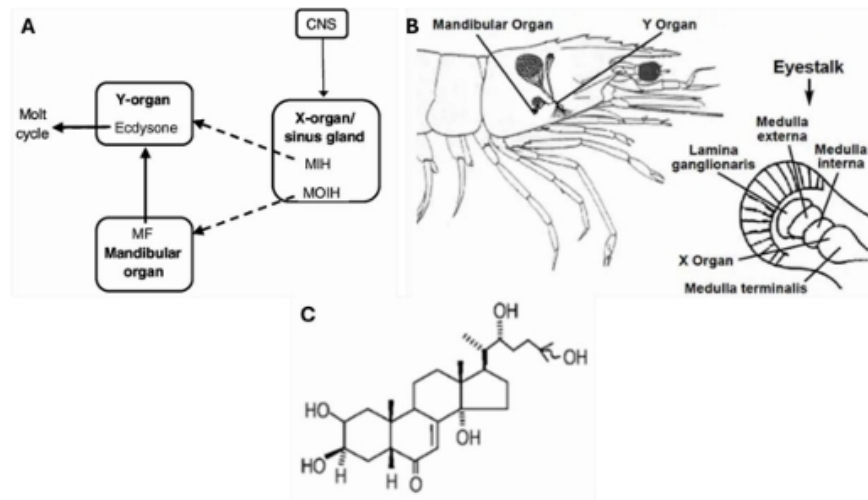
Dalam suatu percobaan, monyet rhesus diberikan papan yang berisi huruf timbul ABCD. Monyet tersebut diminta untuk menyentuh setiap huruf dengan durasi yang sama. Lalu, frekuensi potensial aksi yang terbentuk (akibat menyentuh masing-masing huruf) di neuron yang terhubung ke setiap reseptor sensoris diukur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



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

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

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

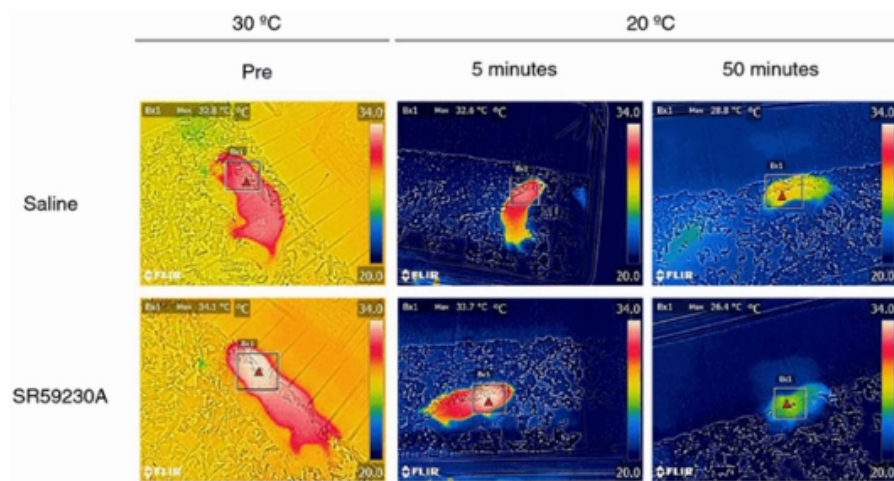


Keterangan: (A) Mekanisme regulasi hormonal proses *molting* pada Crustacea. Garis solid menunjukkan aktivasi sementara garis putus-putus menandakan inhibisi. (B) Lokasi kelenjar endokrin penyekresi hormon-hormon yang terlihat dalam proses regulasi *molting* pada udang. (C) Struktur molekul *ecdysone*.

