



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
PUSAT PRESTASI NASIONAL**

**KOMPETISI SAINS NASIONAL
BIDANG BIOLOGI
SELEKSI CALON PESERTA
INTERNATIONAL BIOLOGY OLYMPIAD (IBO)
TAHUN 2023**

TINGKAT KABUPATEN/KOTA

PETUNJUK:

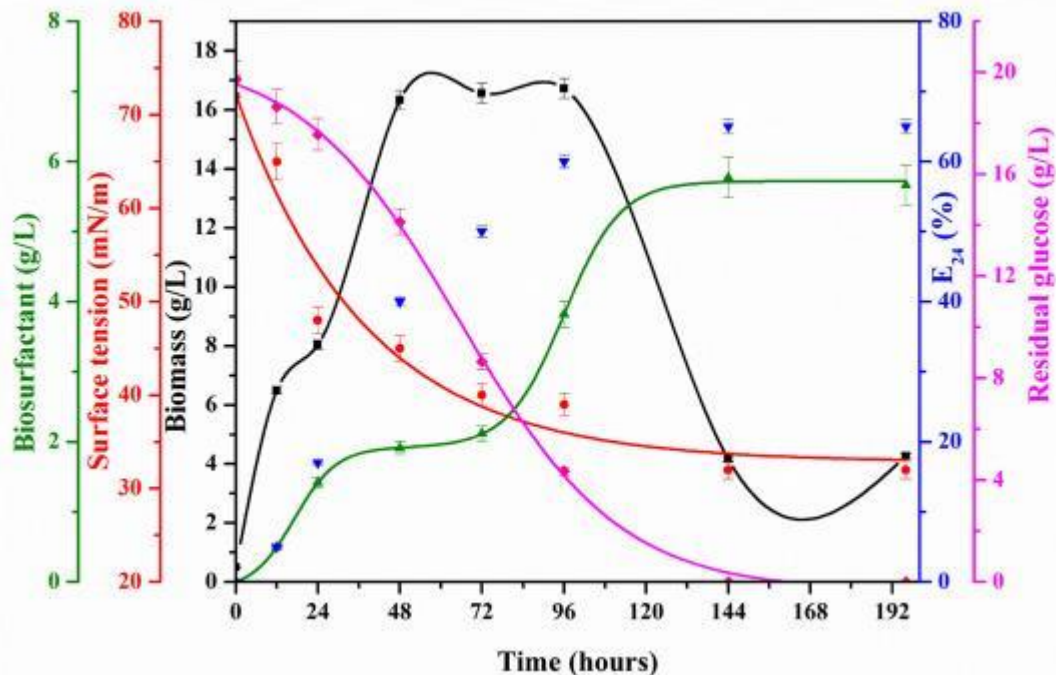
1. Isilah nama dan asal sekolah anda pada lembar jawaban.
2. Soal ini berjumlah **50 nomor** dengan masing-masing **empat pernyataan** yang perlu ditentukan apakah **Benar (B)** atau **Salah (S)**. Tiap pernyataan yang dijawab dengan tepat akan mendapatkan nilai **1**.
3. **Tuliskan jawaban Anda dengan menghitamkan lingkaran berhuruf “B” atau “S” pada kolom jawaban yang sesuai.**
4. **Nilai maksimal adalah 200.**
5. Gunakan pensil 2B untuk mengisi jawaban yang tepat pada lembar yang telah disediakan dengan cara menghitamkan kolom B (Benar) atau S (Salah). Jika anda ingin mengganti jawaban, cukup hapus warna hitam pada jawaban sebelumnya hingga bersih dan mengganti dengan jawaban yang baru.
6. Kalkulator BOLEH digunakan selama test berlangsung.
7. TIDAK ada sistem minus sehingga SEMUA soal sebaiknya dijawab.
8. Waktu ujian adalah 180 menit.



**TIM OLIMPIADE BIOLOGI INDONESIA
2022**

BIOLOGI SEL MOLEKULER

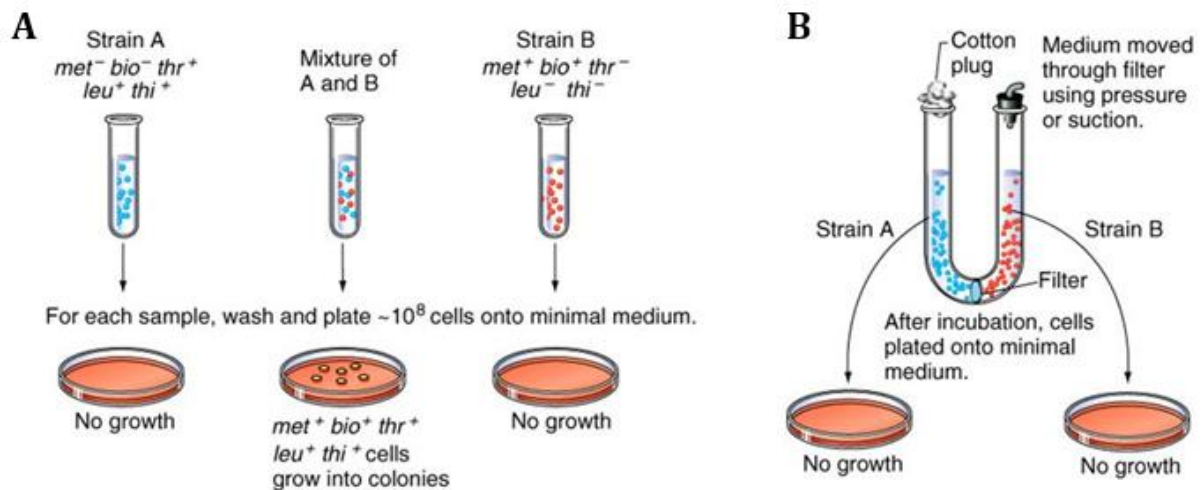
- Jennie Kim melakukan penelitian menggunakan bakteri X untuk memproduksi biosurfaktan. Biosurfaktan sendiri adalah suatu senyawa yang dapat menurunkan tegangan permukaan, menggunakan bakteri X. Hasil penelitian tersebut dirangkum dalam grafik di bawah ini.



Keterangan: Biosurfaktan (▲); Tegangan permukaan (●); Biomassa (■); Glukosa (◆)

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

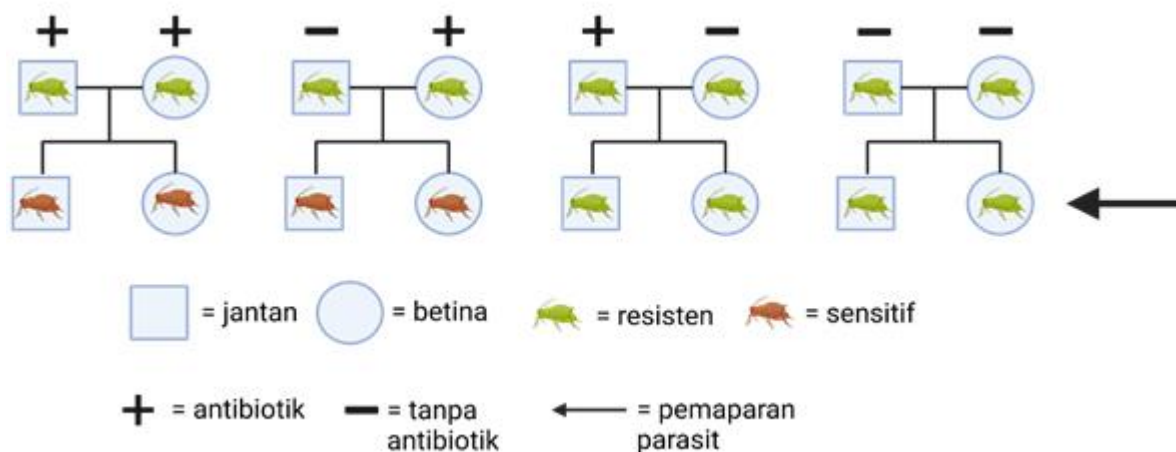
- Tidak terjadi pembelahan sel pada jam ke 96-144
 - Biosurfaktan dalam penelitian ini adalah metabolit primer yang terlibat langsung dalam pertumbuhan bakteri X
 - Metode kultur yang digunakan terhadap bakteri X adalah *batch culture* di mana nutrisi hanya diberikan sekali di awal
 - Jika fase pertumbuhan eksponensial (log) diperpanjang kemungkinan dapat dihasilkan lebih banyak biosurfaktan
- Suatu percobaan dilakukan untuk mendemonstrasikan fenomena gen transfer pada bakteri. Bakteri X ditreatment dengan agen mutagenesis (sinar X atau UV) untuk menghasilkan mutan nutrisi (auxotroph). Dua strain mutan berhasil diisolasi, yaitu mutan A yang memiliki defisiensi untuk sintesis metionin (met-) dan biotin (bio-), dan mutant B yang memiliki defisiensi untuk sintesis threonin (thr-), leusin (leu-), dan thiamin (thi-). Pada percobaan pertama, mutan A, mutan B, dan campuran mutan A dan B ditumbuhkan terpisah selama periode waktu tertentu di medium nutrisi lengkap, sebelum kemudian dipindahkan ke media agar minimal (Gambar A). Sedangkan pada percobaan kedua, campuran kultur mutan A dan B dikultivasi pada tabung U, yang mana dibagian tengah tabung ditambahkan membrane 0.2 μ M untuk memisahkan kedua kultur tersebut (Gambar B), sebelum kemudian dipindahkan dari masing-masing kompartemen/sisi tabung ke media agar minimal. Hasil tiap percobaan ditunjukkan pada gambar A dan B.



Gambar A dan B. Percobaan untuk mendemonstrasikan fenomena gen transfer pada bakteri

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

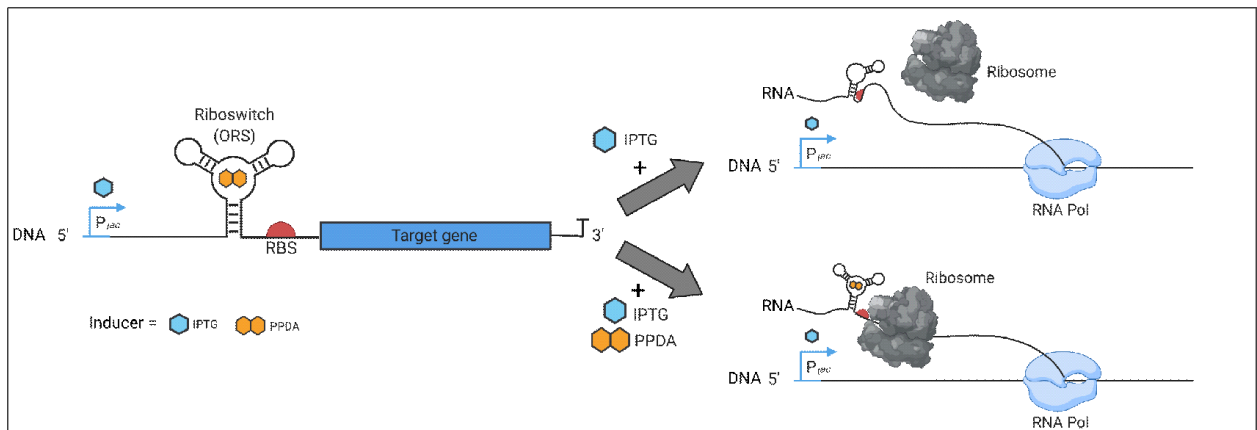
- Percobaan pertama menunjukkan fenomena transfer gen secara horizontal diakibatkan pencampuran kedua strain mutant
 - Percobaan kedua memberikan indikasi bahwa sel dapat melakukan transfer gen melalui transduksi dan transformasi
 - Proses konjugasi untuk transfer gen hanya terjadi pada percobaan pertama dikarenakan memungkinkan sel untuk mengalami kontak langsung
 - Pemberian membran pada tabung U berfungsi untuk mencegah pencampuran media dari kedua kultur
3. Suatu penelitian dilakukan untuk melihat hubungan antara *host-genotype* dan *bacterial symbiont* dalam memberikan resistensi jenis serangga tertentu terhadap infeksi parasit. Dua populasi serangga yang resisten dan sensitive terhadap infeksi parasit berhasil diisolasi. Serangga uji diberi perlakuan pemaparan dengan atau tanpa antibiotik, sebelum dilakukan proses perkawinan. Anakan yang dihasilkan selanjutnya di uji resistensinya terhadap infeksi parasit. Ilustrasi hasil percobaan yang disederhanakan ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



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

- Hasil percobaan menunjukkan sifat resistensi terkait kromosom X
- Sifat resistensi diturunkan dari jalur maternal
- Pemberian antibiotik tidak berhasil mengeliminasi sifat resistensi dari jalur paternal
- Symbiont memberikan sifat resistensi terhadap infeksi parasit

4. Gambar di bawah menunjukkan ilustrasi suatu sistem hybrid promoter-based dan orthogonal riboswitch (ORS) dalam meregulasi ekspresi gen target



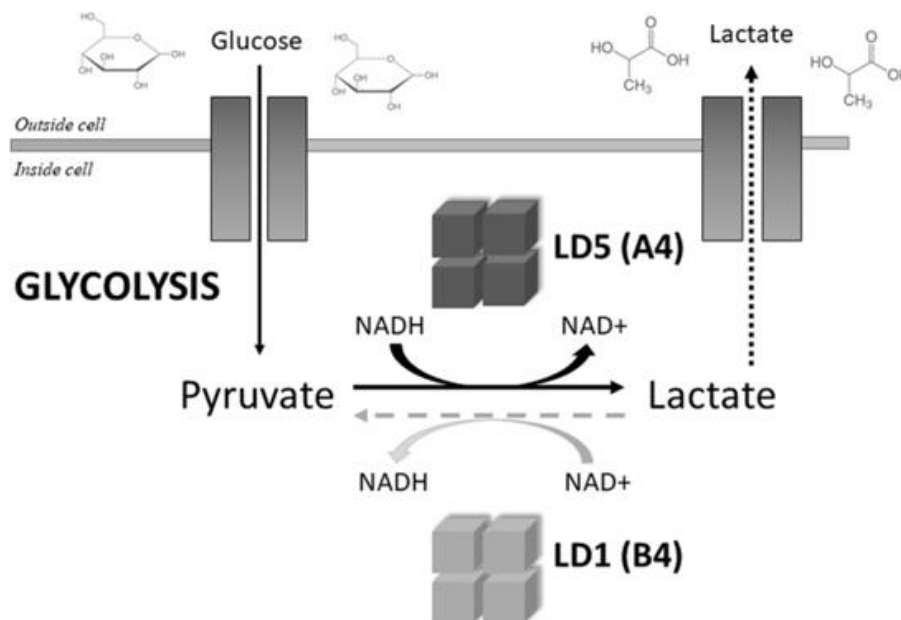
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- Dalam kehadiran hanya PPDA, hanya proses translasi protein yang berjalan tanpa transkripsi gen.
 - Kehadiran PPDA merubah struktur primer RNA transkrip, menyebabkan ribosomal binding site (RBS) dapat berinteraksi dengan ribosom.
 - RBS merupakan daerah non-coding yang berperan untuk regulasi ekspresi gen target.
 - Aktivitas RNA polimerase untuk transkripsi gen target memerlukan kehadiran IPTG dan PPDA.
5. Suatu hari, Prof. Gitonobel sedang mengamati sel eritrosit dari manusia. Diketahui bahwa osmolaritas dari eritrosit adalah sekitar 280 mOsm. Ia mencoba untuk memasukkan sel ini ke dalam dua jenis larutan yang isoosmotik terhadap eritrosit dan mengamati dampaknya terhadap sel tersebut. Tabel berikut menunjukkan karakteristik dari kedua larutan.

