



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
PUSAT PRESTASI NASIONAL

OLIMPIADE SAINS NASIONAL
BIDANG BIOLOGI
TINGKAT KABUPATEN/KOTA 2024

SELEKSI CALON PESERTA
INTERNATIONAL BIOLOGY OLYMPIAD (IBO)
TAHUN 2025

PETUNJUK:

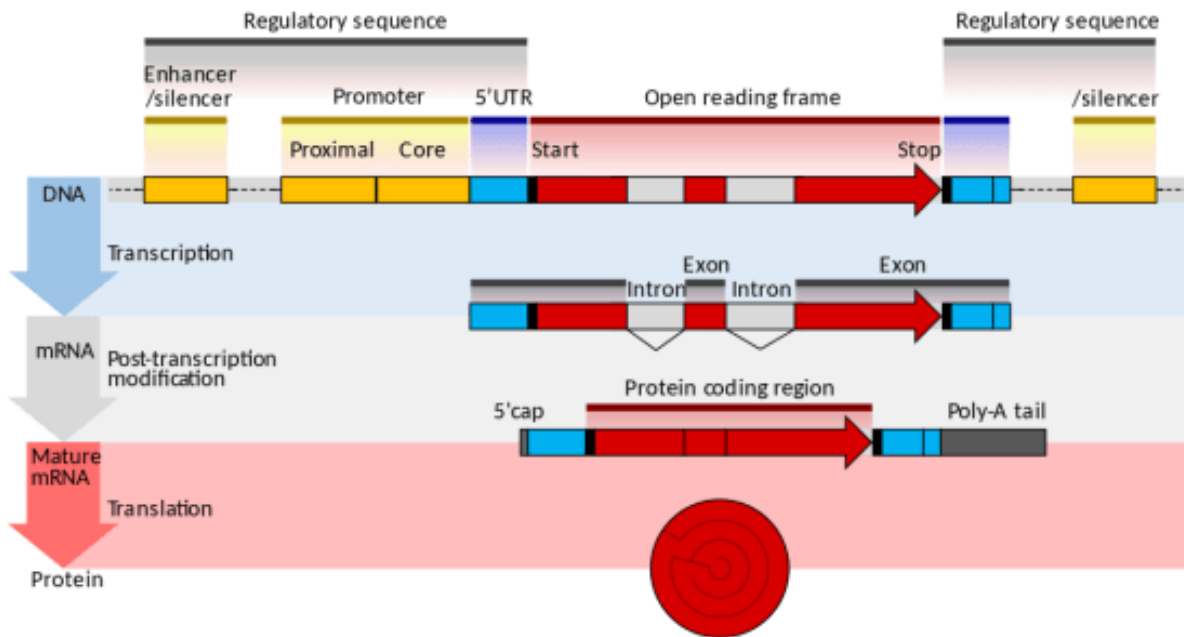
1. Isilah nama dan asal sekolah anda pada lembar jawaban.
2. Soal ini berjumlah **50 nomor** dengan masing-masing **empat pernyataan** yang perlu ditentukan apakah **Benar (B)** atau **Salah (S)**. Tiap pernyataan yang dijawab dengan tepat akan mendapatkan nilai 1.
3. **Tuliskan jawaban Anda dengan menghitamkan lingkaran berhuruf "B" atau "S" pada kolom jawaban yang sesuai.**
4. **Nilai maksimal adalah 200.**
5. Kalkulator BOLEH digunakan selama test berlangsung.
6. TIDAK ada sistem minus sehingga SEMUA soal sebaiknya dijawab.
7. Waktu ujian adalah 180 menit.



TIM OLIMPIADE BIOLOGI INDONESIA
2024

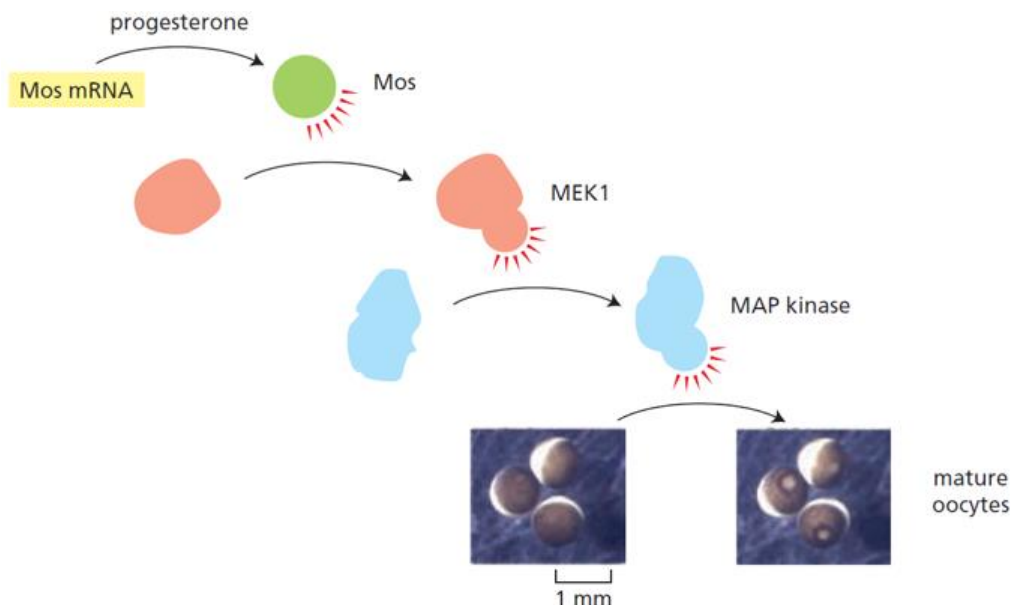
BIOLOGI SEL MOLEKULER

1. Perhatikan skema ekspresi gen berikut!



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

- Salah satu contoh organisme yang memiliki regulasi ekspresi gen seperti ditunjukkan pada gambar di atas adalah Archaea.
 - Operon umumnya dapat ditemui pada organisme yang memiliki skema ekspresi gen seperti ditunjukkan pada gambar di atas.
 - Penambahan ekor poli-A berfungsi untuk menghambat degradasi mRNA.
 - Sekuensing mRNA manusia dapat dilakukan menggunakan primer poli-G.
2. Aktivasi atau pematangan oosit katak ditandai melalui modul pensinyalan MAP kinase. Peningkatan hormon progesteron memicu modul ini dengan merangsang penerjemahan mRNA *Mos*. Protein *Mos* kemudian memulai kaskade fosforilasi sehingga berujung pada aktivasi oosit. Pematangan mudah dinilai secara visual dengan adanya bintik putih di tengah-tengah permukaan oosit yang berwarna coklat.