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

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

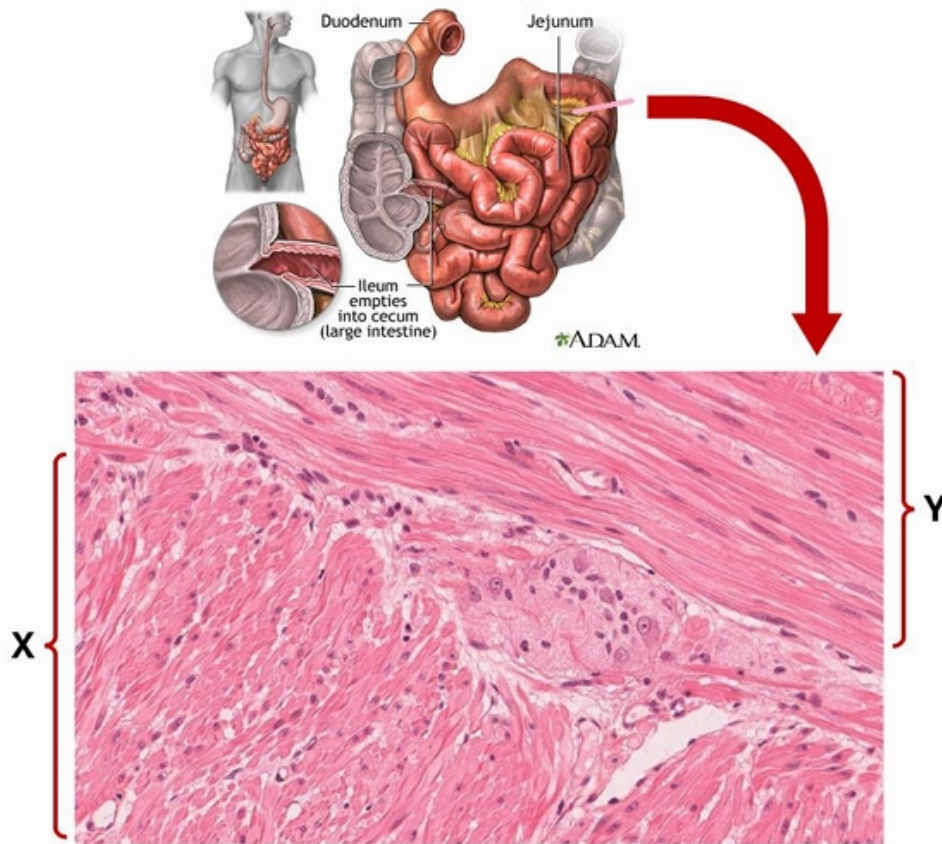
25. Gambar berikut menunjukkan hasil pengamatan suhu tubuh *naked mole-rat* (*Heterocephalus glaber*) yang dipaparkan suhu dingin (20°C) menggunakan kamera termal. Hewan tersebut diinjeksi dengan larutan fisiologis (*saline*) atau zat SR59230A.



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

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

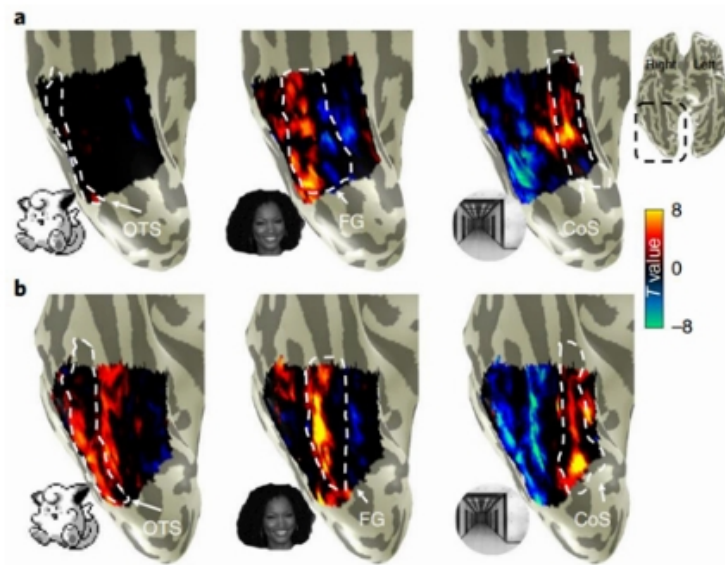
26. Usus halus manusia tersusun atas beberapa lapisan jaringan. Pada daerah muskularis, ditemukan dua lapis jaringan otot polos seperti yang tampak pada gambar berikut.