Larutan dan senyawa yang dikandung	Konstanta disosiasi	Keberadaan <i>channel</i> untuk fasilitasi difusi senyawa
Larutan X: NaCl	0.85	tidak ada
Larutan Y: NH ₃	~0	ada

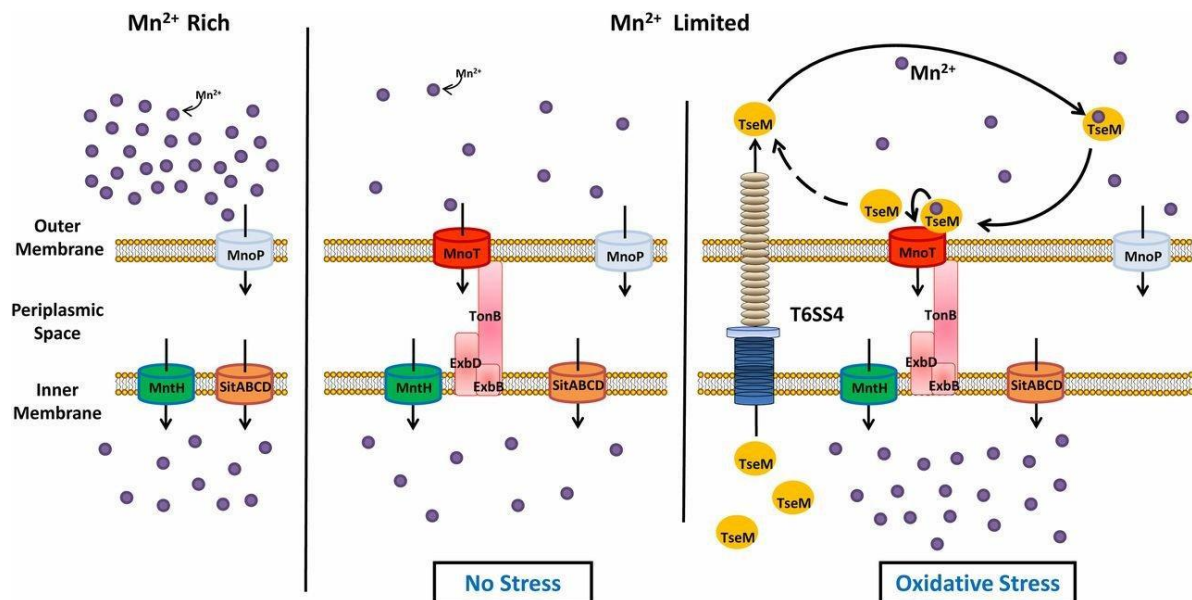
Apabila diasumsikan bahwa partikel dalam sel tidak dapat menembus membran, tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- Konsentrasi (massa/volume) dari larutan natrium klorida yang digunakan Prof. Gitonobel adalah sekitar 0,9% (Mr NaCl = 58,5)
 - Lisis pada larutan Y akan lebih cepat ketimbang larutan X.
 - Apabila Prof. Gitonobel meletakkan eritrosit ke dalam larutan glukosa yang isoosmotik terhadap sel, maka dampaknya akan sama dengan dampak penempatan eritrosit ke dalam larutan X.
 - Ketika sel dimasukkan ke dalam larutan yang hiperosmotik terhadap cairan intraseluler, maka lama-kelamaan akan terjadi krenasi.
6. Sel-sel kanker memerlukan energi yang lebih besar dibanding sel-sel normal. Perbanyakkan sel yang tidak terkendali pada sel-sel kanker berkaitan erat dengan aktivitas laktat dehidrogenase (LDH) yang abnormal. Enzim LDH mengatur konversi glukosa menjadi asam laktat seperti ditunjukkan pada gambar. Isoform LDH yang aktif merupakan kombinasi dua subunit: LDHA dan LDHB yang masing-masing dikode oleh gen *ldha* dan *ldhb*. Kombinasi setiap subunit menjadi homo- atau heterotetramer menghasilkan lima isoform: B4, A1B3, A2B2, A3B1 and A4, yang masing-masing diberi nama LD1 hingga LD5.



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

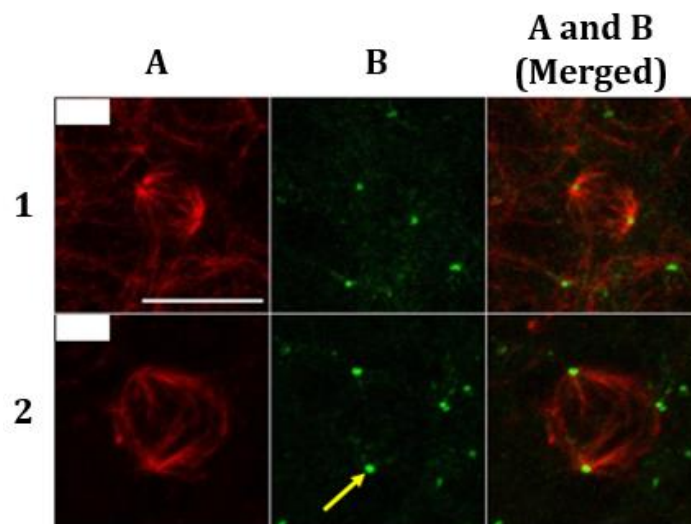
- A. Sel-sel kanker memperoleh ATP sebagian besar dari siklus Krebs dan rantai transpor elektron.
 - B. Peningkatan konsentrasi isoform LD5 akan mengurangi masuknya piruvat ke siklus Krebs.
 - C. Semakin jauh jarak dari suatu jaringan tumor, aktivitas relatif LD5 akan menurun namun LD1 meningkat.
 - D. Jika ditemukan isoform LDH mutan yang tidak terdiri atas lebih dari empat subunit, maka isoform tersebut bukan merupakan struktur kuaterner protein.
7. Mangan (Mn^{2+}) dapat mengurangi cekaman oksidatif pada sel karena berperan sebagai kofaktor bagi enzim-enzim yang terlibat dalam detoksifikasi spesies oksigen reaktif (ROS). Bakteri Gram-negatif memenuhi kebutuhan Mn^{2+} dengan cara mengakumulasi ion tersebut ke dalam sitosol menggunakan sistem transpor membran seperti ditunjukkan pada gambar. Sistem translokasi Mn^{2+} melintasi membran luar yang baru berhasil diidentifikasi diberi nama MnoT dan TseM (masing-masing berwarna merah dan kuning pada gambar). Sistem MnoT terdiri dari suatu transporter yang bergantung pada protein TonB, sedangkan TseM terdiri dari protein pengikat Mn^{2+} yang disekresikan melalui sistem sekresi tipe VI (T6SS).



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

- A. Pada konsentrasi Mn^{2+} tinggi, kebutuhan Mn^{2+} intraseluler lebih banyak dipenuhi melalui transpor aktif dibanding difusi pasif.
- B. Pada konsentrasi Mn^{2+} terbatas, TseM disekresikan ke luar sel, mengumpulkan Mn^{2+} yang tersedia, lalu mengantarkan Mn^{2+} ke dalam sel setelah interaksi langsung dengan MnoT.
- C. Ekspresi MnoT kemungkinan besar diinduksi pada konsentrasi Mn^{2+} ekstraseluler rendah namun direpresi oleh konsentrasi Mn^{2+} ekstraseluler tinggi.
- D. Delesi gen yang mengkode kompleks T6SS4 (tanpa mengganggu gen-gen lainnya) tidak akan berdampak negatif pada akumulasi Mn^{2+} ke dalam sel saat cekaman oksidatif.

8. Pengetahuan dasar mengenai pembelahan sel telah memaparkan dua jenis pembelahan pada hewan: mitosis dan meiosis. Artikel ilmiah oleh Chan dkk. yang dipublikasi akhir bulan lalu (April 2022) akan tetapi menemukan pembelahan asintetik. Pembelahan asintetik diketahui terjadi ketika sel membelah sebelum melakukan sintesis DNA. Pengamatan mikroskopis di bawah memperlihatkan 75% dan 25% dari sel-sel yang mengalami pembelahan asintetik terlihat masing-masing seperti bagian 1 dan 2.



Keterangan: pewarna yang digunakan pada gambar A mewarnai benang spindel

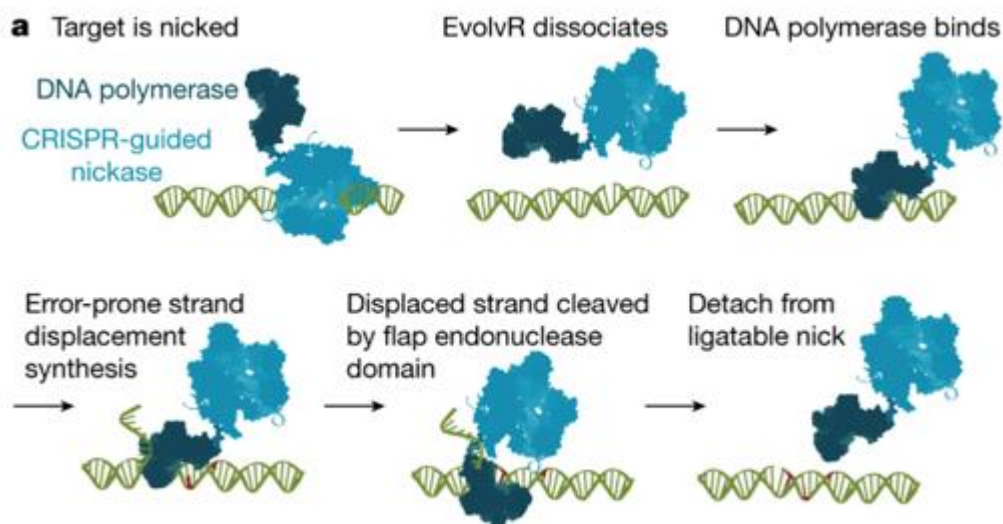
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- A. Sel-sel yang mengalami pembelahan asintetik dapat disimpulkan tidak memiliki fase G1 dan G2.
- B. Panah kuning menunjukkan sentrosom.
- C. Pembelahan asintetik kemungkinan dapat diamati pada otak.
- D. Regulasi yang ketat diperlukan oleh sel-sel yang mengalami pembelahan asintetik.

9. Membran dan dinding sel merupakan struktur yang memiliki peranan penting pada sel termasuk pada mikroorganisme. Berikut pernyataan mengenai membran atau dinding sel pada mikroba.

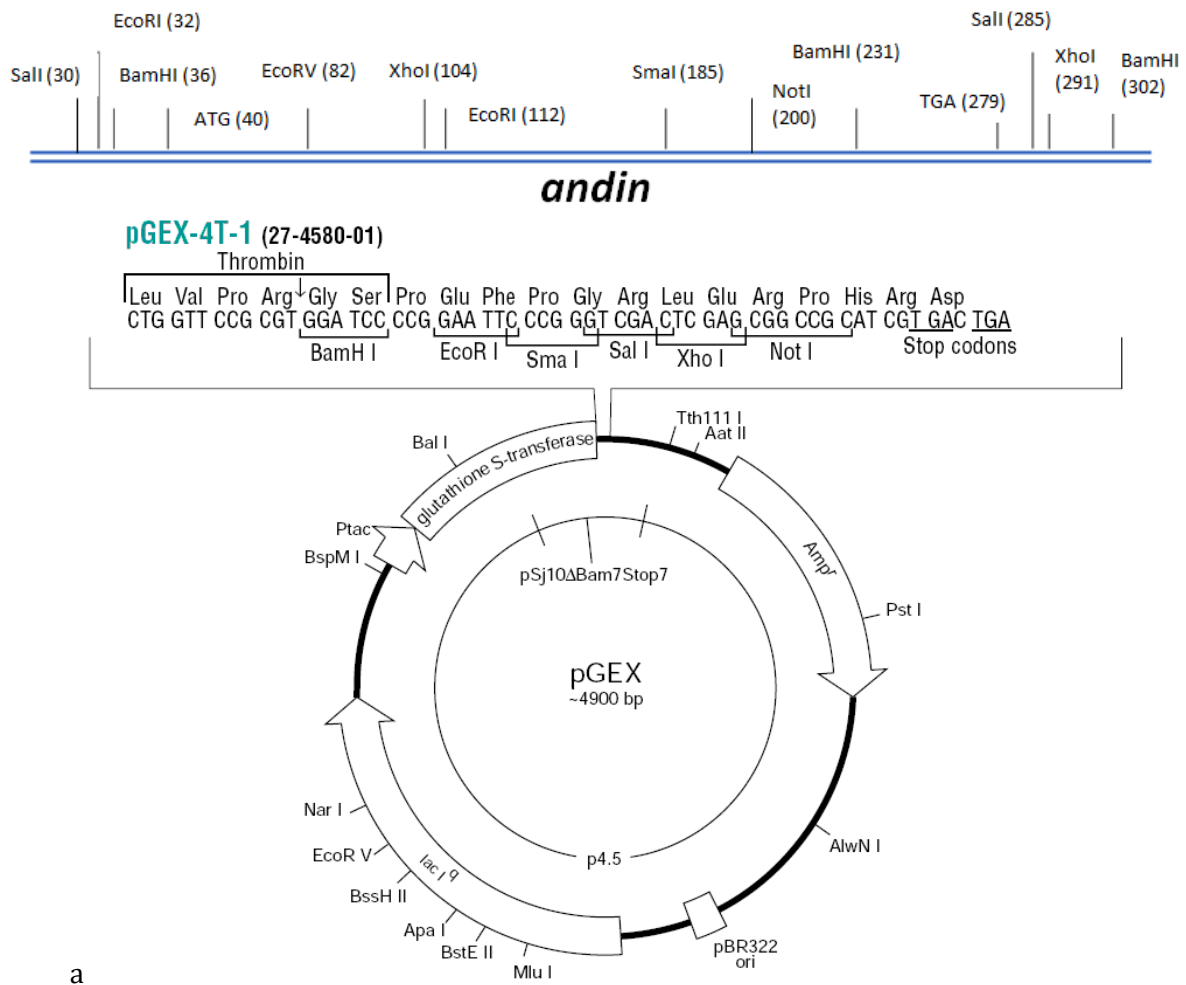
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- A. Kitin merupakan polimer karbohidrat utama yang menyusun dinding sel ragi dan mengandung unsur Nitrogen dalam strukturnya.
 - B. Salah satu mekanisme pertahanan bakteri termofilik pada temperatur tinggi adalah dominasi asam lemak jenuh pada fosfolipid bilayer penyusun membran sel.
 - C. Dinding sel pada kelompok Archaeobacteria tersusun atas peptidoglikan karena termasuk dalam Kingdom Monera.
 - D. Peptidoglikan pada dinding sel Cyanobacteria (ganggang hijau-biru) tersusun dari dua monomer yakni N-asetil glukosamin (NAG) dan Asam N-asetilmuramat (NAM).
10. Sejak ditemukannya metode edit genom dengan menggunakan sistem CRISPR-Cas9 telah mendorong banyak modifikasi dari sistem ini untuk berbagai tujuan yang berbeda-beda. Salah satu contohnya adalah pengembangan sistem EvolvR untuk tujuan mutagenesis yang acak dan cepat pada protein target. Secara diagramatis cara kerja sistem EvolvR dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

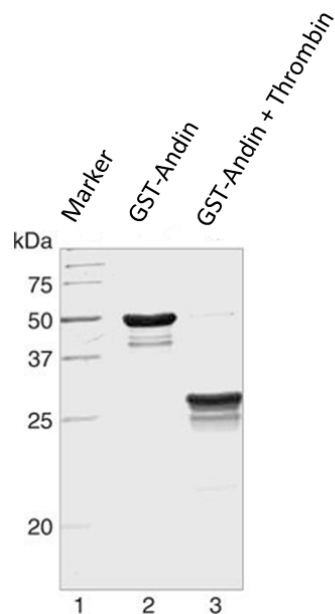


Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- A. Sistem EvolvR terdiri dari atas gRNA dan protein fusi Cas9-DNA polymerase.
 - B. *DNA binding domain* perlu ditambahkan pada DNA polymerase pada sistem ini agar dapat mengenali daerah yang ingin diedit/mutagenesis
 - C. Fungsi restriksi pada Cas9 pada sistem ini tidak dibutuhkan
 - D. Fungsi *proofreading* DNA polymerase pada sistem ini tidak dibutuhkan
11. Mas Aldebaran menggunakan *Escherichia coli* untuk memproduksi protein “Andin”. Pertama-tama gen penyandi protein Andin dikloning dari bakteri *Bacillus ikatancintanius* dan dikonstruksikan ke plasmid pGEX-4T-1 sehingga tercipta protein fusi Gluthatione S-transferase (GST)-Andin. Berikut adalah ilustrasi gen *andin* dan peta restriksi plasmid pGEX-4T-1.