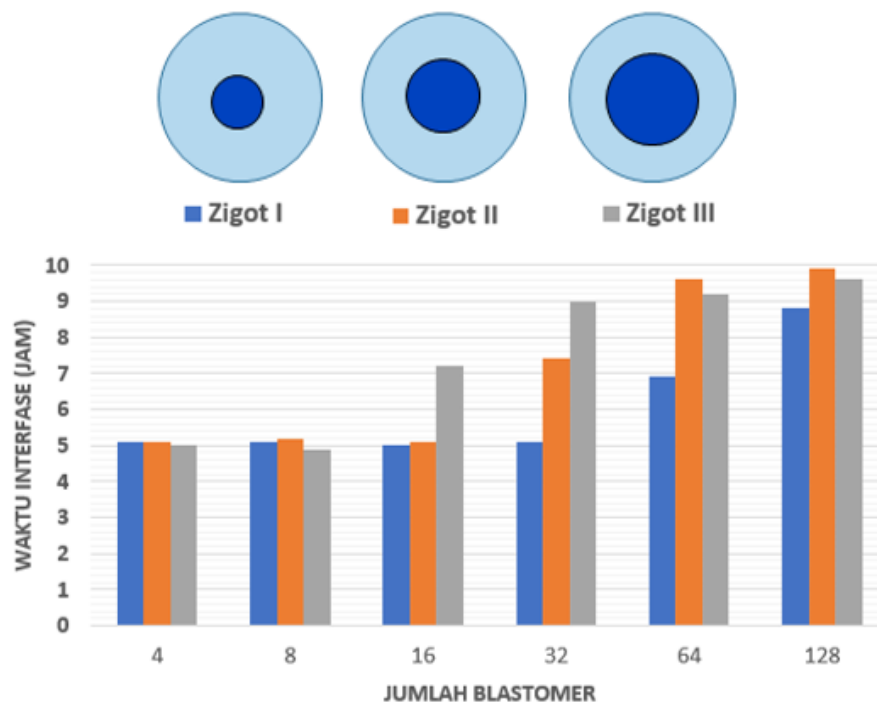


Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- A. *Mos* merupakan MAP kinase kinase kinase (MAPKKK) dan MEK1 merupakan MAP kinase kinase (MAPKK) pada oosit katak.
- B. Reseptor hormon progesteron pada oosit katak merupakan reseptor intraseluler.
- C. Penambahan miRNA yang menarget mRNA *Mos* dapat menghambat pematangan oosit katak.
- D. MAP kinase yang terfosforilasi dapat menjadi marka molekuler untuk aktivasi oosit katak.

3. *Mid blastula transition* (MBT) adalah peristiwa di mana sel-sel (blastomer) pada tahap blastula embrio mengalami perubahan fisiologis secara signifikan. Peristiwa ini ditandai dengan dimulainya ekspresi gen dari blastomer dan melambatnya siklus sel akibat fase G_1 dan G_2 mulai terjadi. Sebelum MBT terjadi, protein yang digunakan pada fase awal *cleavage* sepenuhnya berasal dari sitoplasma dan translasi mRNA sel telur. Sementara itu, pembelahan sel pada fase tersebut berlangsung sangat cepat karena minimnya fase G selama siklus sel.

Suatu penelitian ingin mengonfirmasi stimulus utama terjadinya MBT pada embrio bulu babi dengan memodifikasi ukuran nukleus pada zigot (kecil, normal, dan besar), kemudian mengukur durasi interfase pada blastomer tahapan 4 sel hingga 128 sel. Diketahui, komponen sel selain ukuran nukleus tidak berbeda dibandingkan normal. Berikut hasil yang didapatkan.

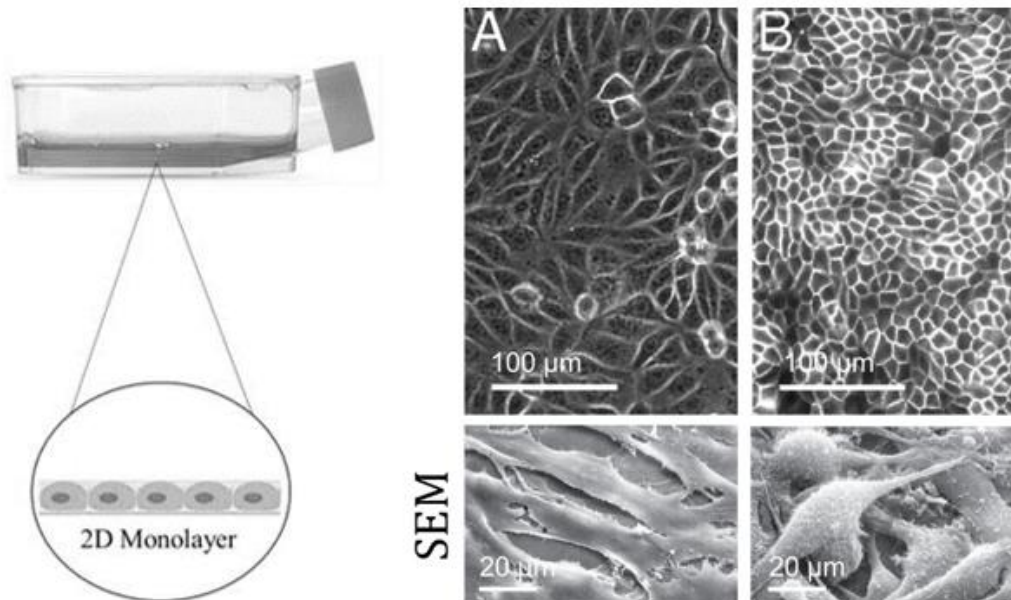


Keterangan: Zigot II adalah zigot normal, Zigot I dan III berturut-turut memiliki ukuran nukleus yang lebih kecil dan lebih besar dibandingkan normal. Durasi fase M dari *semua* sel adalah 1 jam.