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

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

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

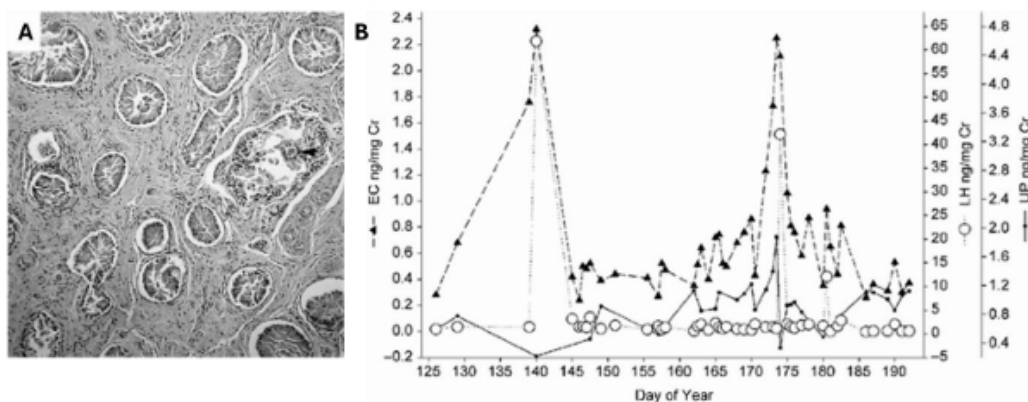


Keterangan: Hasil scan fMRI bagian ventral serebrum ketika mengenali objek dengan kategori Pokemon (kiri), wajah manusia (tengah), dan tempat (kanan) dari dua jenis partisipan: **(a)** tidak memiliki pengalaman bermain *video game* Pokemon seumur hidupnya dan **(b)** yang bermain *video game* tersebut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

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

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

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

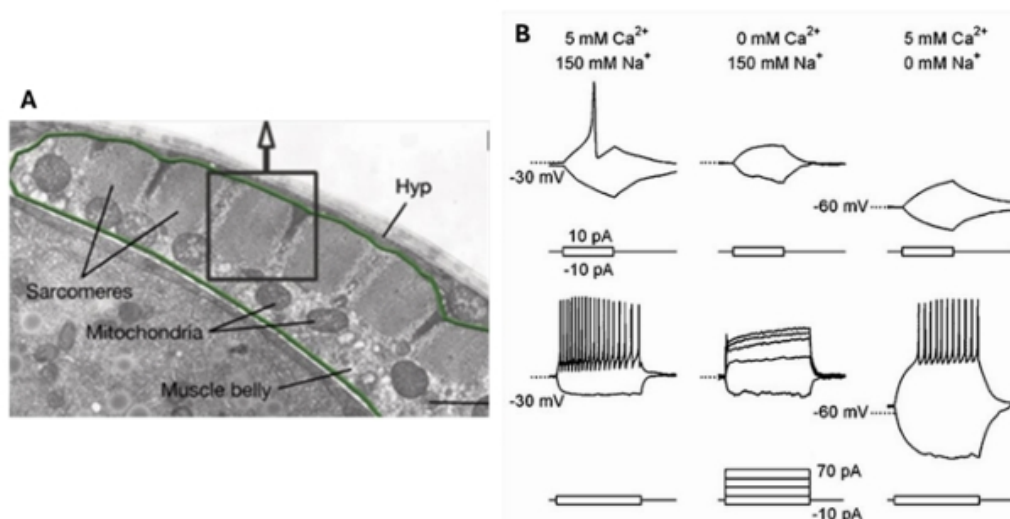


Keterangan: (A) Sayatan histologis dari daerah korteks ovarium lumba-lumba *Delphinus delphis*. (B) Perubahan kadar hormon estrogen ($\blacktriangle$), progesteron ($\bullet$), dan LH ($\circ$) di urin lumba-lumba *Tursiops truncatus* selama rentang waktu tertentu.

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

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

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

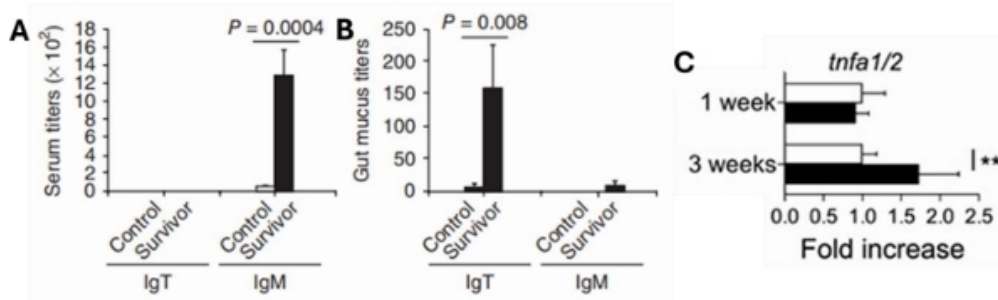


Keterangan: (A) Sayatan histologis otot dinding tubuh *C. elegans* yang didapatkan menggunakan *transmission electron microscope*. (B) Perubahan potensial membran sel otot dinding tubuh *C. elegans* akibat stimulasi tunggal arus listrik sebesar 10 pA dan -10 pA (panel atas) serta stimulasi arus listrik dengan durasi yang ditingkatkan dan/atau amplitudo stimulasi yang ditingkatkan (panel bawah). Pada medium pemeliharaan sel otot terdapat Ca²⁺ dan Na⁺ dengan konsentrasi yang divariasikan, seperti yang tertera pada gambar.