Hasil ekspresi protein Andin dianalisis menggunakan metode *Sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis* (SDS-PAGE) yang ditampilkan di bawah ini



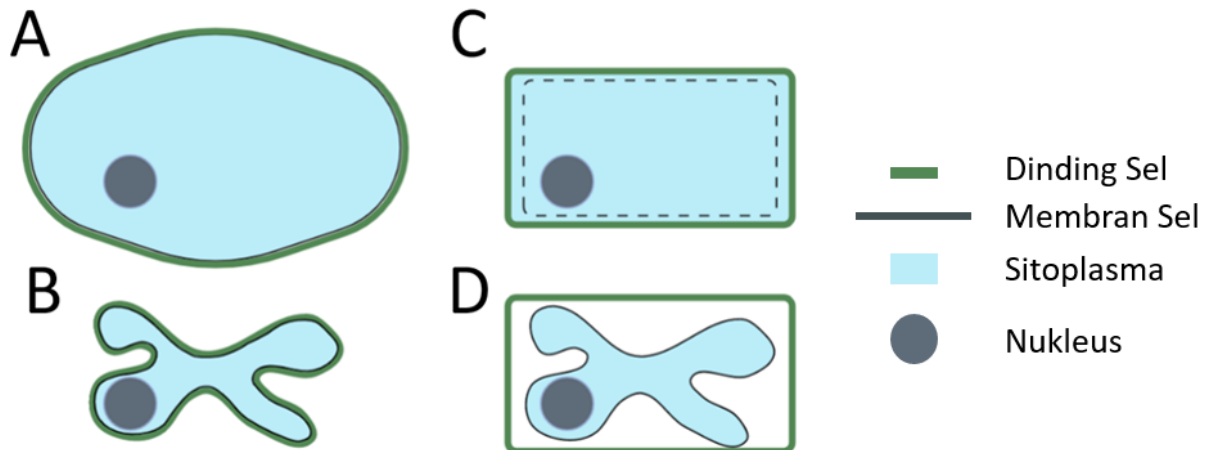
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

A. Thrombin adalah enzim nuklease.

- B. Ukuran dari Glutathione S-transferases (GST) adalah ~24-26 KDa.
- C. *E. coli* yang berhasil tertransformasi plasmid pGEX-4T-1 bersifat resisten terhadap antibiotik Ampisilin baik ketika gen *andin* berhasil terinsersi maupun tidak.
- D. Satu-satunya enzim restriksi yang dapat digunakan untuk mengkonstruksi Andin ke pGEX-4T-1 adalah *Sall*.

ANATOMI FISILOGI TUMBUHAN

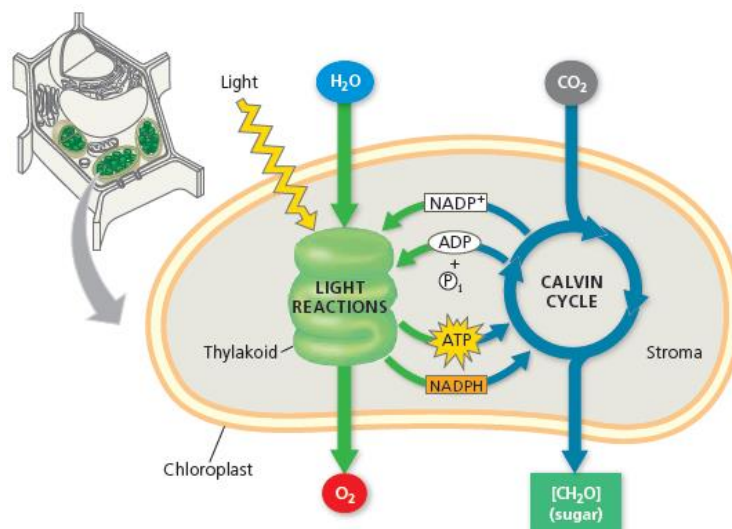
12. Perhatikan gambar animasi sel-sel tumbuhan berikut.



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

- A. Gambar A merupakan kondisi yang tidak terjadi pada sel tumbuhan dengan perlakuan osmotik tertentu.
- B. Modifikasi osmotik tertentu mungkin menghasilkan kondisi seperti Gambar B.
- C. Gambar C representatif terhadap kondisi sel tumbuhan yang *flaccid* (lembek).
- D. Gambar D menggambarkan kondisi yang mampu menyebabkan meningkatnya kadar asam absisat pada daun.

13. Perhatikan diagram yang menggambarkan proses fotosintesis berikut!

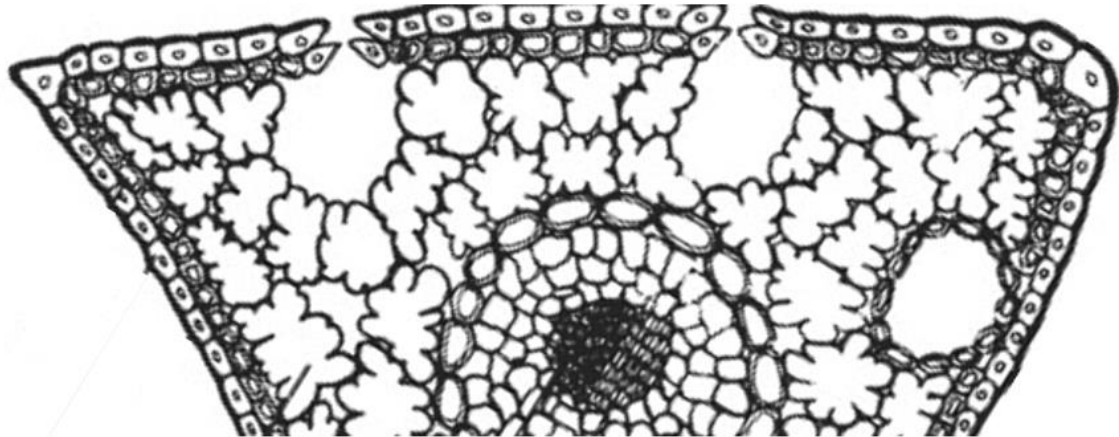


Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- A. Kerusakan fotosistem I menyebabkan kegagalan pengubahan NADP^+ menjadi NADPH.
- B. Kerusakan fotosistem II menyebabkan pembentukan oksigen dari air gagal terbentuk.

- C. Fiksasi karbon pada CAM terjadi pada malam hari. Hal ini menyebabkan siklus Calvin-nya juga dapat terjadi pada malam hari tersebut.
- D. Jika seluruh karbon pada gula memerlukan waktu yang relatif lama untuk berada pada sel setelah masuk dari stomata, maka dapat dipastikan gula tersebut dihasilkan tumbuhan CAM.

14. Perhatikan gambar sayatan berikut!



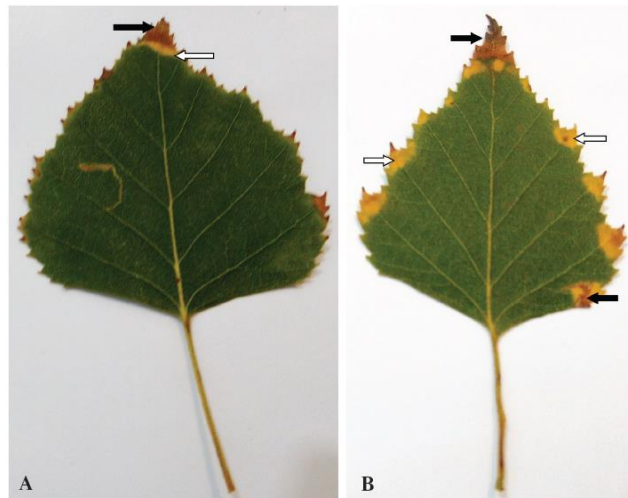
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- A. Sayatan di atas dapat disimpulkan memiliki stomata adaksial dan saluran yang terbentuk secara lisigen (melalui proses lisis sel).
 - B. Sayatan di atas dapat disimpulkan berasal dari tumbuhan yang teradaptasi pada suhu tahunan yang tinggi.
 - C. Sayatan di atas dapat disimpulkan berasal dari tumbuhan dengan habitat dengan intensitas cahaya tahunan yang tinggi.
 - D. Sayatan di atas dapat disimpulkan berasal dari tumbuhan dengan kemampuan penghambatan evapotranspirasi yang tinggi.
15. Tumbuhan memerlukan makronutrien maupun mikronutrien untuk pertumbuhan dan perkembangan. Tabel di bawah menunjukkan sebagian komposisi dari kedua komponen tersebut pada media MB (Enjalric dan Carron, 1982) yang digunakan untuk induksi pucuk pada tumbuhan karet.

Senyawa	Konsentrasi (mg/L)	Senyawa	Konsentrasi (mg/L)
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (besi (II) sulfat heptahidrat)	27,8	NH_4NO_3 (ammonium nitrat)	825
$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (natrium dihidrogen fosfat heptahidrat)	1360	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (kobalt (II) klorida heksahidrat)	0,2
KNO_3 (kalium nitrat)	228	H_3BO_3 (asam borat)	9,3
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (natrium molibdat dihidrat)	0,2	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (magnesium sulfat heptahidrat)	740

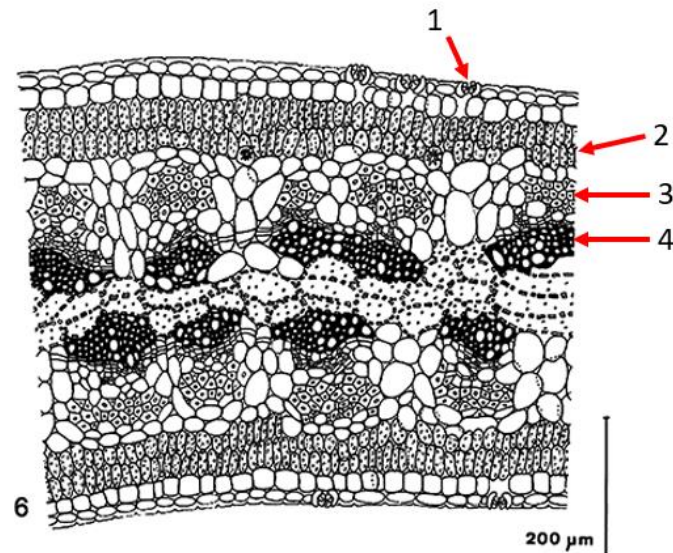
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- A. Berdasarkan tabel di atas, unsur makronutrien dapat dibedakan dengan unsur mikronutrien berdasarkan konsentrasi senyawa yang tersedia pada media.
 - B. Unsur makronutrien yang mampu disediakan oleh rhizobakteria tersedia pada tabel.
 - C. Unsur yang mampu disediakan oleh mikoriza tersedia pada dua senyawa pada tabel.
 - D. Media MB mengandung 27,8 mg/L senyawa mengandung unsur yang menjadi atom pusat cincin porfirin pada klorofil.
16. Polen merupakan struktur pada tumbuhan yang terlibat dalam proses reproduksi. Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S) mengenai polen!
- A. Inti vegetatif dan generatif pada polen dihasilkan secara langsung dari proses meiosis.
 - B. Inti vegetatif terlibat dalam proses pertumbuhan tabung polen.
 - C. Endosperm pada tumbuhan yang mampu menghasilkan buah memiliki ploidi $3n$ walaupun inti generatif kedua memiliki ploidi n .
 - D. Sporangium merupakan homolog dari struktur penghasil polen pada tumbuhan tanpa xilem dan floem.
17. Kontaminasi logam berat memiliki dampak yang beragam pada tumbuhan. Gambar di bawah memperlihatkan morfologi daun *Betula pendula* dalam penelitian yang dipublikasi oleh Zubrovskaya dan Gryshko (2019).



Keterangan: A) Daun dari populasi kontrol; B) Daun dari populasi terpapar logam berat di sekitar Kryvyi Rih Minium Plant, Ukraina.

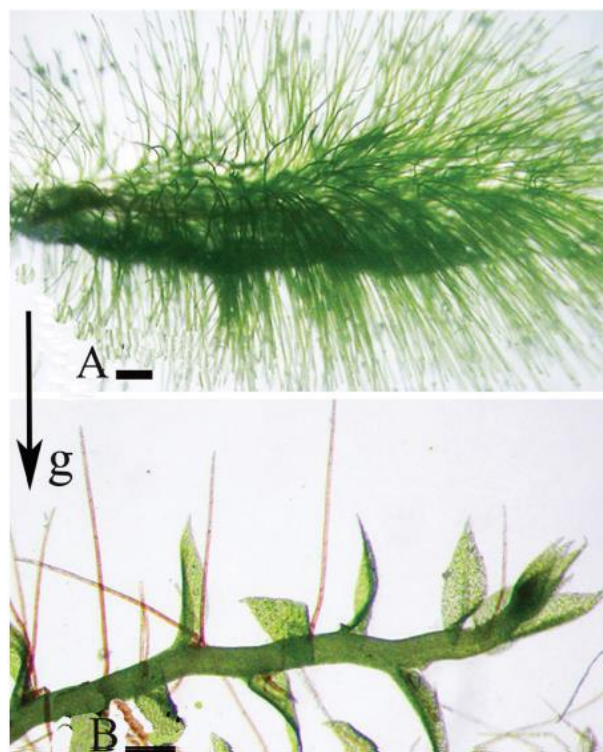
Dampak kontaminasi juga mampu diamati melalui perbedaan anatomi. Gambar di bawah merupakan anatomi dari suatu organ yang terlihat seperti daun.



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

- A. Perbandingan morfologi di atas membuktikan paparan logam berat tidak mengganggu sintesis klorofil.
- B. Pengamatan morfologi di atas membuktikan suatu daun yang berwarna ungu mungkin memiliki kemampuan untuk berfotosintesis.
- C. Struktur 1 dan 2 pada pengamatan anatomi membuktikan bahwa organ tersebut merupakan daun.
- D. Struktur 4 merupakan struktur yang terlibat dalam transpor ion, termasuk logam berat.

18. Gravitasi merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan. Lobachevska et al. (2021) mempublikasi penelitian mengenai efek gravitasi terhadap lumut. Gambar di bawah merupakan hasil pengamatan pada protonema dari *Polytrichum arcticum* hasil dikoleksi setelah Ukraina mengekspedisi antartika sebanyak 24 kali.



Keterangan: A) Kloronema (warna hijau; panjang dan tipis) yang berkembang dari sel daun; B) Stolon kaulonemal (warna coklat; panjang dan tipis) yang tumbuh dari sel batang. Panah dengan huruf g menunjukkan arah gravitasi.