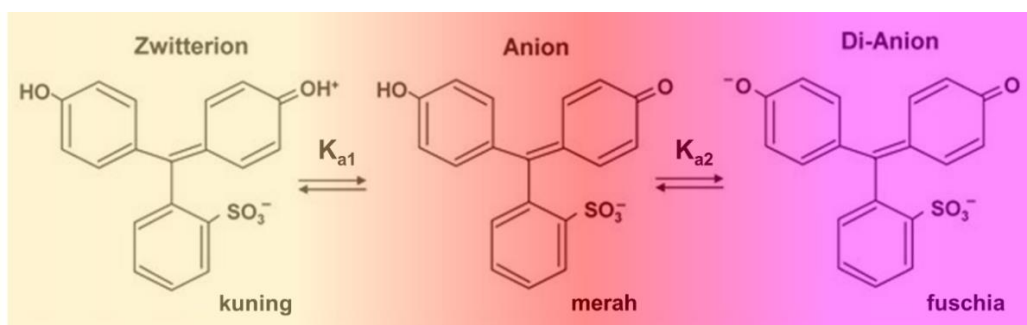
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- A. Pada zigot normal, diameter embrio baru akan bertambah setelah mencapai tahapan 32 sel.
- B. Pada tahapan *cleavage*, durasi sintesis DNA kurang lebih selama 5 jam.
- C. Saat MBT terjadi, jumlah protein histon tiap sel dari zigot I lebih tinggi dibandingkan zigot III.
- D. MBT lebih dipengaruhi oleh jumlah pembelahan yang telah terjadi dibandingkan rasio volume nukleus terhadap volume sitoplasma.

4. Teknik kultur sel mamalia merupakan proses perbanyakan sel yang diambil dari jaringan tubuh manusia ataupun hewan mamalia model seperti mencit. Teknik ini dapat memfasilitasi uji coba biomedis pada skala *in vitro*. Jaringan tubuh tempat sel diambil adalah salah satu faktor yang menentukan perbedaan kondisi kultur agar pertumbuhan terjadi secara optimal. Oleh karena itu, kultur sel mamalia umumnya dibuat seragam untuk satu jenis sel saja.



Gambar 1: Gambar sebelah kiri menunjukkan ilustrasi kondisi normal pertumbuhan sel epitel pada permukaan botol kultur. Cairan dalam botol merupakan medium tumbuh yang juga mengandung fenol merah sebagai indikator pH. Dua gambar sebelah kanan menunjukkan kondisi kultur sel epitel ovarium dari dua individu manusia A dan B di bawah mikroskop cahaya (100X) dan mikroskop elektron *scanning* (SEM, 1000X). Komposisi medium tumbuh yang digunakan untuk kedua kultur adalah sama. Anda kemudian berencana melakukan *karyotyping* untuk sel dari setiap kultur.

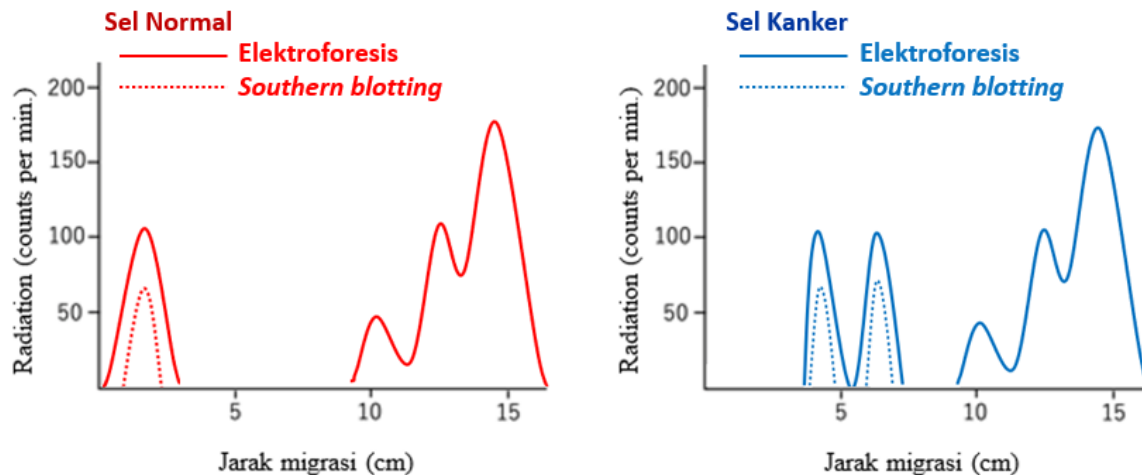


Gambar 2: Perubahan muatan & warna fenol merah sebagai indikator pH medium tumbuh.

Apabila waktu pengamatan dan jumlah sel yang ditanamkan di awal untuk kedua kultur di atas adalah sama, tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

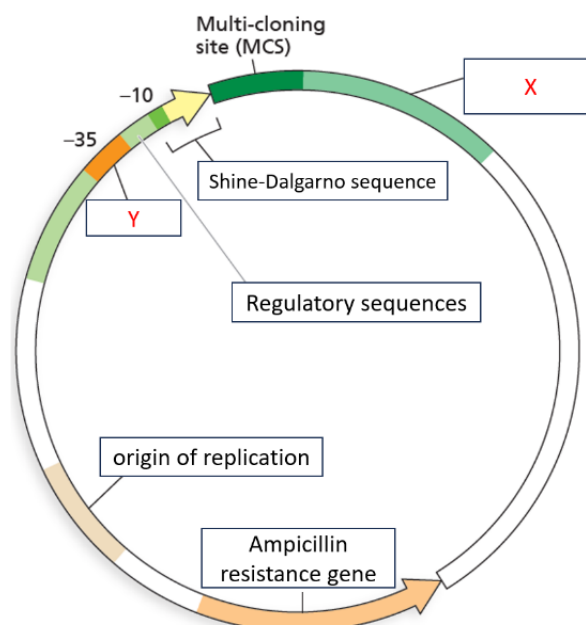
- Selain epitel, sel-sel jaringan ikat seperti sel otot dan sel darah juga dapat dikultur secara tunggal dalam bentuk 2D monolayer.
- Warna medium kultur sel epitel ovarium individu B saat pengamatan seharusnya lebih cepat menguning daripada medium kultur sel epitel ovarium individu A.
- Karyotipe dengan karakteristik kromosom terduplikasi lebih mudah didapatkan dari kultur sel epitel ovarium A dibandingkan B.
- Eksresi gen pengode enzim piruvat dehidrogenase (pengubah piruvat menjadi asetil-KoA) pada sel-sel epitel ovarium B kemungkinan lebih rendah dibandingkan A.