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

- A. Susunan sarkomer pada sel otot dinding tubuh *C. elegans* lebih mirip sel otot jantung manusia daripada sel otot pada arteri ikan.
- B. Sel otot dinding tubuh *C. elegans* menghasilkan potensial aksi *all-or-none* akibat influks Ca²⁺ melalui *ligand-gated Ca²⁺ channel*.
- C. Kehadiran Na⁺ di cairan ekstraseluler menyebabkan sitoplasma sel otot *C. elegans* semakin bermuatan negatif.
- D. Pemaparan air sadah (*hard water*) dapat menyebabkan *C. elegans* mengalami tetanus.

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



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

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

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

GENETIKA DAN EVOLUSI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

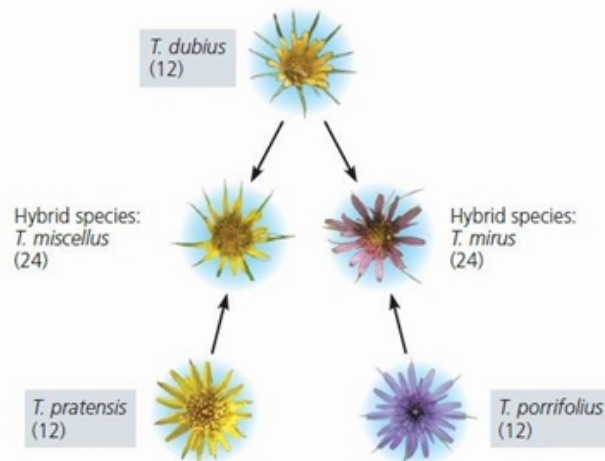
Banyak hal menarik mengenai *Amphiprion clarkii* yang mengundang banyak pertanyaan dari para peneliti. Berikut merupakan berbagai hipotesis yang muncul mengenai mereka, dan pasangan hasil penelitian/observasi yang ada.

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

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

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

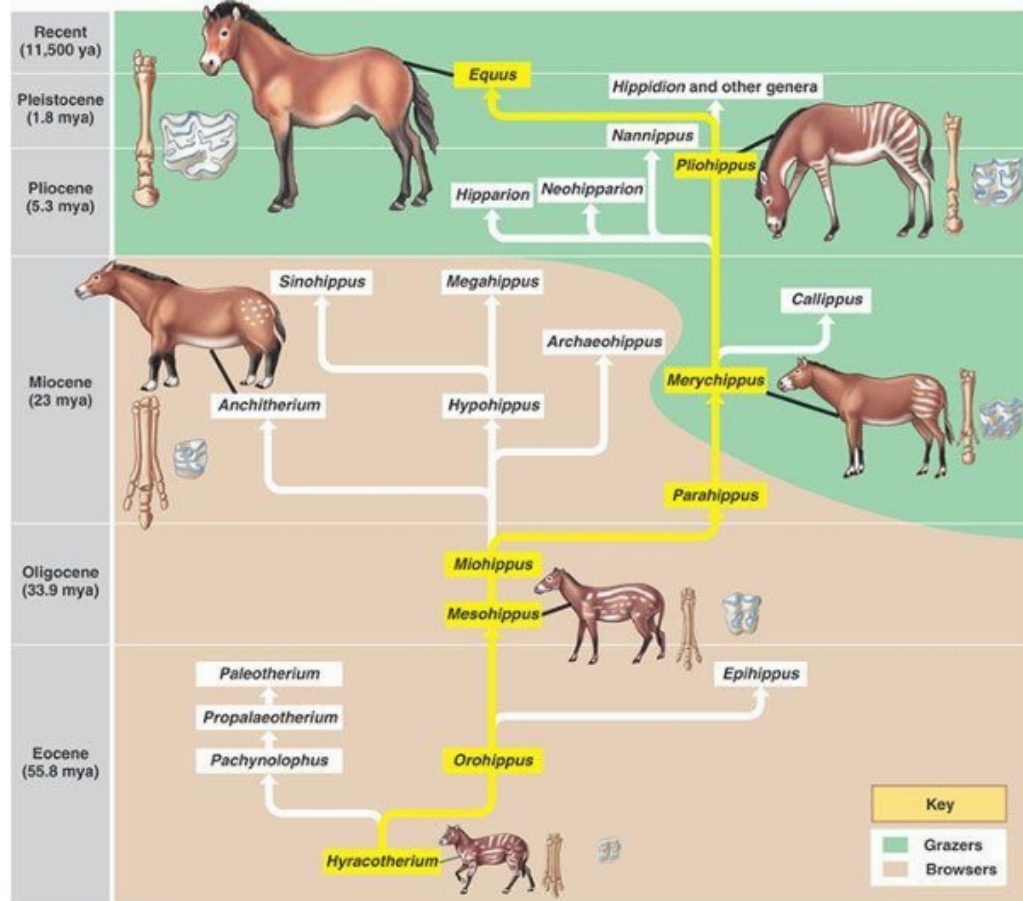
37. Tumbuhan seringkali mengalami spesiasi simpatrik karena terdapat peluang yang cukup tinggi di mana dua spesies berbeda dapat mengalami penyerbukan silang dan menghasilkan keturunan yang fertil. Mekanisme ini adalah faktor yang menghasilkan gandum dan jagung modern yang kita konsumsi sehari-hari.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