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

- A. Struktur yang diamati berasal dari spora dengan ploidi haploid.
- B. Kloronema merupakan struktur yang sensitif terhadap gravitasi.
- C. Stolon kaulonemal merupakan analog dari batang tumbuhan berbiji karena bersifat gravitropisme negatif.
- D. Secara umum, respon terhadap gravitasi dari struktur yang tumbuh menjauhi gravitasi melibatkan keseimbangan konsentrasi auksin pada kedua sisi struktur tersebut.

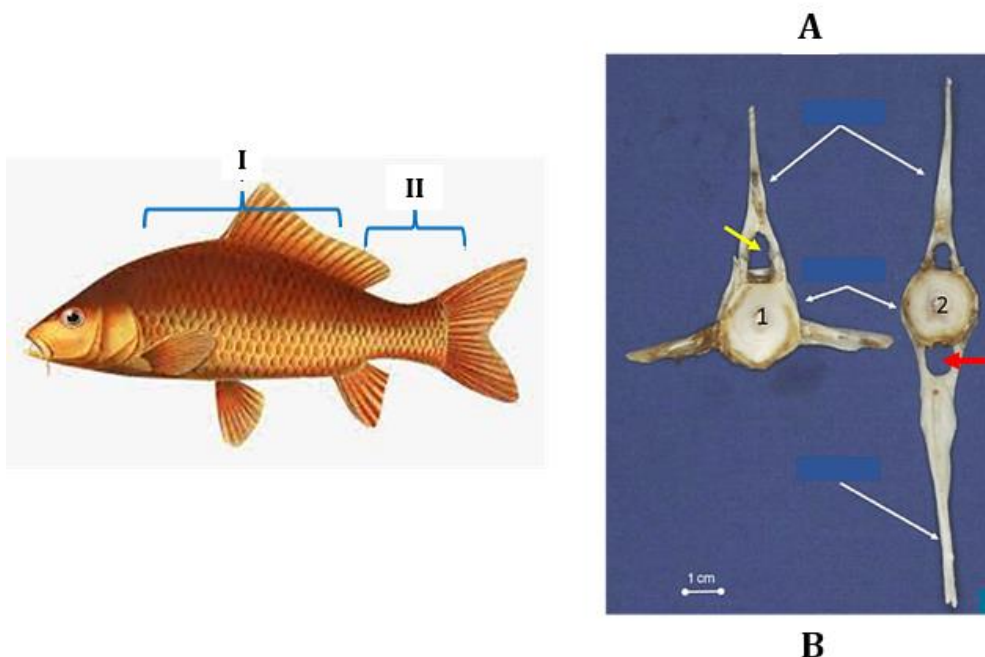
ANATOMI FISILOGI HEWAN

19. Hewan mampu melakukan adaptasi terhadap kondisi-kondisi minim oksigen. Adaptasi ini dapat diamati pada mamalia air dan juga hewan yang tinggal di pegunungan.

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

- A. Di awal aklimatisasi pada kondisi rendah oksigen, tubuh akan mengalami alkalosis sebagai dampak kehilangan banyak CO_2 .
- B. Kambing dengan kadar hemoglobin yang tinggi lebih adaptif untuk tinggal di daerah pegunungan daripada di dataran rendah.
- C. Kadar myoglobin pada mamalia akuatik secara umum lebih tinggi daripada mamalia terestrial.
- D. Proporsi massa limpa dan hati terhadap massa tubuh pada mamalia akuatik lebih rendah dibanding mamalia terestrial.

20. Riga ditugaskan untuk membuat rangka dari ikan mas. Gambar berikut ini menunjukkan dua buah tulang yang telah berhasil diisolasi oleh Riga. Kedua tulang di sebelah kanan memiliki orientasi yang sama.



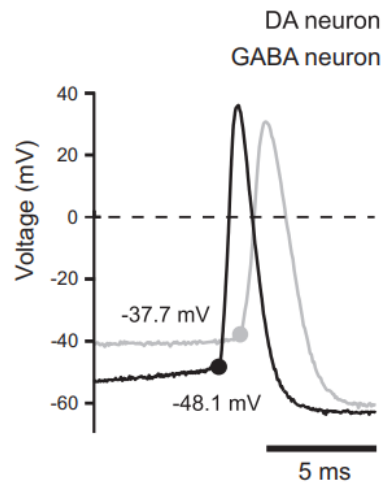
Keterangan: tulang 1 dan 2 memiliki orientasi yang sama di sepanjang sumbu dorsoventral

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

- A. Tulang 1 diambil dari bagian I sedangkan tulang 2 diambil dari bagian II.
- B. A menunjukkan bagian ventral dari ikan sementara B merupakan bagian dorsal dari ikan.

- C. Tanda pada merah menunjukkan lokasi sistem saraf pusat berada.
- D. Andaikan pada ikan terdapat kanker darah putih dan dokter hewan ingin melakukan cangkok sumsum tulang, *stem cell* (sel punca) darah diambil dari rongga yang ditunjukkan oleh panah kuning.

21. Neuron DA dan neuron GABA merupakan dua sel saraf yang sama-sama berada pada substansia nigra otak dan berperan penting dalam mengatur pergerakan tubuh. Meskipun berada pada lokasi yang sama, kedua jenis neuron tersebut memiliki karakteristik potensial aksi yang berbeda seperti terlihat pada gambar berikut ini.

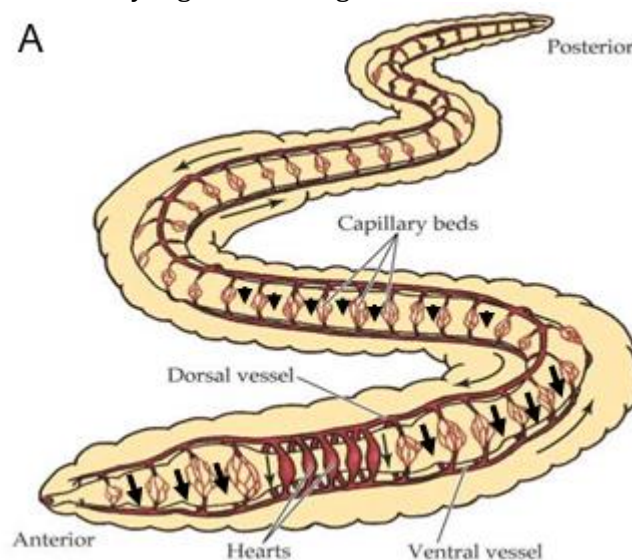


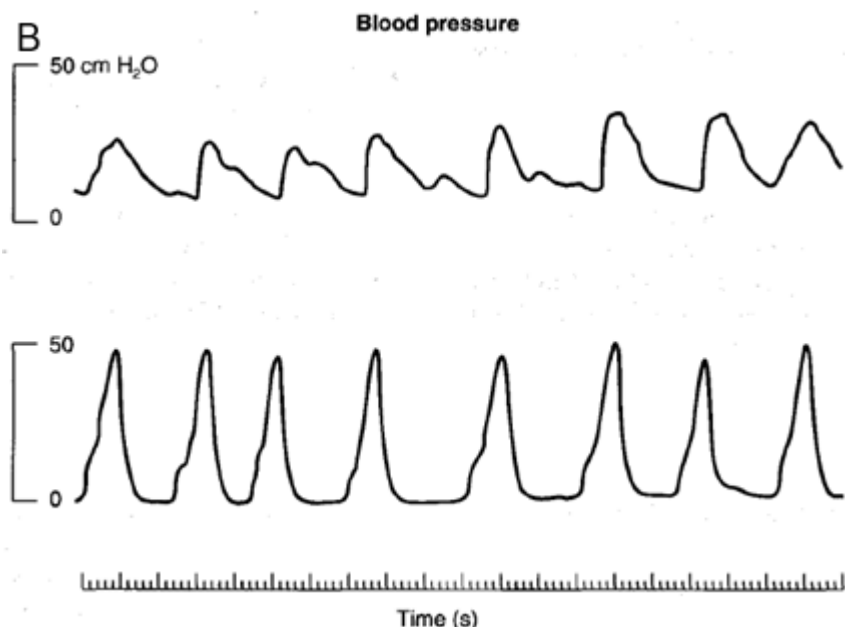
Keterangan: Kurva abu-abu menunjukkan potensial aksi neuron DA sementara kurva hitam menggambarkan potensial aksi neuron GABA.

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

- A. Neuron GABA memiliki gradien H^+ yang lebih tinggi dibandingkan dengan neuron DA.
- B. Neuron GABA memiliki kerapatan *voltage-gated Na^+ channel* yang lebih tinggi daripada neuron DA.
- C. Kecepatan difusi Na^+ masuk ke dalam sel neuron GABA lebih tinggi daripada neuron DA.
- D. Dibutuhkan rangsangan yang lebih kuat untuk membangkitkan potensial aksi pada neuron GABA dibandingkan dengan neuron DA.

22. Perhatikan gambar di bawah ini yang terkait dengan sistem kardiovaskuler pada cacing tanah.



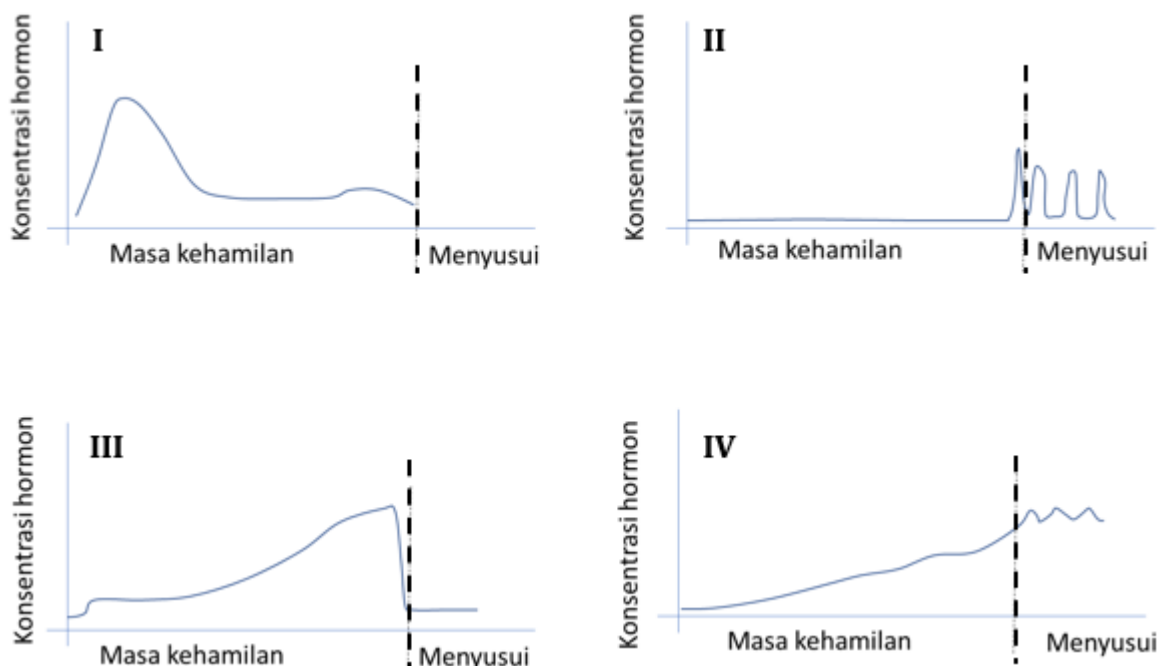


Keterangan: (A) Anatomi sistem kardiovaskuler pada cacing tanah. **(B)** Tekanan darah dari dua pembuluh darah utama pada cacing tanah.

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

- A. Cacing tanah memiliki sistem peredaran darah tertutup.
- B. Jantung bertanggung jawab untuk memompa darah ke aorta ventral saja.
- C. Gambar B menunjukkan tekanan darah pada aorta dorsal (grafik atas) dan aorta ventral (grafik bawah).
- D. Kecepatan aliran darah di bagian anterior lebih besar daripada bagian posterior.

23. Diagram berikut ini menunjukkan perubahan hormone pada seorang Wanita selama masa kehamilan dan menyusui.

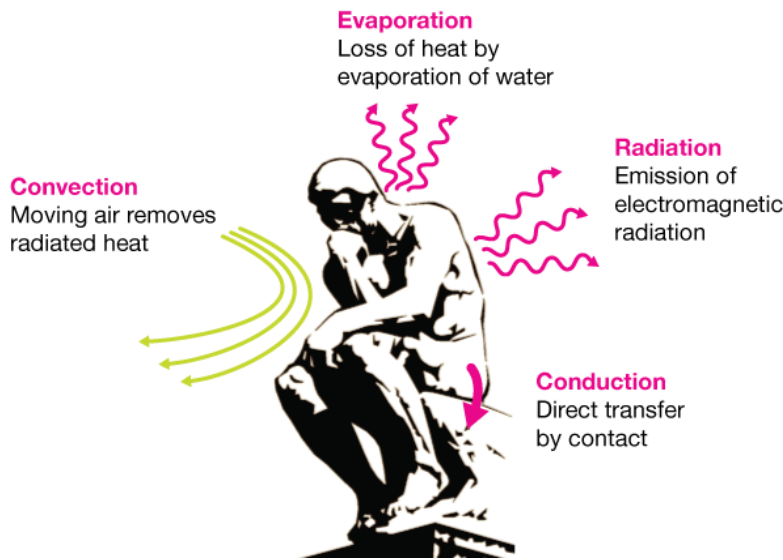


Keterangan: Garis putus-putus menunjukkan peristiwa kelahiran

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

- A. I menunjukkan hormon yang diproduksi oleh plasenta dan keberadaanya dapat dideteksi melalui urin.
- B. Hormon II berperan penting dalam merangsang kontraksi uterus dan pelepasan air susu pada saat menyusui.
- C. III merupakan hormon steroid yang diproduksi oleh gonad.
- D. IV merupakan neurohormon yang diproduksi oleh hipofisis anterior dan bertanggung jawab dalam merangsang sekresi hormon oleh gonad.

24. Manusia melakukan pertukaran panas melalui empat mekanisme yaitu radiasi, konduksi, konveksi dan evaporasi.

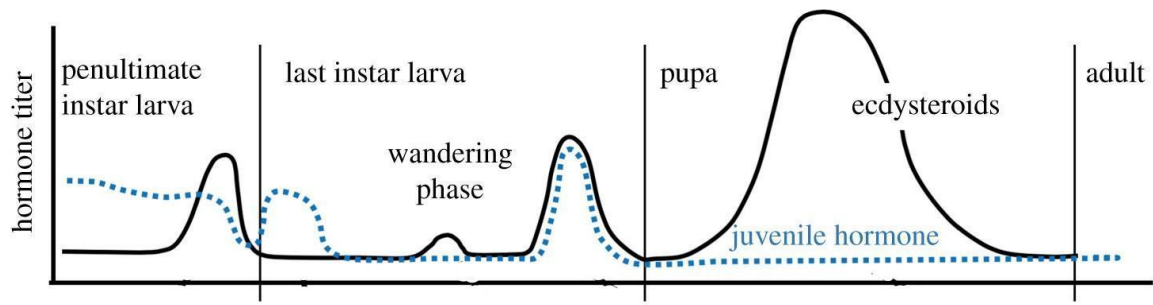


Jika Budi melakukan olahraga pada daerah dengan suhu 38 °C, tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

- A. Sebagian besar panas yang diproduksi oleh badan Budi saat berolahraga berasal dari aktivitas otot rangka.
- B. Budi akan kehilangan panas ke lingkungan melalui proses evaporasi dan radiasi.
- C. Budi akan lebih mudah kehilangan panas apabila berada pada lingkungan dengan kelembaban udara tinggi.
- D. Transfer panas pada saat berolahraga akan berdampak pada menurunnya produksi urin pada Budi.