5. Dave melakukan penelitian untuk mencari tahu efek mutasi titik gen Z yang menghasilkan kanker usus pada hewan peliharaannya. Ia mengisolasi fragmen DNA dari kromosom 1, memberi perlakuan enzim restriksi, melakukan elektroforesis dan diikuti dengan analisis *Southern Blotting*. Probe yang digunakan untuk blotting adalah cDNA gen Z. Hasil elektroforesis dan blotting diamati dengan autoradiografi yang dikonversi menjadi grafik kuat radiasi terhadap jarak migrasi (jarak sumur gel elektroforesis terhadap pita DNA yang diperoleh).



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

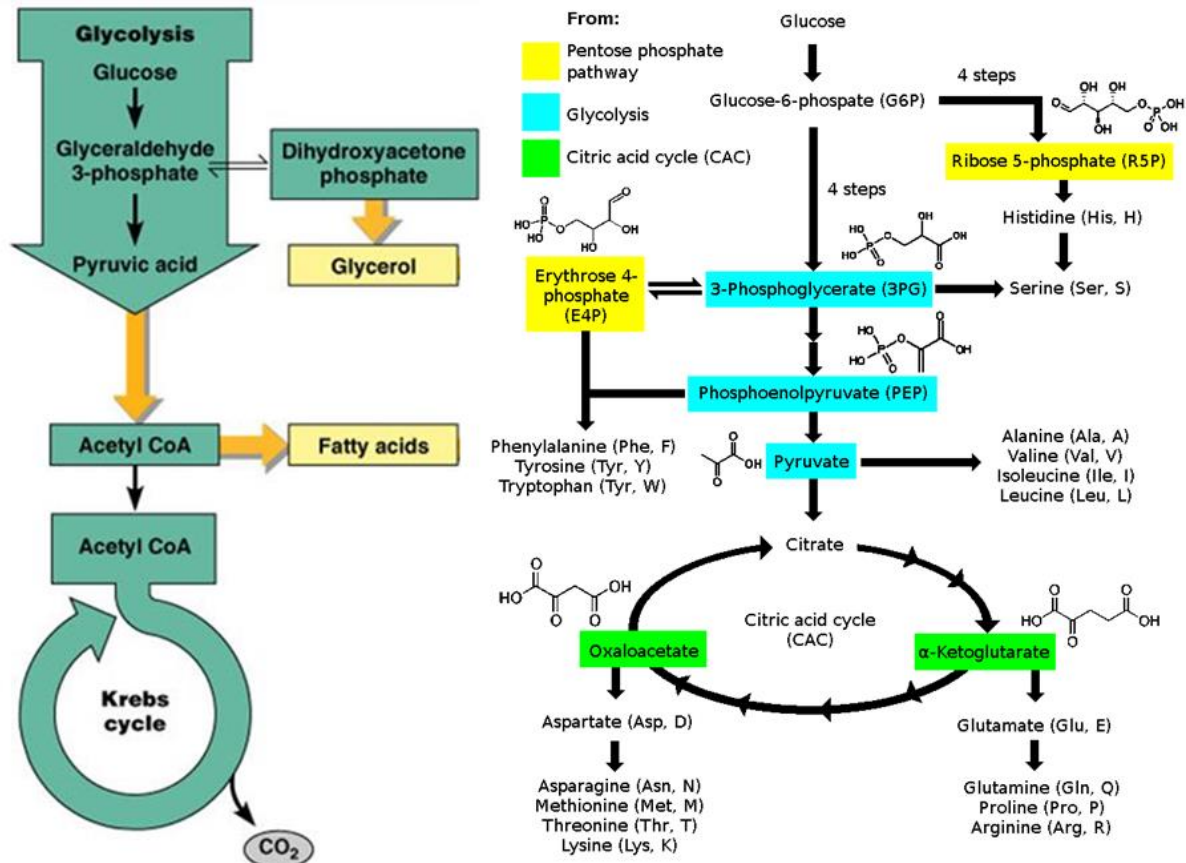
- Pada hasil elektroforesis, fragmen DNA hasil restriksi yang berukuran paling kecil memiliki kelimpahan paling rendah dibandingkan fragmen-fragmen lain pada kedua jenis sel.
 - Mutasi pada gen Z kemungkinan menghasilkan sisi restriksi baru.
 - Sel kanker pada penelitian di atas terdeteksi bersifat homozigot.
 - Metode lain yang dapat dilakukan untuk mendeteksi mutasi di atas adalah PCR genom dan diikuti dengan elektroforesis sebagai metode konfirmasi.
6. Prof. Tobi ingin menggunakan suatu plasmid untuk mengekspresikan suatu protein Tobicin dalam jumlah besar menggunakan *Escherichia coli* sebagai inang ekspresi. Bagian-bagian utama dari plasmid tersebut ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Ia berniat untuk menginsersi gen pengode protein Tobicin, *Tbc*, dalam *multiple cloning site* dari plasmid ini.



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

- Bagian yang paling umum dijumpai pada bagian X adalah kodon stop.
- RNA polimerase akan berikatan dengan bagian yang ditunjuk oleh huruf Y.
- Untuk membedakan koloni bakteri yang menerima insersi gen *Tbc* terhadap yang tidak, cukup dengan menyeleksi bakteri pada media yang mengandung Ampisilin.
- Sel yang diisolasi dari ginjal embrio manusia juga dapat digunakan sebagai inang alternatif untuk ekspresi Tobicin menggunakan vektor di atas.