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

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

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

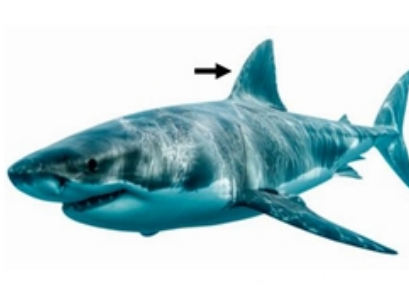


Keterangan: *Grazer* adalah pemakan tumbuhan herba dan rumput-rumputan, sedangkan *brower* memakan tumbuhan berkayu.

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

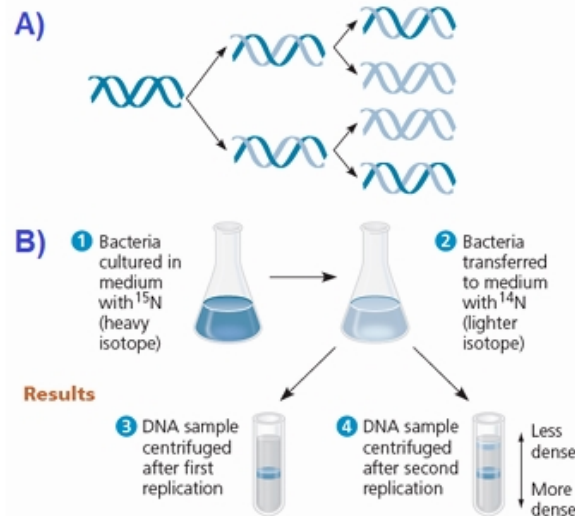
- A. *Grazers* membentuk kelompok monofiletik, sedangkan *browsers* membentuk parafiletik.
- B. Berbeda dengan kuda modern yang berjalan dengan kuku, nenek moyang paling awal dari kuda berjalan dengan telapak kaki.
- C. Kaki yang dimiliki *Anchitherium* menunjukkan karakteristik Artiodactyla.
- D. Jumlah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

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

No	Struktur A	Struktur B
1		
2		
3		
4		

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

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



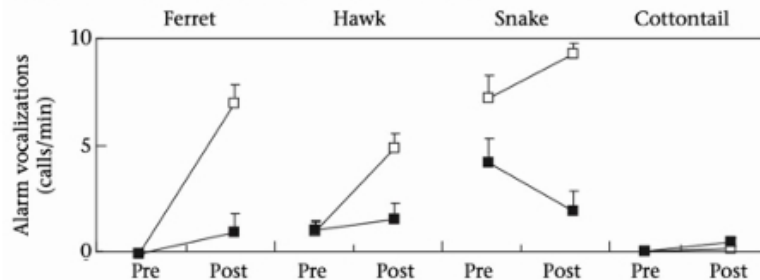
Karena keingintahuan yang tinggi, Jepri memindah-mindahkan kultur bakteri bergantian. Siklus replikasi ke-3 di media dengan isotop berat, siklus ke-4 di media isotop ringan, siklus ke-5 di media isotop berat lagi. DNA yang mengandung isotop ^{15}N (DNA 15) disebut juga untai berat, sedangkan yang mengandung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