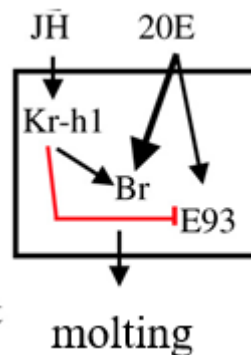
25. Metamorfosis pada serangga dikontrol secara hormonal oleh *juvenile hormone* (JH) dan ecdysteroid. Regulasi metamorfosis oleh kedua hormon tersebut diperantarai oleh tiga faktor transkripsi, yaitu Kr-h1, Br, dan E93. Kh-r1 memperantarai pengaruh JH dengan cara meregulasi faktor transkripsi pemicu *molting*. Br dan E93 masing-masing memicu *molting* pada larva dan pupa.

Berikut merupakan perubahan kadar *juvenile hormone* (JH) dan ecdysteroid (20E) selama proses metamorfosis dari suatu spesies serangga.



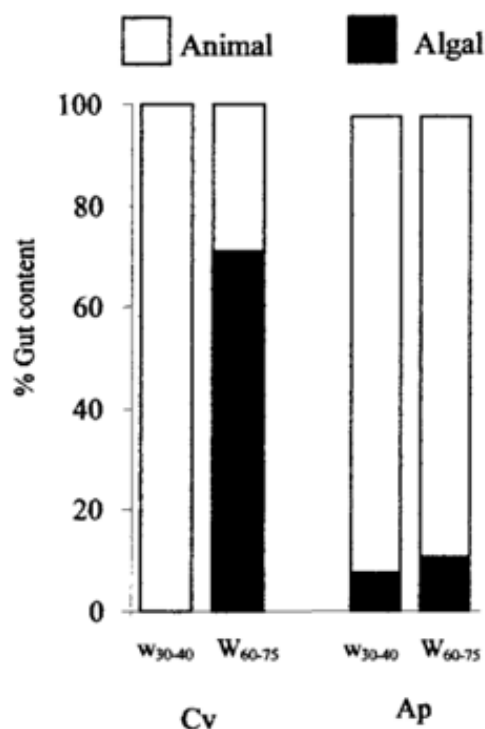
Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

- Pengukuran kadar hormon yang ditunjukkan oleh grafik di atas dilakukan pada serangga holometabola.
- Pertambahan ukuran larva melibatkan peningkatan kadar JH dan 20E.
- Perubahan larva menjadi pupa kemungkinan terjadi melalui mekanisme berikut (keterangan: $\rightarrow$ = induksi, $\leftarrow$ = inhibisi).



- Aktivitas neurosekretoris otak serangga paling tinggi pada tahap akhir larva.

26. Berikut merupakan data hasil pengukuran kandungan usus dan aktivitas enzim pencernaan dari dua spesies ikan *prickleback* (Famili Stichaeidae), yaitu *Cebidichthys violaceus* dan *Anoplarchus purpureus*.



Keterangan: Persentase material hewan dan alga di dalam usus ikan *Cebidichthys violaceus* (Cv) dan *Anoplarchus purpureus* (Ap) masing-masing dari individu dengan dua ukuran tubuh yang berbeda (w_{30-40} = juvenil, w_{60-75} = dewasa).

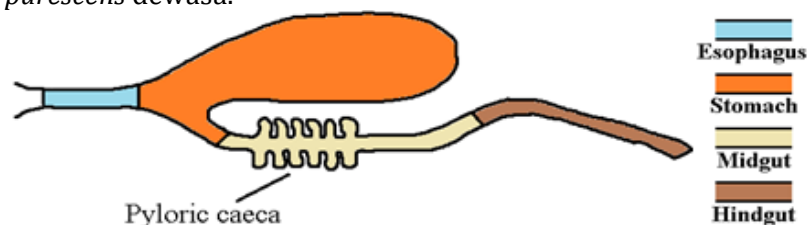
Tabel Perbandingan Aktivitas Enzim Pencernaan (U/gram jaringan usus) dari Ikan *Cebidichthys violaceus* (Cv) dan *Anoplarchus purpureus* (Ap)

Spesies	Pepsin	Aminopeptidase	α -amilase	Maltase
Cv	$6,09 \pm 0,30^a$	$0,34 \pm 0,04^a$	$4,68 \pm 0,23^b$	$0,72 \pm 0,11^b$
Ap	$12,15 \pm 0,61^c$	$0,59 \pm 0,09^b$	$0,35 \pm 0,10^a$	$0,29 \pm 0,04^a$

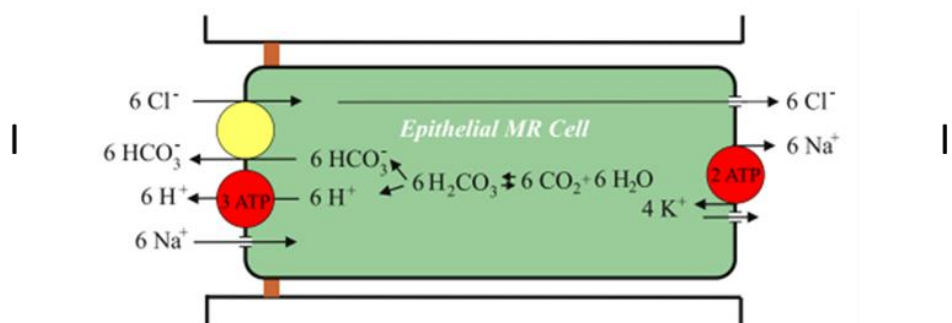
Keterangan: Superskrip dengan huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nilai yang signifikan antarspesies.

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

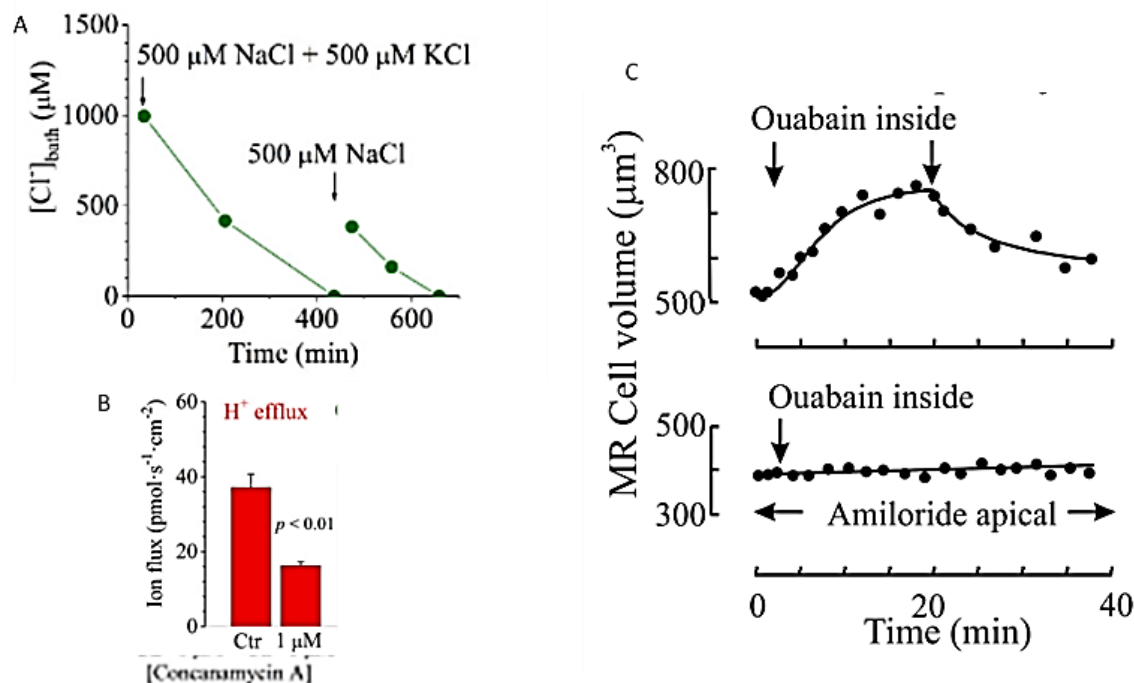
- Sepanjang hidupnya, *Cebidichthys violaceus* dan *Anoplarchus purpureus* merupakan ikan karnivora.
- Data yang ditampilkan pada tabel merupakan hasil pengukuran dari ikan dewasa.
- Aktivitas enzim yang disekresikan oleh *brush border cell* (sel epitel usus) lebih tinggi pada *C. violaceus* dibandingkan dengan *A. purpureus*.
- Diagram berikut lebih cocok menggambarkan saluran pencernaan *C. violaceus* dewasa daripada *A. purpureus* dewasa.



27. Kulit katak memiliki peranan yang penting, yaitu melindungi bagian internal tubuh dan berperan sebagai organ respirasi. Diketahui juga bahwa kulit berperan dalam proses osmoregulasi. Gambar di bawah menunjukkan aktivitas dari sel MR yang terlibat dalam proses osmoregulasi beserta protein transpor yang terlibat.



Berikut adalah beberapa data percobaan yang dilakukan terhadap katak.



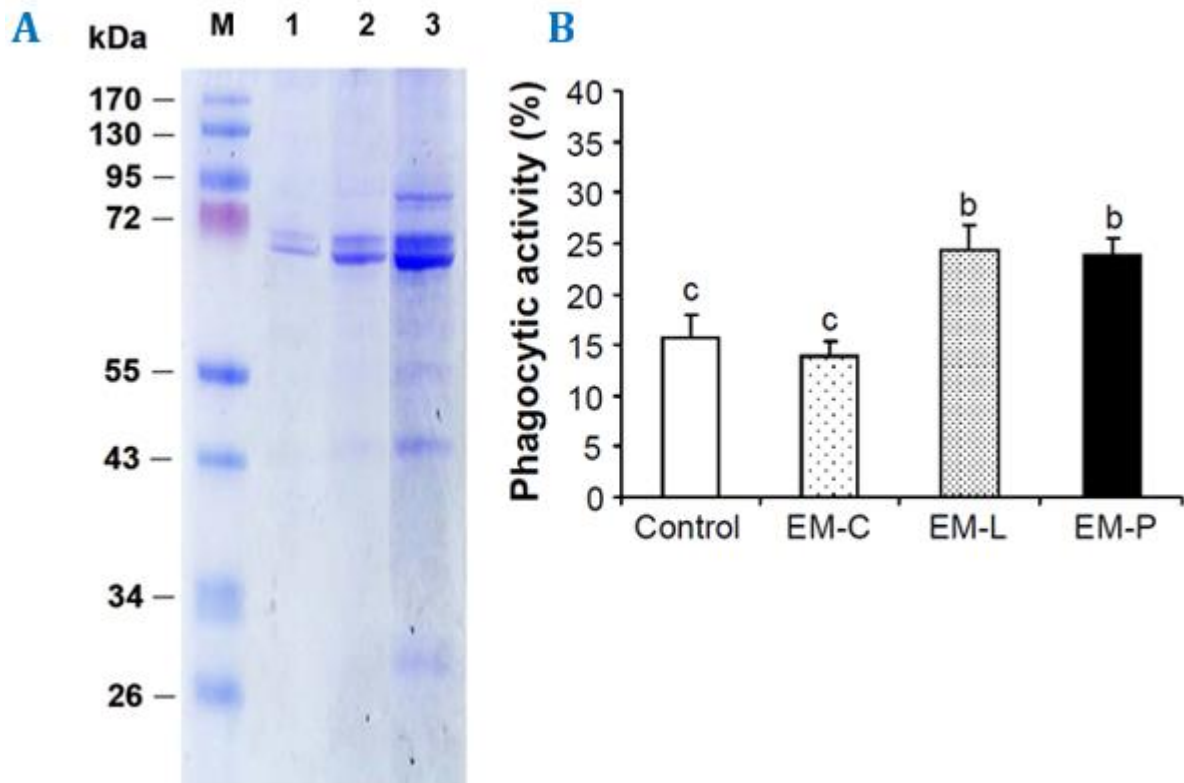
Keterangan: (A) Perubahan kadar Cl^- di air ketika katak dimasukkan ke dalam air yang mengandung NaCl + KCl atau NaCl saja. (B) Pengaruh concanamycin A terhadap transpor H^+ . (C) Pengaruh ouabain (di dalam sel) dan amiloride (di sel apikal) terhadap volume cell.

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

- I menunjukkan bagian epitel yang kontak dengan air sedangkan II menunjukkan bagian epitel yang kontak dengan cairan ekstraseluler.
- pH air akan lebih tinggi pada lokasi yang dekat dengan katak daripada lokasi yang jauh dengan katak.
- Ouabain menghambat pompa $\text{Na}^+\text{-K}^+$ sehingga Na^+ dan Cl^- terakumulasi di dalam sel.
- Concanamycin A akan menurunkan laju penyerapan klorin oleh kulit katak.

28. Aktivasi sistem imun bawaan diinisiasi oleh pengenalan PAMPs atau DAMPs oleh sel-sel imun. *Pathogen-associated molecular patterns* (PAMPs) berasal dari patogen sedangkan *damage-associated molecular patterns* (DAMPs) merupakan molekul yang berasal dari sel inang ketika terjadi kerusakan jaringan.

Suatu eksperimen dilakukan untuk mempelajari peran PAMPs dan DAMPs pada sistem imun bawaan udang. Dalam eksperimen tersebut digunakan lisat (hasil lisis sel) yang berasal dari sel-sel imun (hemosit) udang. Lisat tersebut (disebut molekul endogen) dihasilkan dengan cara menginkubasi hemosit udang bersama dengan PAMPs, yaitu lipopolisakarida dan peptidoglikan. Berikut merupakan data dari eksperimen tersebut.

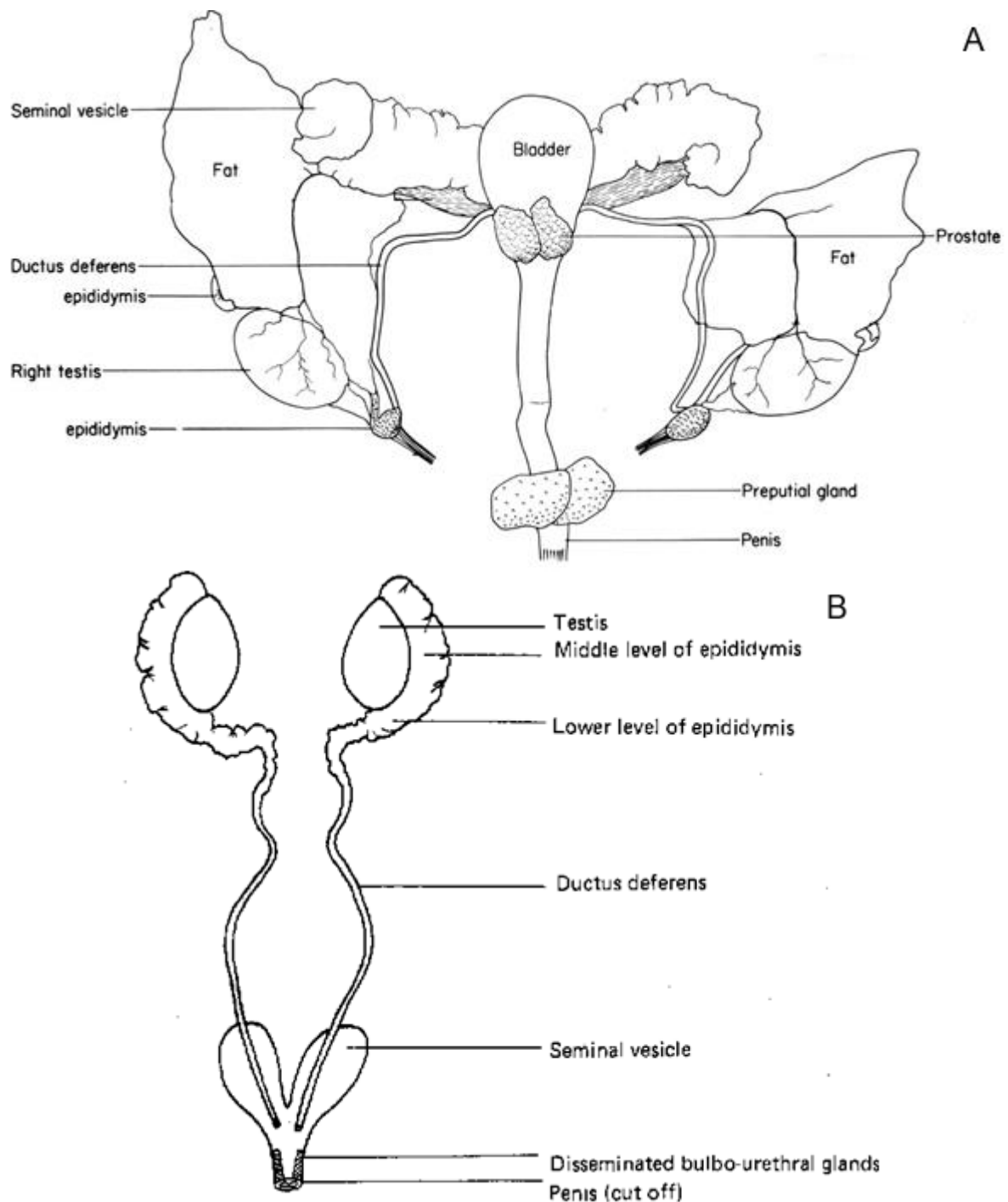


Keterangan: (A) Hasil SDS-PAGE molekul endogen dari hemosit udang yang diinkubasi dalam tiga kondisi: bersama dengan larutan fisiologis SSS (EM-C, lajur 1), lipopolisakarida (EM-L; lajur 2), dan peptidoglikan (EM-P; lajur 3). M = *molecular weight marker*. **(B)** Aktivitas fagositosis udang yang diinjeksi air laut (*control*) dan molekul endogen dari hemosit udang (EM-C, EM-L, dan EM-P) terhadap bakteri *Vibrio alginolyticus*. Data dengan huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nilai yang signifikan.