7. Berikut adalah jalur metabolisme karbon bakteri beserta dengan molekul yang berhubungan.

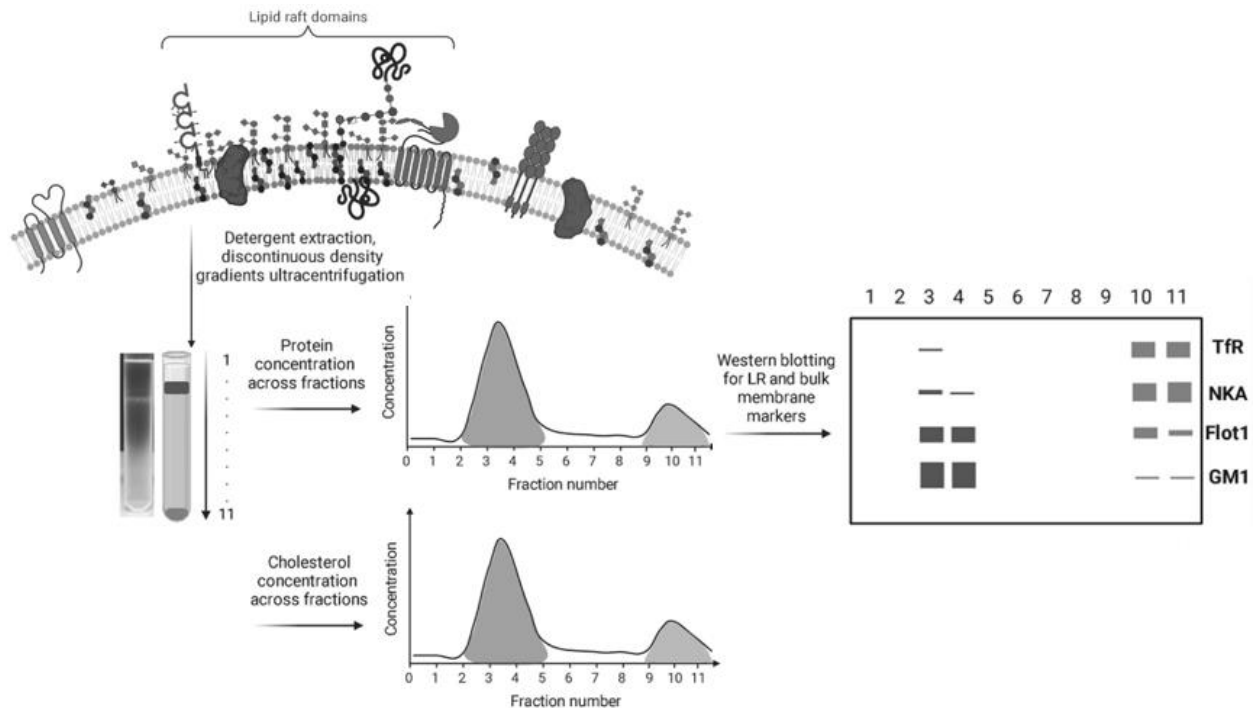


Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- Monomer penyusun enzim sel bakteri di atas sebagian berasal dari konversi senyawa kimia yang dihasilkan selama siklus Krebs.
- Asam amino hasil translasi dari kodon UAA dihasilkan dari konversi senyawa kimia yang dihasilkan selama proses glikolisis.
- Acetyl Co-A merupakan prekursor dari senyawa pembentuk membran sel bakteri.
- Asam amino dan asam lemak sama-sama mengandung unsur C, H, dan N.

8. *Lipid Raft* (LR) adalah kumpulan protein dan lipid yang bergerak dinamis pada membran sel yang tidak teratur, tetapi juga dapat mengelompok membentuk platform yang lebih besar dan teratur. LR berperan sebagai perangkat yang mengatur fungsi membran dalam sel eukariotik.

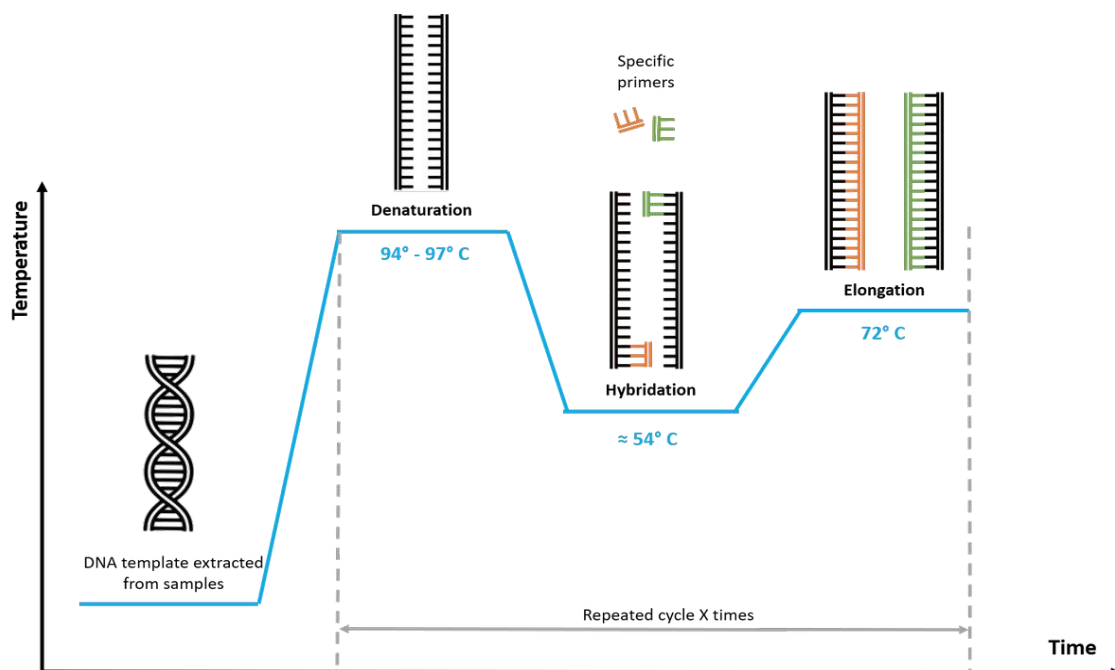
Gambar di bawah menunjukkan ilustrasi LR dan metode untuk memisahkannya dari membran lipid non-LR. Sampel sel dihomogenisasi dan kemudian ditambahkan deterjen untuk melarutkan membran. Diketahui bahwa LR bersifat resisten terhadap deterjen dan tidak akan larut. Campuran kemudian dipisahkan dengan ultrasentrifugasi gradien. Hasil difraksinasi dan dilakukan pengukuran konsentrasi protein, konsentrasi kolesterol, dan *western blotting*.