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

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

ETOLOGI

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



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

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

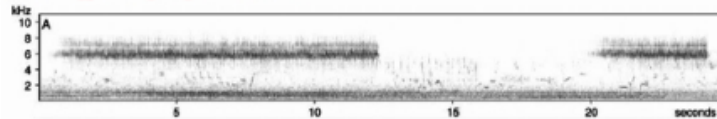
- A. Kausasi proksimat yang mungkin dari perilaku yang teramati pada penelitian di atas adalah anjing liar hidup berdampingan dengan sesama spesiesnya dalam kelompok lintas usia.
- B. Bagaimana frekuensi alel gen yang mempengaruhi kemampuan anjing liar untuk mengimitasi perilaku sesama spesiesnya berubah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

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

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

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

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



EKOLOGI

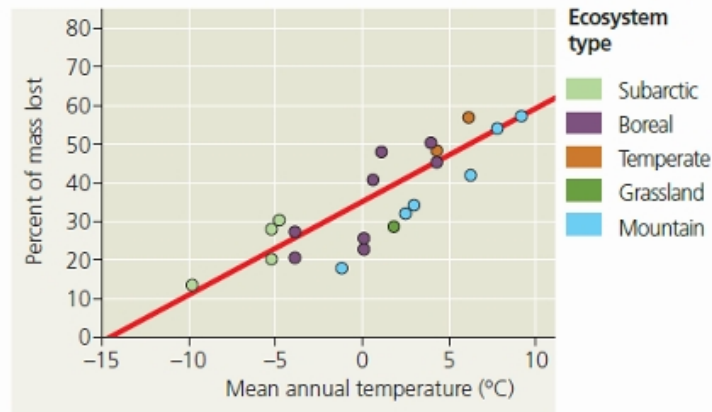
43. Data di bawah merupakan data keanekaragaman Diptera pada kayu-kayu mati di Lithuania. Diketahui spesies yang teramati di setiap kayu selalu sama dari waktu ke waktu.

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

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

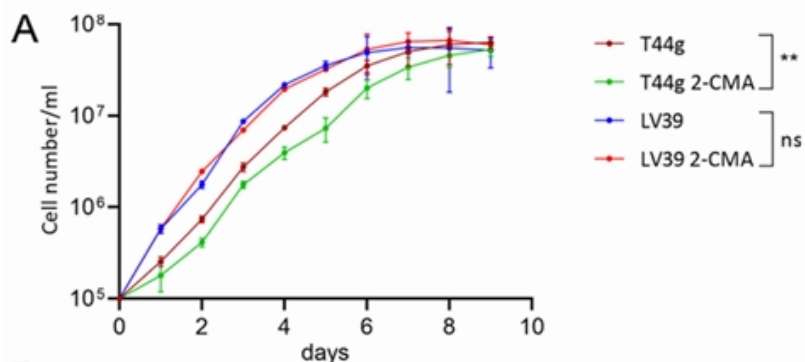
- A. Kekayaan genus Diptera pada kedua kayu berbeda.
- B. Kemerataan spesies dari Diptera pada kayu *Quercus robur* lebih rendah dibandingkan pada kayu *Tilia cordata*.
- C. Eksklusi kompetitif (*competitive exclusion*) tidak teramati berdasarkan data di atas.
- D. Peran setiap spesies pada masing-masing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

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



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

- A. Negara X memiliki wilayah yang beriklim tropis hingga iklim dingin.
 - B. Laju dekomposisi pada situs terhangat dapat mencapai 4 kali lipat dibandingkan situs terdingin.
 - C. Potensi produktivitas primer bersih hutan boreal bisa mencapai dua kali lipat dibandingkan dengan padang rumput.
 - D. Efek rumah kaca kemungkinan besar akan meningkatkan laju dekomposisi ekosistem di atas.
45. *Leishmaniaviruses* (LRV) merupakan virus yang mampu memperparah penyakit leishmaniasis yang diakibatkan oleh Flagelata uniseluler *Leishmania*. Data di bawah merupakan perbandingan kurva tumbuh dua jenis *Leishmania* tanpa atau dengan inhibitor replikasi virus berupa 2-CMA.