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

- PAMPs memicu hemosit untuk mengalami apoptosis sehingga melepaskan molekul endogen.
- Pita yang berukuran sekitar 95 kDa merupakan PAMPs sementara pita yang berukuran sekitar 43 kDa adalah DAMPs.
- PAMPs secara langsung menginduksi peningkatan aktivitas fagositosis pada udang.
- Pengenalan PAMPs dan DAMPs oleh hemosit melalui reseptor nonspesifik.

29. Diagram berikut menunjukkan saluran reproduksi jantan dari dua hewan Vertebrata (A dan B).



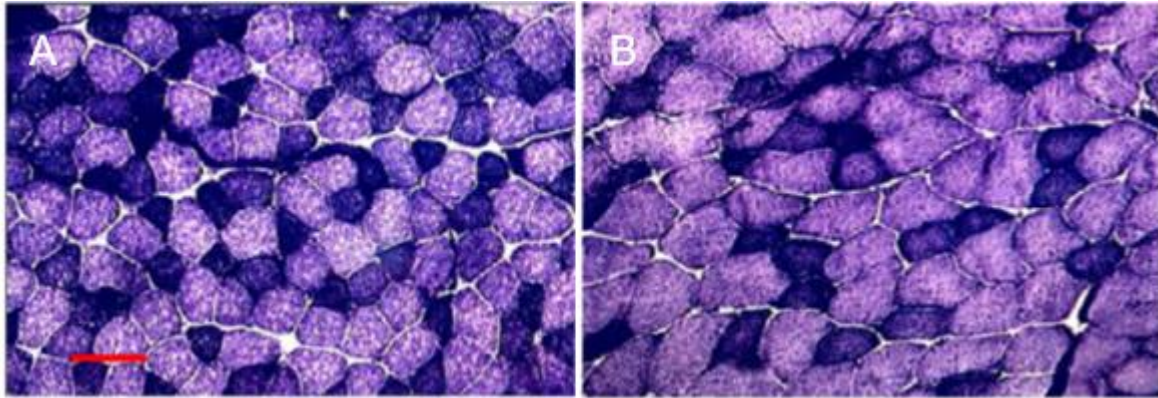
Keterangan: Saluran reproduksi jantan dari dua hewan Vertebrata (A dan B). Posisi organ-organ pada diagram sesuai dengan posisi asli organ-organ tersebut di dalam tubuh sepanjang sumbu anterior-posterior.

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

- Pada kedua hewan tersebut, testis terletak di dalam skrotum.
- Suhu optimal perkembangan sperma hewan A lebih rendah daripada hewan B.
- Kekentalan semen (ejakulat) setelah diejakulasikan kemungkinan lebih tinggi pada hewan A dibandingkan dengan hewan B.
- Hewan A merupakan mamalia sementara hewan B adalah reptil.

30. Terdapat tiga tipe serabut otot yang dapat ditemukan pada otot rangka, yaitu tipe I (*slow oxidative fiber*), IIA (*fast oxidative fiber*), dan IIB (*fast glycolytic fiber*). Secara histologis, ketiga tipe serabut otot tersebut dapat dibedakan berdasarkan kandungan NADH menggunakan pewarnaan NADH. Prinsip pewarnaan NADH adalah hidrogen dari NADH ditransfer ke tetrazolium (bahan utama pewarna) sehingga menyebabkan tetrazolium tereduksi dan berwarna ungu. Warna ungu yang terbentuk memiliki intensitas yang berbeda untuk ketiga tipe serabut otot tersebut.

Berikut merupakan sayatan histologis dua jenis otot kaki yang telah diwarnai.

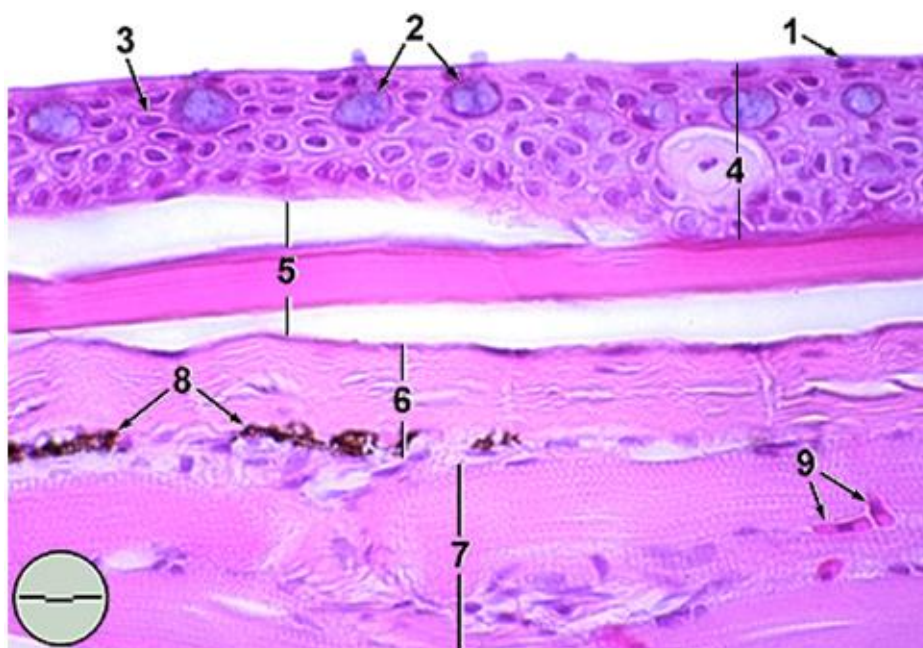


Keterangan: Sayatan melintang otot tibialis anterior (A) dan soleus (B).

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

- A. Serabut otot yang berwarna ungu gelap merupakan serabut otot tipe I.
- B. Serabut otot dengan kandungan glikogen yang paling tinggi adalah serabut otot yang berwarna ungu terang.
- C. Urutan serabut otot berdasarkan kebutuhan oksigen adalah serabut ungu terang > ungu > ungu gelap.
- D. Pada *sprinter*, otot tibialis anterior kurang berkembang dibandingkan dengan otot soleus.

31. Perhatikan gambar sayatan histologis di bawah ini!



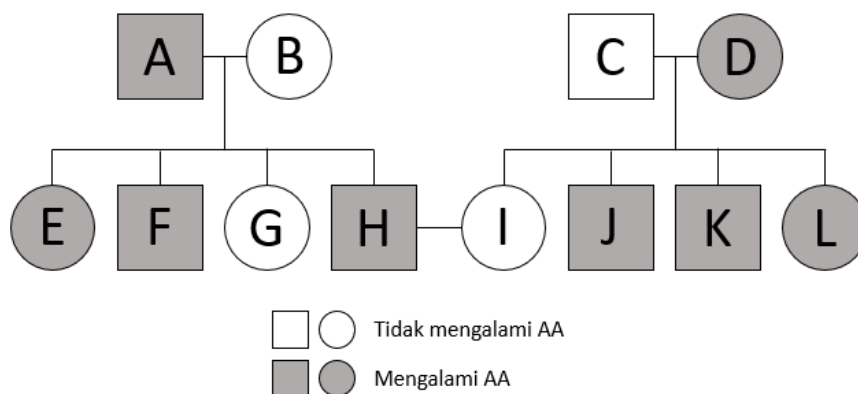
Keterangan: Sayatan histologis kulit ikan *fathead minnow* (*Pimephales promelas*) yang diwarnai dengan hematoxylin-eosin (HE). 4 = epidermis, 5 = lapisan sisik, 6 = dermis.

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

- Jaringan utama penyusun epidermis kulit ikan tersebut merupakan jaringan epitel pipih berlapis banyak.
- Dermis kulit ikan tersebut tersusun atas jaringan ikat longgar.
- Sisik ikan tersebut terbentuk dari dermis.
- Struktur nomor 7 merupakan jaringan subkutan yang tersusun atas jaringan otot rangka.

GENETIKA DAN EVOLUSI

32. Penghargaan *Oscar* pada akhir Maret tahun ini memiliki insiden menarik berkaitan dengan *alopecia areata* (AA). AA merupakan kelainan yang dimediasi sistem imun sehingga menghasilkan kehilangan rambut yang bersifat *patchy* dan *non-scarring*. Pedigree berikut merupakan pedigree yang menggambarkan keberadaan AA pada dua keluarga besar fiktif. Diketahui bahwa tidak ada manusia yang mencapai usia 90 tahun dalam kondisi ini.



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

- AA kemungkinan diturunkan secara maternal (*maternal inheritance*).
- Jika AA terpaut dengan infertilitas dan tidak terjadi mutasi, maka kelainan AA menjadi 0% setelah beberapa dekade.
- I sedang mengandung janin laki-laki dari pernikahan dengan H. Kemungkinan janin tersebut berkembang menjadi individu dewasa yang mengalami AA mencapai 75%.
- Studi saudara kembar (*twin studies*) mengenai AA dapat dilakukan untuk memastikan pengaruh lingkungan terhadap kelainan AA.

33. *Morbius* merupakan film yang ditayangkan pada awal tahun 2022 dengan latar belakang Dr. Michael Morbius sebagai pengidap penyakit terkait pembekuan darah. Film tersebut menceritakan percobaan penelitian yang menginsersikan gen penghasil protein pencegah koagulasi darah dari kelelawar ke sel manusia. Manusia sendiri sebenarnya memiliki gen *TFPI* yang mampu menghambat langkah awal dari jalur koagulasi ekstrinsik. Gen *TFPI* pada manusia memiliki setidaknya 6 jenis transkrip yang berbeda. Gambar berikut merupakan sebagian hasil *alignment* (pensejajaran) dari keenam jenis transkrip tersebut (kiri ke kanan: 5' -> 3').

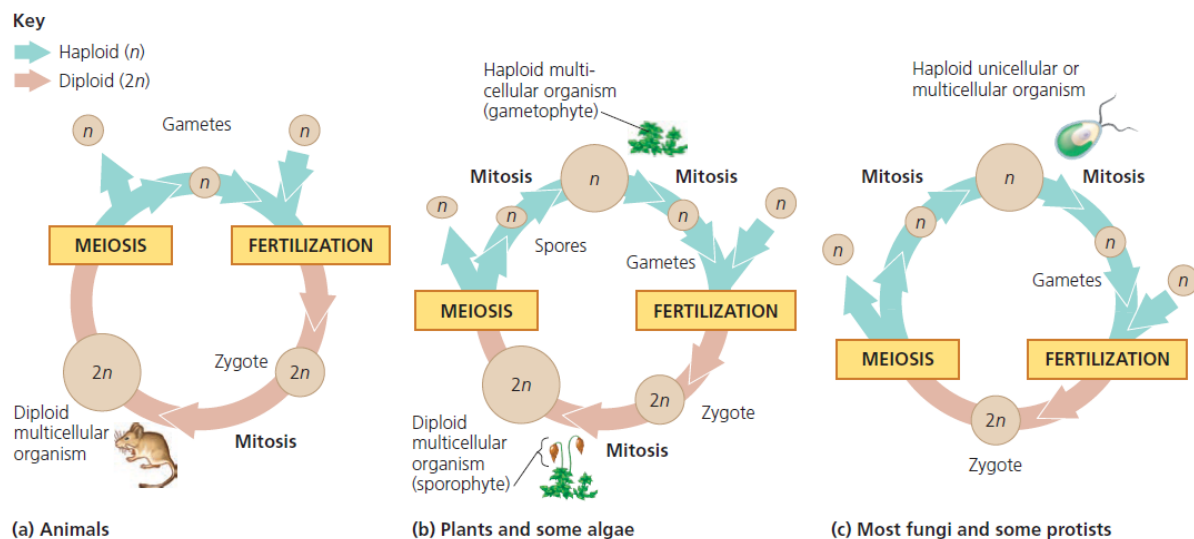
Variant_1	GAGAGTGAAAATAGCATATGAAGAAATTTTGTAAAAATATGTGAATTTGTTATAGCA
Variant_4	GAGAGTGAAAATAGCATATGAAGAAATTTTGTAAAAATATGTGAATTTGTTATAGCA
Variant_5	GAGAGTGAAAATAGCATATGAAGAAATTTTGTAAAAATATGTGAATTTGTTATAGCA
Variant_6	GAGAGTGAAAATAGCATATGAAGAAATTTTGTAAAAATATGTGAATTTGTTATAGCA
Variant_2	-----GAACAAATGATGGTTGGAAGAATGCGGCT-----
Variant_3	-----GAACAAATGATGGTTGGAAGAATGCGGCT-----
	*** ** * ** . ** . ** . * . *

Keterangan: * menandakan sekuens dari semua varian sama pada posisi tersebut dan . menandakan terdapat perbedaan dari setidaknya satu varian pada posisi tersebut, namun tidak ada delesi (-).

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

- Hasil *alignment* di atas memperlihatkan substitusi pada kodon pertama dan ketiga dari dua varian yang menyebabkan kodon *stop* hilang.
- Gen *TFPI* dapat disimpulkan merupakan gen ortolog.
- Penyakit hemofilia mampu dipicu oleh delesi atau *knock-out* gen *TFPI*.
- Jika Dr. Morbius melakukan penyembuhan dengan injeksi protein hasil ekspresi gen *TFPI* pada bakteri, maka perlu diawali dengan amplifikasi gen tersebut secara langsung dari genom.

34. Setiap organisme eukariot memiliki pola unik pada pergiliran keturunan (metagenesis) yang mencakup pergantian fase hidup yang melibatkan peristiwa meiosis dan fertilisasi. Kedua peristiwa tersebut merupakan faktor kunci terhadap adanya variasi genetik pada keturunan setelah persilangan. Berikut merupakan 3 bentuk pola pergiliran keturunan pada eukariot.