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

- Obat golongan statin (inhibitor biosintesis kolesterol) dapat menghambat terbentuknya *Lipid Raft* pada membran sel.
- Lipid raft* dapat ditemukan pada fraksi 9–11 sedangkan lipid non-LR ditemukan pada fraksi 2–5.
- Protein GM1 merupakan protein yang berasosiasi dengan *Lipid Raft*.
- Glikolipid lebih banyak ditemukan pada *Lipid raft*.

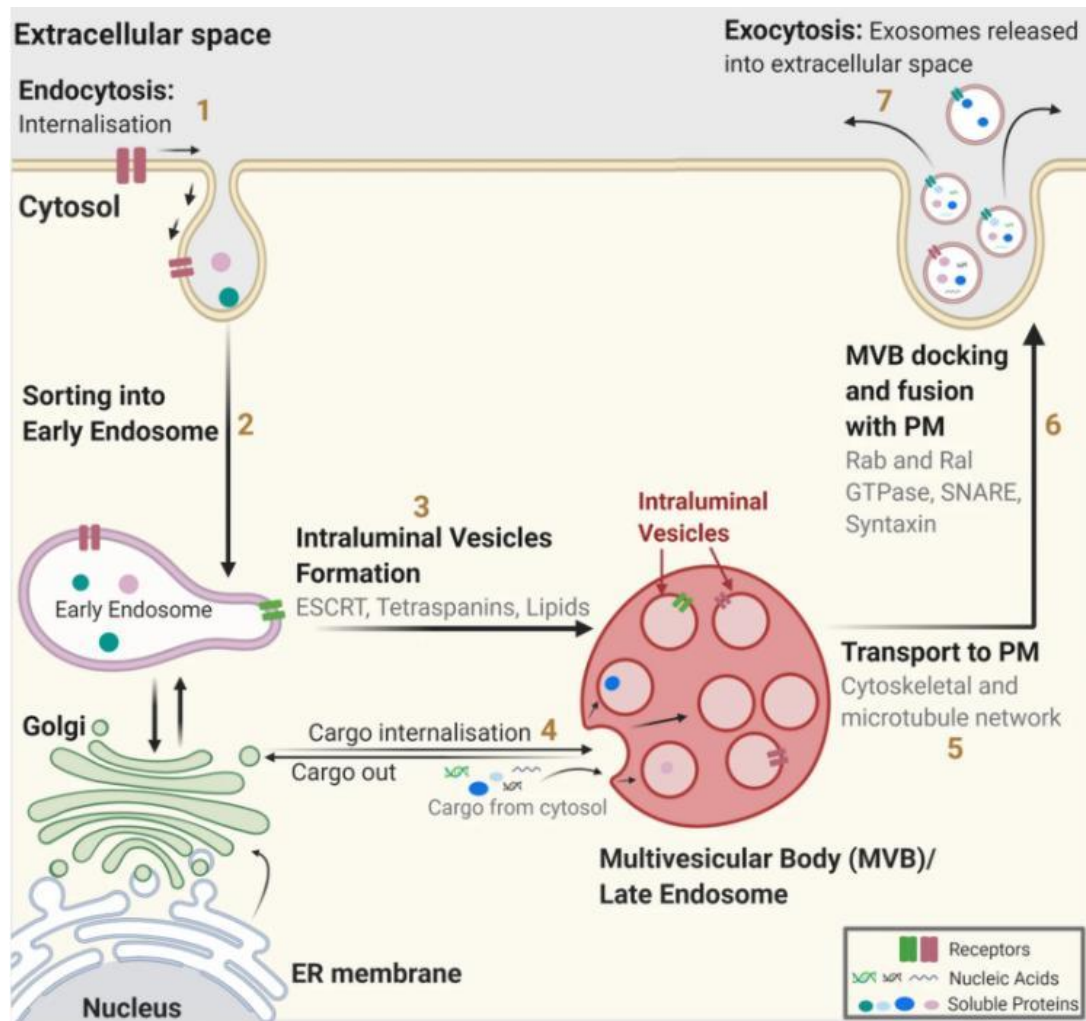
- Polymerase chain reaction (PCR) adalah suatu teknik dalam biologi molekuler untuk memperbanyak fragmen DNA tertentu. Seperti yang ditunjukkan dalam gambar di bawah ini, PCR dijalankan dalam siklus-siklus yang terdiri dari tahapan denaturasi, *annealing* (penempelan primer), dan elongasi (pembentukan untai DNA baru).



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

- A. Setelah siklus ke 5, jumlah untai DNA baru yang terbentuk adalah sebanyak 32 kali lipat.
- B. Perlakuan suhu tinggi (94°C – 97°C) menggantikan fungsi enzim helikase pada replikasi.
- C. Enzim yang digunakan dalam proses elongasi berasal dari organisme mesofilik.
- D. Primer yang digunakan dalam PCR merupakan molekul RNA.

10. Eksosom adalah vesikel berukuran nano yang disekresikan oleh hampir semua jenis sel. Sekresi eksosom terjadi ketika terdapat fusi antara badan multivesikular (MVB) dan membran plasma. Biogenesis eksosom adalah mekanisme kontrol kualitas protein, dan setelah dilepaskan, eksosom mengirimkan sinyal ke sel lain. Proses biogenesis eksosom ditampilkan pada gambar berikut.