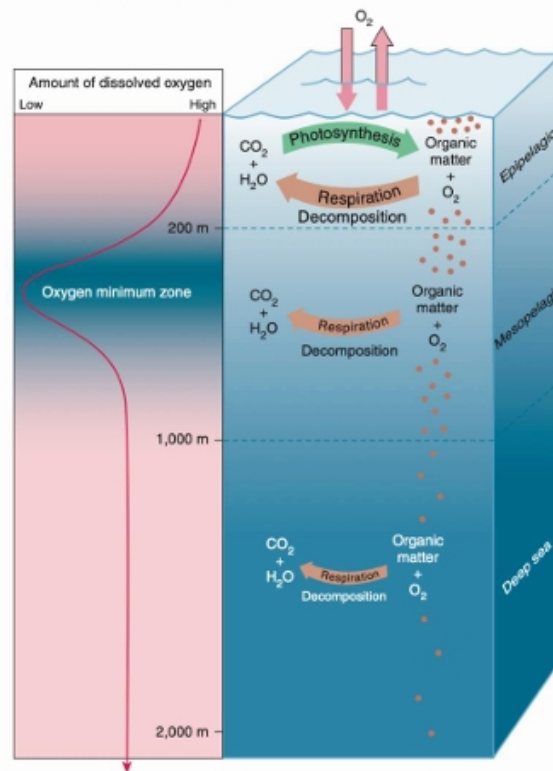


Keterangan: T44g merupakan *L. major* dan LV39 merupakan *L. guyanensis*.

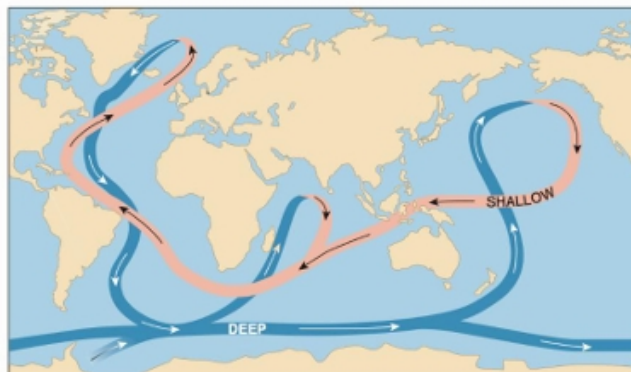
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

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

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



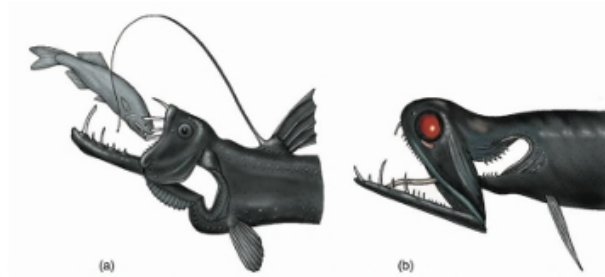
Gambar 1. Gradien oksigen terlarut di sepanjang tiga zona lautan lepas.



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

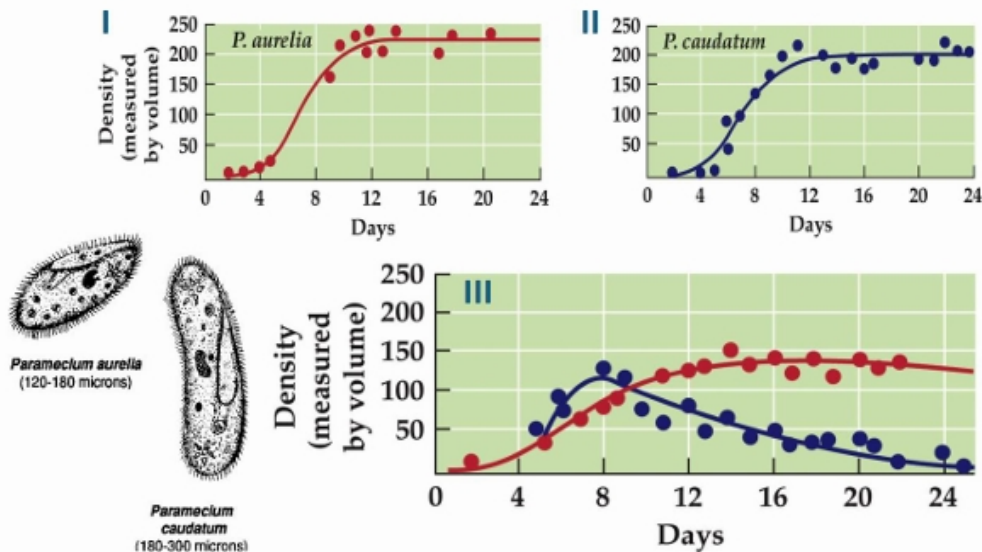
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