Keterangan: lingkaran besar menunjukkan organisme multiseluler, lingkaran kecil menunjukkan fase sel (uniseluler)

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

- Semua organisme yang ditunjukkan gambar di atas mengalami fase sel yang mengandung pasangan kromosom homolog.
- Hewan mengalami fase haploid paling singkat dibandingkan organisme lain.
- Organisme haploid hanya dapat melakukan pembelahan secara mitosis.
- Fertilisasi memungkinkan adanya percampuran genetik dari dua individu sehingga meningkatkan keanekaragaman, tetapi di sisi lain malah menyebabkan populasi semakin rentan terhadap perubahan lingkungan.

35. Suatu ketika Rafa menemukan spesies kelinci baru dari Pegunungan Jayawijaya. Kelinci di sana memiliki warna rambut yang sangat beragam, seperti merah, kuning, hijau, dan biru. Rafa menemukan ternyata warna rambut kelinci diatur oleh sebuah gen yang memiliki beberapa alel. Karena penasaran, Rafa mencoba menyilangkan kelinci-kelinci yang ia temukan seperti yang ditunjukkan tabel berikut.

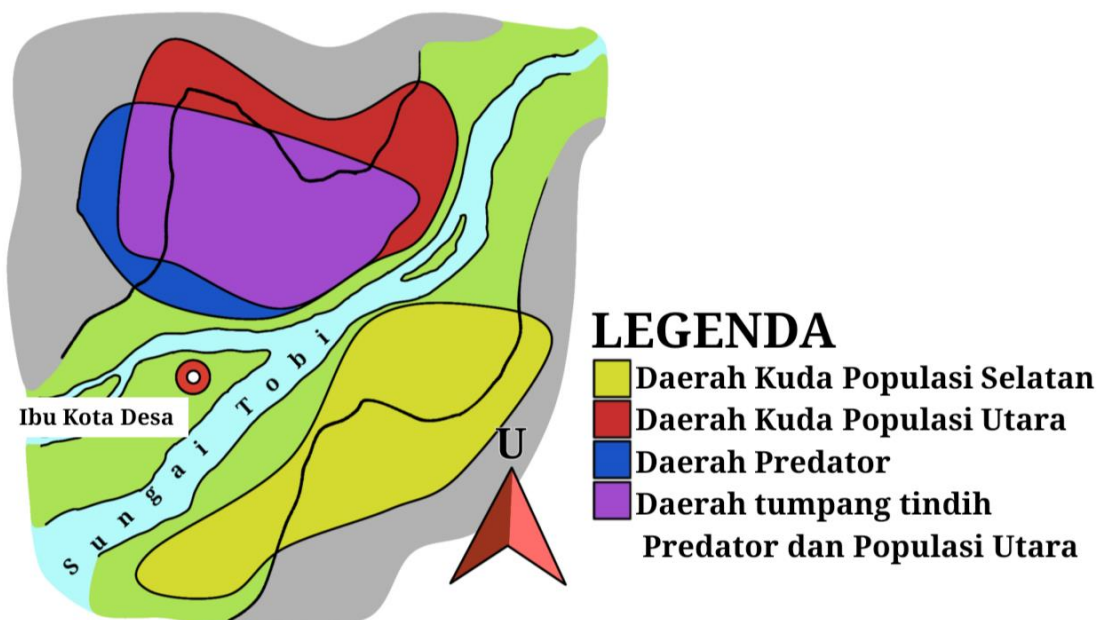
No	Persilangan	Fenotip anak yang dihasilkan
1	Merah x Kuning	50% Merah, 50% Kuning
2	Hijau x Merah	50% Hijau, 25% Kuning, 25% Merah

3	Hijau x Biru	50% Hijau, 25% Biru, 25% Merah
4	Biru x Kuning	100% Biru
5	Biru x Biru	75% Biru, 25% Merah

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

- Peristiwa epistasis dapat diamati pada kasus di atas.
- Individu-individu yang digunakan pada persilangan nomor 2, 3, dan 5 dapat dipastikan memiliki genotip heterozigot.
- Individu hijau pada persilangan 3 bersifat heterozigot dan memiliki alel merah.
- Persilangan dua individu hijau dapat menghasilkan anakan berwarna kuning atau merah.

36. Prof. Stenly adalah seorang ahli genetika. Beliau melakukan penelitian terhadap populasi kuda di sebuah lembah terisolir yang bernama Lembah Para Imba. Lembah tersebut dialiri Sungai Tobi yang membagi populasi kuda di sana menjadi 2, yaitu Utara dan Selatan yang tidak memungkinkan terjadinya *gene flow*. Populasi Utara beranggotakan sebagian besar kuda berwarna coklat, sedangkan Selatan semua kuda berwarna putih cerah. Diketahui di daerah utara terdapat suatu populasi predator yang sering memangsa kuda-kuda tersebut. Diketahui juga, daerah lembah tersebut didominasi oleh bebatuan berwarna coklat. Persebaran populasi-populasi kuda dan predator ditunjukkan oleh peta berikut.



Menurut keterangan kepala desa setempat, Om Daniel, dahulu sebelum Sungai Tobi mengalir di Lembah Para Imba, kuda-kuda tersebut berada dalam satu populasi besar. Aktivitas manusia di daerah pegunungan kemudian memicu banjir yang berakhir dengan terbentuknya Sungai Tobi di lembah tersebut.

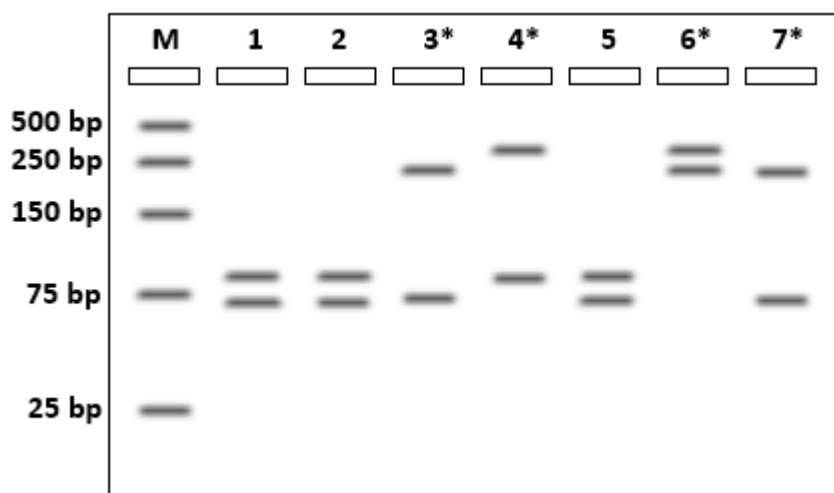
Suatu ketika terjadi kekeringan yang membunuh semua predator dan banyak kuda di Lembah Para Imba. Prof. Stenly dan Om Daniel bersama warga setempat berhasil menyelamatkan 5000 ekor kuda berambut putih cerah dan 1000 ekor kuda berambut coklat. Ketika musim kekeringan telah lewat, mereka membiarkan kuda-kuda tersebut membentuk populasi baru di sebelah selatan lembah dan kawin secara acak.

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

- Terjadi seleksi direksional pada populasi kuda di daerah utara sebelum kekeringan.

- B. Apabila predator ternyata dapat berpindah ke populasi selatan sebelum kekeringan, maka kuda di daerah tersebut akan punah.
- C. Jika kekeringan tidak terjadi, maka kedua populasi kuda tersebut dapat mengalami spesiasi secara allopatrik.
- D. Setelah perkawinan acak, populasi kuda yang selamat bersama dengan keturunannya akan berada dalam kesetimbangan Hardy-Weinberg.

37. Penyakit Huntington (HD) disebabkan karena adanya pengulangan berlebih nukleotida CAG pada gen *HTT*. Penyakit ini ditandai dengan adanya degenerasi pada sistem saraf pusat. Uniknya, gejala HD baru dialami ketika manusia berusia 30-50 tahun sehingga umumnya penderita HD sudah memiliki anak sebelum gejala terlihat. Suatu ketika, Anda diminta untuk menganalisis sebuah keluarga yang terdiri atas 7 bersaudara. Orang tua anak-anak tersebut bernama Galih dan Ratna, telah meninggal karena kecelakaan dan tidak diketahui apakah mereka menderita HD atau tidak. Anda mengambil sampel DNA dari 7 bersaudara tersebut, melakukan PCR, dan dilanjutkan dengan elektroforesis. Berikut hasil yang Anda dapatkan.



Keterangan: Tanda * menunjukkan individu yang sakit. **M:** marker.

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

- A. Secara teoretis, mestinya terdapat lebih dari 4 kombinasi genotip berbeda dari anak hasil perkawinan Galih dan Ratna.
- B. Apabila masih hidup hingga tua, salah satu di antara Galih atau Ratna tidak menderita HD.
- C. Apabila orang dengan genotip seperti individu 1 menikah dengan orang bergenotip 6, maka dapat dipastikan semua anaknya akan menderita HD.
- D. Genotip gen *HTT* pada Galih maupun Ratna tidak ada yang identik dengan satupun anak-anak mereka.

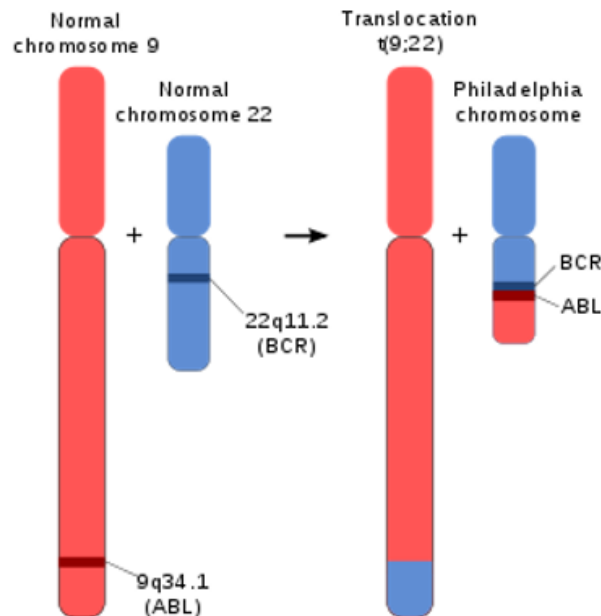
38. Sebuah gen *Antariksa* dengan dua alel yaitu A1 dan A2. Orang dengan genotip A1A1 mengalami gejala sering berhalusinasi, sementara genotip lain tidak. Populasi kota *Halusinator* diketahui sebanyak 2 juta orang, dan ternyata 1,28 juta di antaranya sering berhalusinasi. Seorang ahli genetika meneliti dan mengetahui populasi ini dalam kesetimbangan Hardy-Weinberg. Diketahui kota *Halusinator* berada dalam galaksi *Utopia* di mana tidak ada interaksi dengan populasi lain.

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

- A. Alel yang menyebabkan halusinasi bersifat dominan, dengan frekuensi di populasi sebesar 0,8.
- B. Apabila dua orang yang tidak berhalusinasi menikah, kemungkinan anak yang dihasilkan mengalami halusinasi dapat diketahui secara pasti.

- C. Apabila dua orang heterozigot menikah, fenotip anak pertama mereka dapat diketahui secara pasti.
- D. Suatu ketika, Fauzi berkunjung ke kota *Halusinator* dan bertemu dengan seseorang yang tidak mengalami halusinasi. Kemungkinan orang tersebut bergenotip homozigot adalah 4%.

39. *Chronic Myeloid Leukemia* (CML) merupakan salah satu jenis kanker darah. Kelainan ini disebabkan karena peristiwa *reciprocal translocation* pada kromosom nomor 9 dan 22, yang menghasilkan *philadelphia chromosome*, dan tergambar pada ilustrasi berikut.



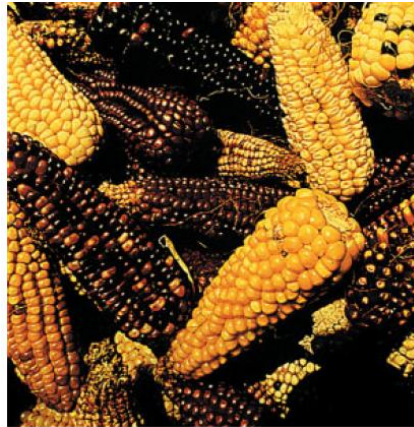
Akibat kejadian ini gen pengkode protein BCR di kromosom nomor 22 berfusi dengan gen pengkode protein ABL di kromosom nomor 9, sehingga tercipta protein fusi BCR-ABL yang berasosiasi dengan reseptor tirosin-kinase. Aktifnya reseptor ini direspons dengan percepatan pembelahan sel-sel myeloid sehingga terjadi peningkatan produksi sel darah merah dan beberapa jenis sel darah putih.

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

- A. Selain fusi protein, *reciprocal translocation* juga dapat menyebabkan suatu gen struktural terpisah dari elemen regulatornya.
 - B. *Reciprocal translocation* hanya bisa terjadi pada sepasang DNA yang nilai kesamaannya tinggi.
 - C. Prinsip pertukaran lengan kromosom pada pindah silang identik dengan *reciprocal translocation*.
 - D. Peristiwa di atas terjadi pada sel-sel gametogonium.
40. Penelitian mengenai keragaman genetik telah dilakukan sejak manusia mengenal DNA, gen, dan kromosom. Perubahan keanekaragaman genetik dalam populasi suatu spesies dikenal sebagai mikroevolusi. Fakta menariknya adalah ternyata manusia turut berperan besar dalam terjadinya mikroevolusi banyak spesies di Bumi. Sebagai contoh spesies *Zea mays*, yang saat ini banyak dieksplorasi sehingga muncul varian-varian yang semakin enak dimakan, seperti jagung manis, dll. Sayangnya studi komparatif menunjukkan, justru seiring berjalannya waktu keanekaragaman genetik jagung semakin rendah. Salah satu yang telah hilang adalah jagung dengan kernel berwarna ungu.

Kernel ungu disebabkan akumulasi antosianin dan dapat membuat jagung memiliki rasa pahit, sehingga manusia lebih suka jagung berwarna kuning. Seiring berjalannya waktu, manusia makin sadar akan pentingnya keragaman genetik, sehingga saat ini dilakukan upaya untuk

mengembalikan jagung ungu. Hasilnya, ternyata fenotip tersebut tidak pernah dihasilkan dari persilangan antar jagung kuning. Hanya *site-directed mutagenesis* yang dapat mengembalikan fenotip ungu dari jagung.



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

- Alel yang menyebabkan kernel berwarna kuning kemungkinan besar bersifat dominan.
- Alel penentu warna kernel kemungkinan besar telah mengalami fiksasi.
- Hilangnya fenotip kernel ungu membuktikan bahwa keberadaan manusia merupakan *bottlenecking event* bagi jagung.
- Site-directed mutagenesis* yang dilakukan manusia adalah bentuk *trait reversal* bagi jagung.

ETOLOGI

- Salah satu aplikasi dari pengetahuan perilaku hewan dapat ditemukan pada proses penentuan usia dari mayat oleh ahli forensik. Pendekatan yang unik dari aktivitas ini adalah dengan menggunakan urutan dari kedatangan serangga pada mayat sebagaimana ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

INSECT FAMILY	STAGES OF DECOMPOSITION			
	FRESH	BLOATED	DECAY	DRY
CALLIPHORIDAE: (blow flies)	—	—	—	—
MUSCIDAE: (muscid flies)	—	—	—	—
SILPHIDAE: (carrion beetles)	—	—	—	—
SARCOPHAGIDAE: (flesh flies)	—	—	—	—
HISTERIDAE: (clown beetles)	—	—	—	—
STAPHYLINIDAE: (rove beetles)	—	—	—	—
NITIDULIDAE: (sap beetles)	—	—	—	—
CLERIDAE: (checkered beetles)	—	—	—	—
DERMESTIDAE: (dermestid beetles)	—	—	—	—
SCARABAEIDAE: (lamellicorn beetles)	—	—	—	—

*Each stage of decomposition is given the same amount of space in this table.