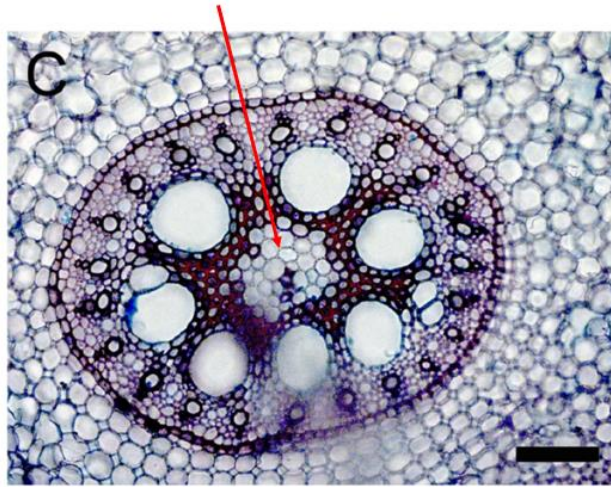


Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- A. Konten pada lumen eksosom dapat berasal dari lumen badan Golgi.
- B. Domain protein transmembran yang terglykosilasi akan berada pada lumen eksosom.
- C. Protein di lumen RE yang ditransport ke eksosom akan berada dalam *intraluminal vesicle*.
- D. Glikolipid dapat ditemukan di sisi ekstraseluler dari eksosom.

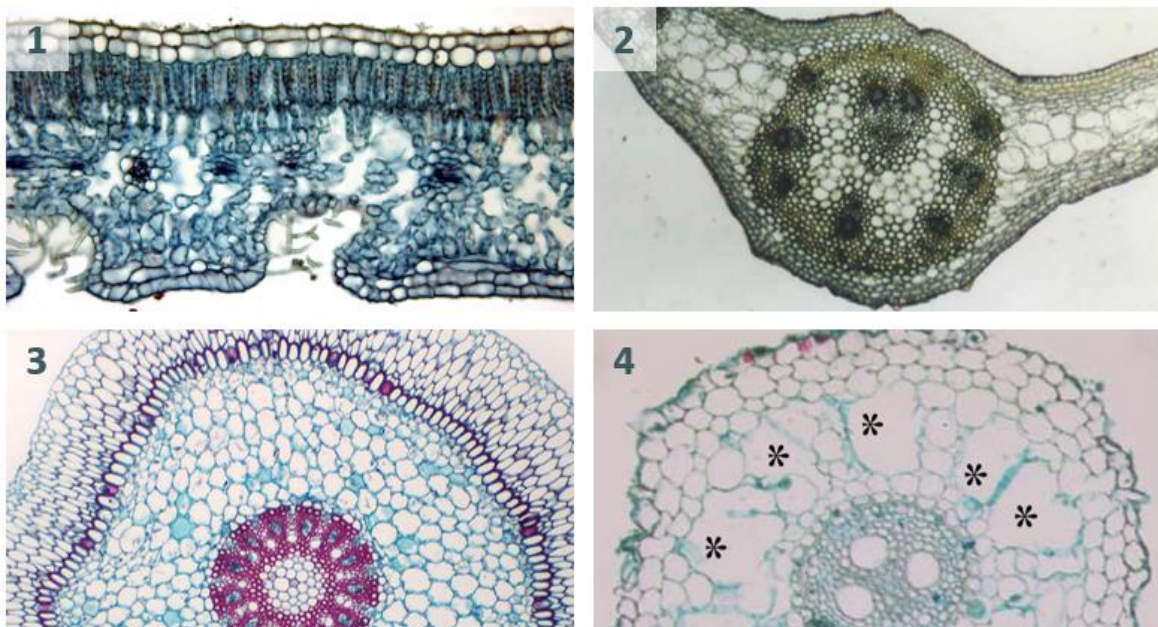
ANATOMI FISILOGI TUMBUHAN

11. Gambar di bawah ini merupakan sayatan melintang dari organ dari tumbuhan yang diambil dari area penanaman singkong dan telah diwarnai untuk menunjukkan keberadaan lignin.



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

- A. Organ yang ditampilkan di atas memiliki stele, namun tidak menunjukkan adanya empulur.
 - B. Organ yang ditampilkan kemungkinan tidak berasal dari organ tumbuhan singkong.
 - C. Struktur di atas berasal dari organ berkayu.
 - D. Bagian yang ditunjuk panah merah terdiri atas jaringan yang umumnya berfungsi sebagai penyimpan cadangan makanan.
12. Gambar-gambar berikut menunjukkan sayatan beberapa organ tumbuhan pada habitat dengan kondisi lingkungan tertentu.



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

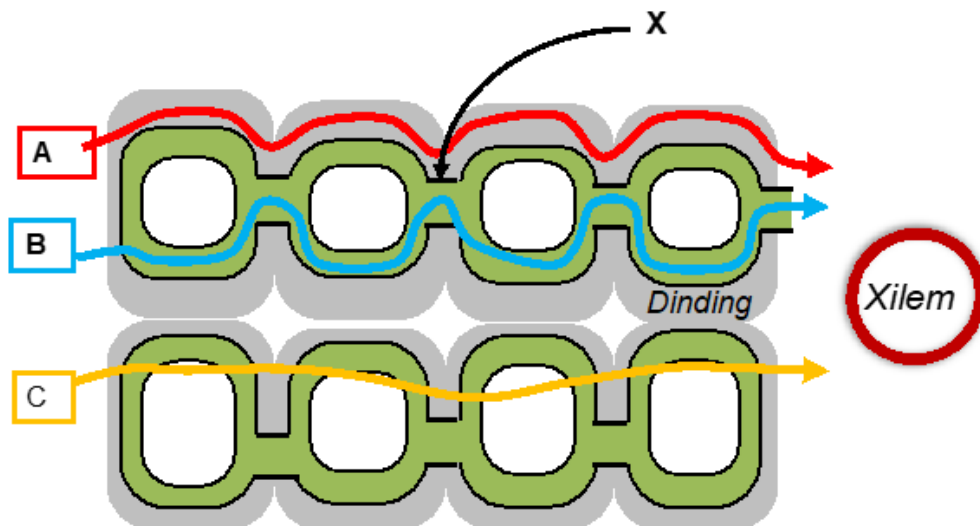
- A. Organ nomor 1 dan 3 memiliki struktur yang teradaptasi pada kondisi kering.
- B. Organ nomor 2 dan 4 teradaptasi pada lingkungan mesofit.
- C. Sayatan 1 dan 2 berasal dari organ yang berbeda, sedangkan sayatan 3 dan 4 berasal dari organ yang sama.
- D. Sayatan 1 berasal dari tumbuhan C₄.