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



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

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



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

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

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

BIOSISTEMATIKA

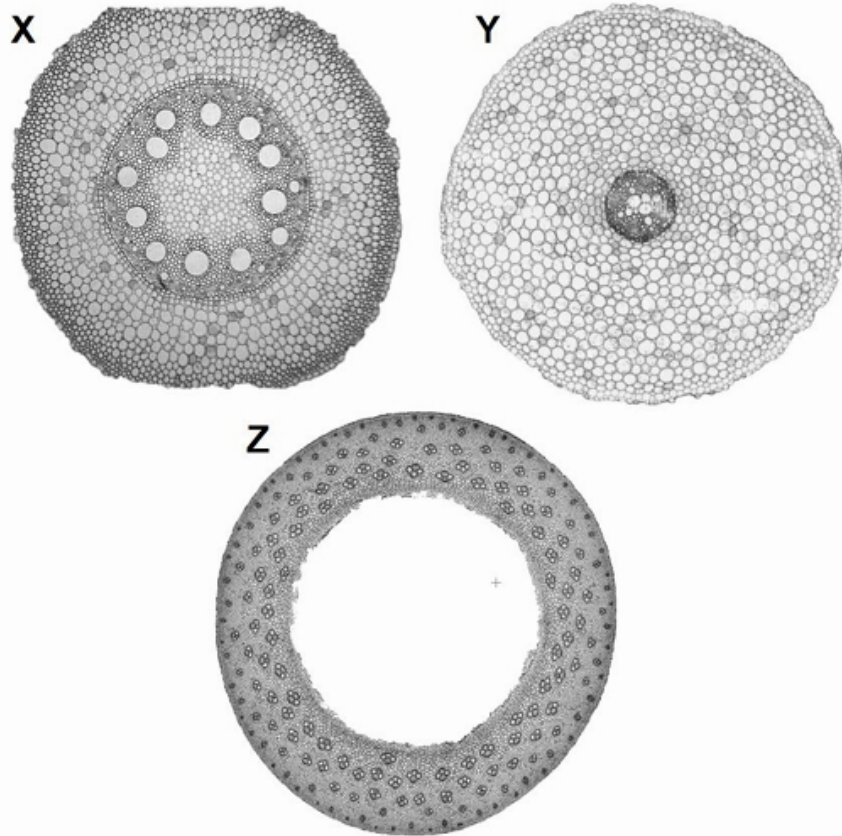
48. Podenas *et al.* merupakan peneliti biosistematika Lithuania yang mempublikasikan kunci identifikasi untuk lalat *Adelphomyia* (Diptera) tahun lalu. Di bawah merupakan salah satu contoh kunci identifikasi sederhana untuk identifikasi hewan.

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

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

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

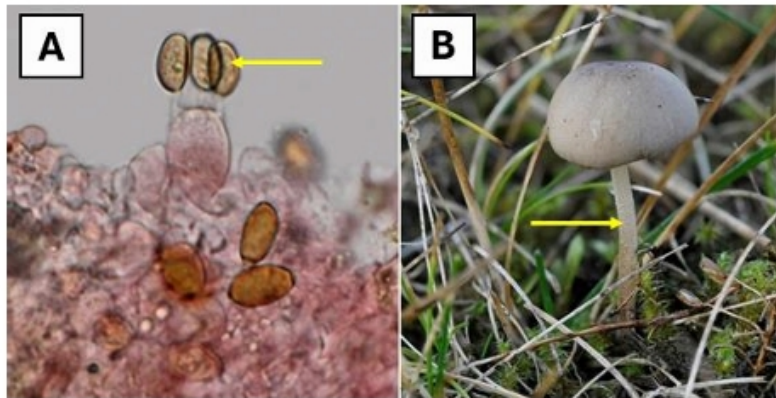
49. Perhatikan gambar penampang melintang organ dari tumbuhan berbunga X, Y, dan Z!



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

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

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



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

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

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