- Indicates a small number of individuals present.
- Indicates a moderate number of individuals present.
- Indicates a large number of individuals present.

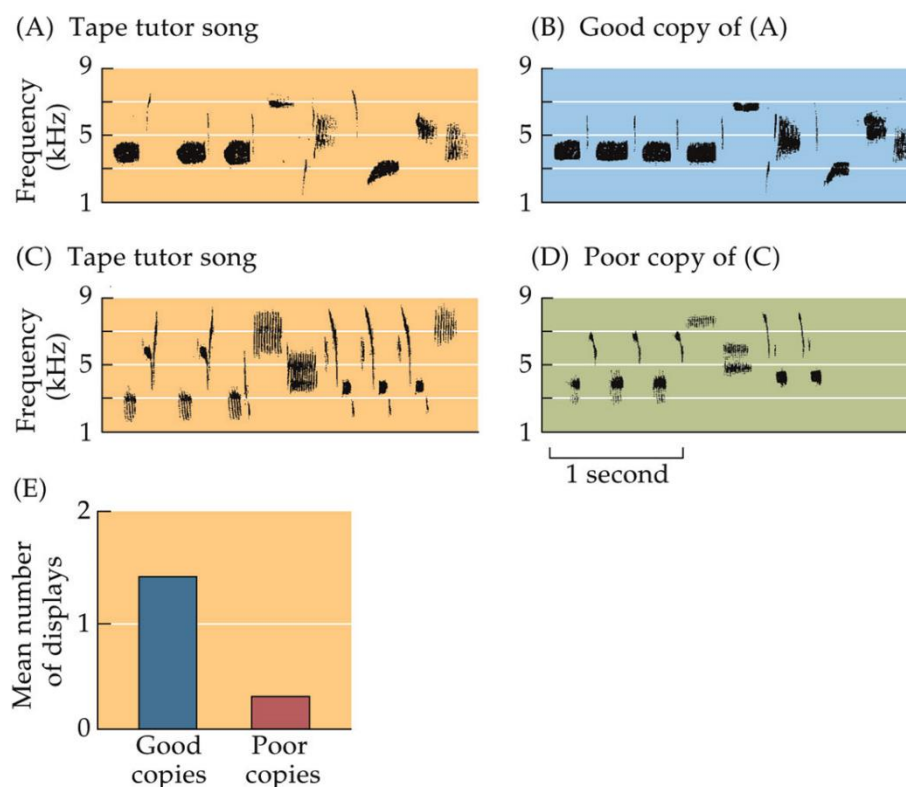
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- Perilaku dari serangga ditentukan oleh morfologi tubuh.
- Kumbang memiliki kemampuan mendeteksi senyawa volatil lebih baik dibandingkan lalat.
- Urutan ini tidak dapat dijadikan sebagai salah satu contoh dari konsep *optimum foraging theory* karena terdapat serangga yang menginfestasi mayat dalam jangka waktu panjang.
- Perilaku ini merupakan contoh dari proses *imprinting* pada serangga.

42. Bila diperhatikan, hewan selalu memiliki satu bentuk perilaku sebagai bentuk respons dari rangsang yang diterima. Peletak dasar dari ilmu perilaku hewan, Niko Tinbergen, membagi dua pendekatan terkait dengan perilaku hewan, yaitu *proximate cause* dan *ultimate cause*. Pernyataan di bawah ini menunjukkan suatu hasil analisa perilaku hewan dari kedua pendekatan ini.

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

- Kunang-kunang mengembangkan pola cahaya yang bersifat spesifik bagi setiap spesies merupakan contoh dari *proximate cause*.
 - Lebah madu yang dikenal dengan perilaku sosial mereka memiliki kesamaan genetik hingga 75% antara anggota koloni merupakan contoh dari *proximate cause*.
 - Perilaku *schooling* (berenang bersama-sama) pada beberapa jenis ikan terbukti meningkatkan kesuksesan dalam bertahan hidup merupakan contoh dari *ultimate cause*.
 - Mikrodelesi DNA yang menurunkan sifat sosial dan interaksi antara jantan pada tikus tanah merupakan contoh dari *ultimate cause*.
43. Grafik di bawah menunjukkan salah satu bentuk perilaku belajar pada hewan, yaitu perilaku berkicau pada burung.



ANIMAL BEHAVIOR 9e, Figure 2.29

© 2009 Sinauer Associates, Inc.

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

- Burung yang dapat dengan baik meniru suara dari tutor (Good copy) kemungkinan merupakan burung dewasa yang masih belum pernah mendengar suara burung lain sehingga memori mereka tidak terkontaminasi.
- Burung yang kurang mampu meniru suara dari tutor (Poor copy) kemungkinan memiliki perbedaan mendasar pada beberapa gen dengan burung tutor.
- Perbedaan utama antara good copy dan poor copy adalah amplitudo (keras dan rendah) dari suara yang dihasilkan.
- Good copy lebih mudah menemukan pasangan dibandingkan poor copy karena kemampuan bernyanyi menjadi penanda dari kualitas jantan merupakan suatu *proximate causation*.

EKOLOGI

44. Perubahan iklim merupakan fenomena lingkungan yang mampu mengubah lanskap bumi. Gambar di bawah merupakan perbandingan citra satelit dari salah satu danau di Timur Tengah pada tahun 1984 (kiri) dan 2016 (kanan).



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

- A. Lingkungan kimiawi yang terdapat pada tahun 1984 menyebabkan danau tersebut tidak dikategorikan sebagai danau eutrofik.
 - B. Perubahan warna danau dari tahun 1984 ke 2016 dapat disebabkan karena faktor biotik maupun abiotik.
 - C. Proses yang dipengaruhi oleh perubahan iklim pada gambar salah satunya adalah presipitasi.
 - D. Salinasi air danau merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi perubahan yang terlihat pada gambar.
45. Distribusi populasi merupakan salah satu topik pembahasan dalam ekologi populasi. Perhatikan foto citra satelit di kota Odessa, Ukraina berikut (Odessa merupakan kota kembar dari Yerevan, Armenia sebagai tuan rumah IBO 2022 dan Szeged, Hungaria sebagai tuan rumah IBO 2019).



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

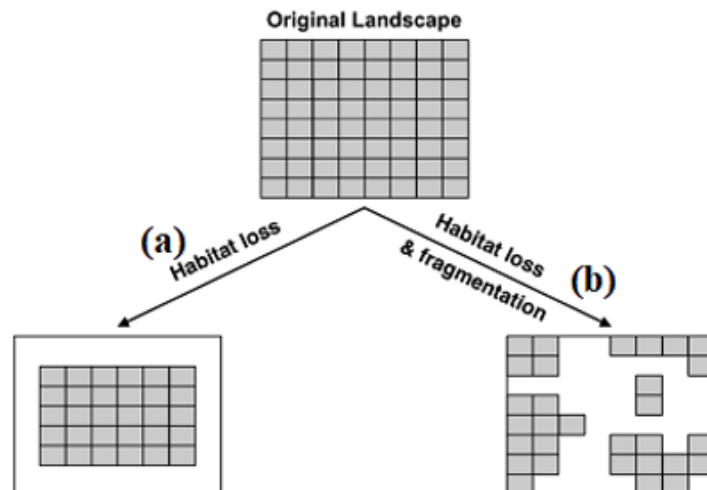
- A. Citra satelit tersebut memperlihatkan distribusi populasi pohon dengan pola *uniform*.
- B. Area tersebut memiliki sumber daya yang mampu mendukung pertumbuhan populasi pohon dengan kurva berbentuk seperti huruf J.
- C. Informasi yang tersedia mampu mengindikasikan bahwa pohon yang teramati memiliki strategi reproduksi semelparitas.
- D. Penentuan ukuran populasi pohon yang tersebar seperti vegetasi di atas efektif jika dilakukan dengan metode *capture-mark-recapture*.

46. Interaksi interspesies merupakan salah satu topik pembahasan dalam ekologi komunitas. Perhatikan foto permukaan dua pohon di salah satu area dari Ukraina berikut.



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

- A. Bagian yang ditunjuk merupakan interaksi antara tumbuhan darat dengan Fungi.
 - B. Interaksi yang terjadi bersifat merugikan bagi salah satu organisme yang terlibat.
 - C. Sensitivitas terhadap polusi lingkungan menjadikan “spesies” hasil interaksi tersebut sebagai *keystone “species”*.
 - D. Keberadaan “spesies” hasil interaksi tersebut mengindikasikan kemungkinan lokasi pengambilan foto di atas jauh dari perkotaan.
47. Aktivitas manusia dapat menyebabkan perubahan berupa kehilangan habitat (*habitat loss*) dan atau fragmentasi habitat. Kedua hal tersebut tentunya akan mempengaruhi kondisi dari suatu area dalam kaitannya dengan patch yang bisa terbentuk. Berikut merupakan gambaran skematik dari efek yang disebabkan oleh terjadinya kehilangan dan fragmentasi habitat terhadap suatu area.

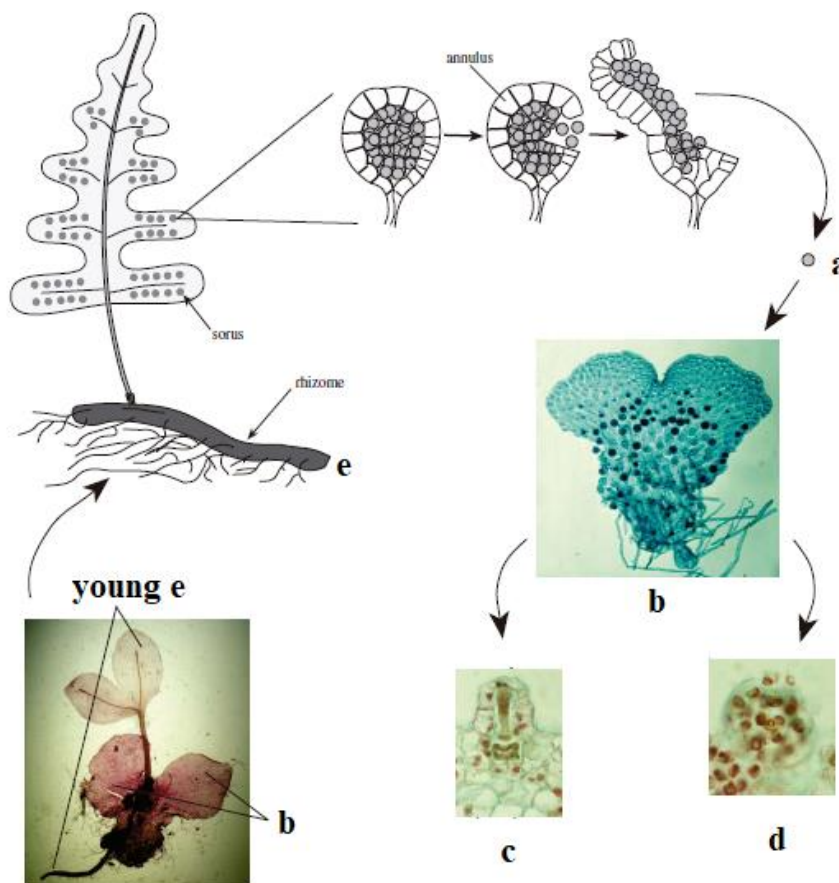


Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- A. Terjadinya fragmentasi habitat akan selalu dibarengi dengan kehilangan habitat.
- B. Baik (a) dan (b) akan menyebabkan berkurangnya ukuran patch.
- C. (a) dan (b) sama-sama akan menyebabkan meningkatnya jumlah patch.
- D. Jika setiap pixel abu merepresentasikan keberadaan satu individu dalam suatu populasi pada lansekap tersebut, perubahan lansekap yang terjadi pada a dan b akan menyebabkan perubahan pola persebaran mereka.

BIOSISTEMATIKA

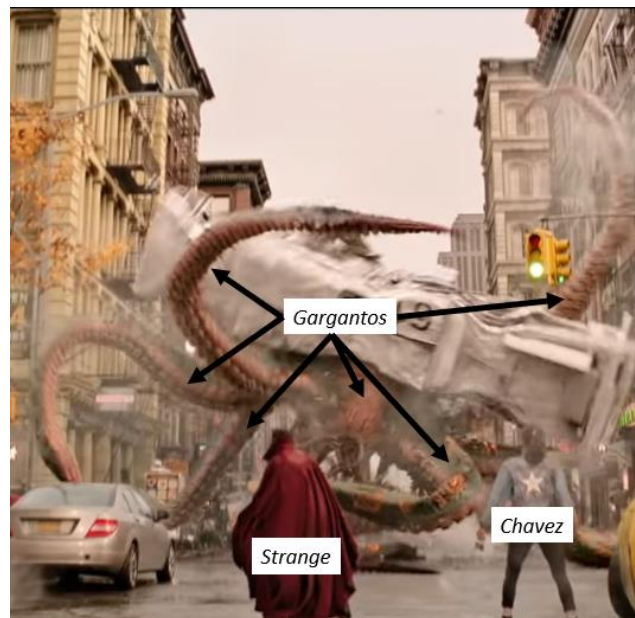
48. Perhatikan siklus hidup paku berikut!



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

- A. a bermeiosis lalu kemudian bermitosis membentuk b.
- B. Struktur c dan d menunjukkan bahwa paku di atas merupakan paku heterospora.
- C. b bersifat haploid sedangkan e diploid.
- D. Paku di atas termasuk Polypodiales.

49. *Doctor Strange in the Multiverse of Madness* merupakan film yang dirilis pada awal bulan ini dengan salah satu tokoh yaitu *America Chavez*. Trailer dari film tersebut memiliki adegan *Strange* dan *Chavez* berinteraksi dengan *Gargantos* yang terlihat memiliki tentakel seperti gurita dan cumi-cumi.



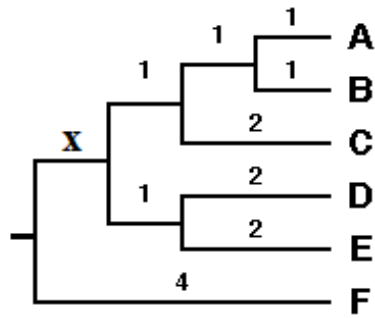
Untuk menentukan apakah *Gargantos* termasuk ke dalam taksa yang sama dengan gurita dan cumi-cumi, berikut beberapa pertanyaan berkaitan dengan karakter yang mampu ditelusuri:

- a) Apakah *Gargantos* memiliki tali saraf dorsal?
- b) Bagaimanakah mulut dan anus yang dimiliki *Gargantos* terbentuk?
- c) Dimanakah *coelom* yang dimiliki *Gargantos* berada?
- d) Apakah *Gargantos* mengalami ekdisis?

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

- A. *Gargantos* lebih berkerabat dekat dengan Echinodermata dibandingkan gurita/cumi-cumi jika jawaban pertanyaan a) benar.
- B. *Gargantos* lebih berkerabat dekat dengan gurita/cumi-cumi dibandingkan manusia jika anus saja yang berkembang dari blastopor.
- C. *Gargantos* kemungkinan berkerabat dekat dengan gurita/cumi-cumi jika *coelom* berada di antara dari lapisan embrio mesoderm dan endoderm.
- D. *Gargantos* kemungkinan termasuk ke dalam filum yang sama dengan gurita/cumi-cumi jika jawaban pertanyaan d) salah.

50. Perhatikan pohon UPGMA berikut:



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

- A. Jarak antara A dan B pada matriks jarak adalah 2.
- B. X bernilai 4.
- C. AB memiliki kesamaan paling sedikit dibandingkan antara taksa lain dengan A atau B.
- D. Jarak antara D dengan E, sama dengan jarak antara C dengan AB.