13. Giovani adalah seorang anak yang terbiasa hidup di perkotaan dan jarang melihat alam sekitar. Suatu ketika, ia memberanikan diri berpetualang di ladang milik neneknya di desa. Ia menemukan tumbuhan yang menurutnya aneh. Berikut tampilan beberapa foto yang ia ambil.



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

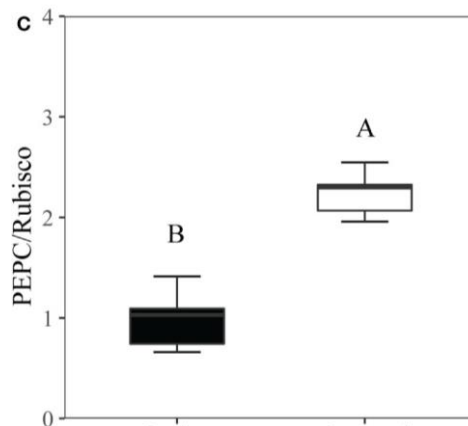
- A. Tumbuhan di atas termasuk dalam kelas monokotil.
 - B. Bunga di atas memiliki posisi ovarium superior.
 - C. Buah yang dihasilkan termasuk dalam kategori buah agregat.
 - D. Setiap biji yang dihasilkan dari tumbuhan di atas berasal dari fertilisasi ganda.
14. Transpor air pada akar tumbuhan dapat melalui beberapa jalur seperti yang ditunjukkan pada gambar.



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

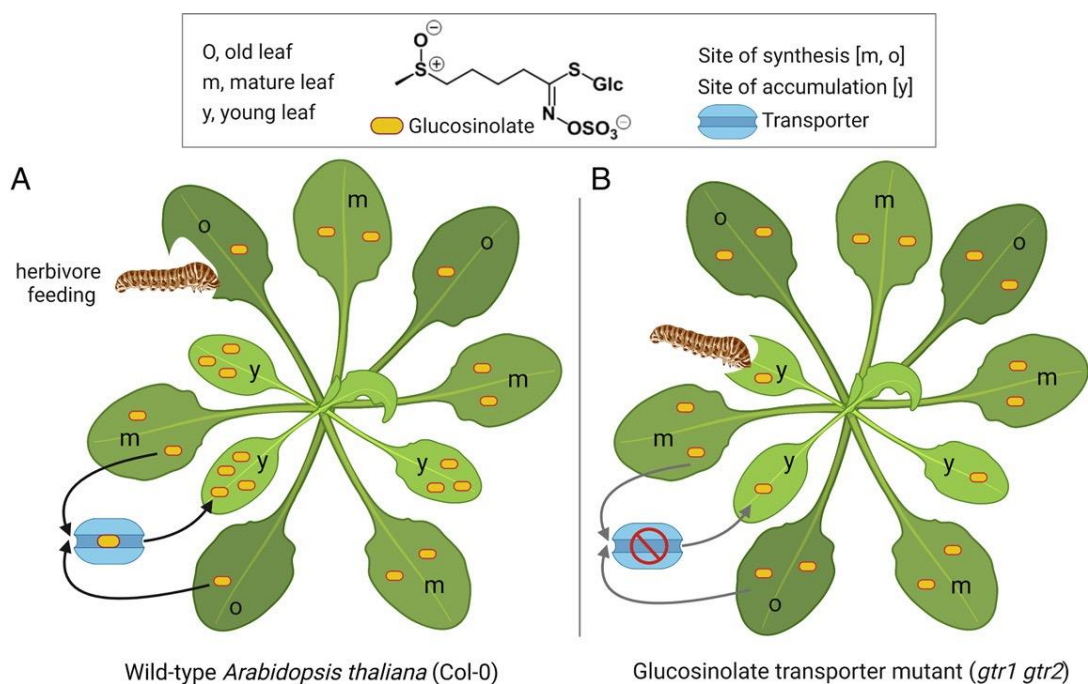
- A. Jalur A berpotensi membahayakan sel tumbuhan karena memungkinkan masuknya ion logam berat yang terlarut dalam air.
- B. Jalur B memiliki proses penyaringan ion terlarut yang lebih baik dibandingkan jalur C.
- C. Jalur C akan lebih cepat menghantarkan air ke dalam xilem dibandingkan jalur A dan B.
- D. Semua jalur akan melewati sitoplasma sebelum ditransport menuju xilem.

15. Suatu tumbuhan akuatik tawar memiliki dua jenis daun yang berbeda: daun di atas permukaan air dan daun yang terendam air. Tumbuhan tersebut diduga memiliki variasi tipe fotosintesis yang sesuai dengan jenis daun. Gambar di bawah merupakan data perbandingan aktivitas dua enzim fotosintetik dari kedua jenis daun tersebut, PEP karboksilase (PEPC) dan Rubisco.



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

- Daun di permukaan air memerlukan fiksasi karbon yang lebih efisien karena memiliki stomata di permukaan atas (adaksial).
 - Tantangan fotosintesis pada daun yang terendam air lebih ringan karena hanya mempengaruhi siklus Calvin.
 - Jika salah satu jenis daun diketahui memiliki tipe fotosintesis C₃, maka jenis daun yang dimaksud adalah daun yang terendam air.
 - Data yang ditunjukkan oleh label B berasal dari daun di permukaan air, sedangkan data yang ditunjukkan oleh label A berasal dari daun yang terendam.
16. Pertahanan diri pada tumbuhan terhadap herbivora dapat berupa senyawa kimia yang disintesis di suatu area, tetapi disebarkan di area yang lain. Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan pengujian teori pertahanan diri optimal pada tanaman *Arabidopsis thaliana*.

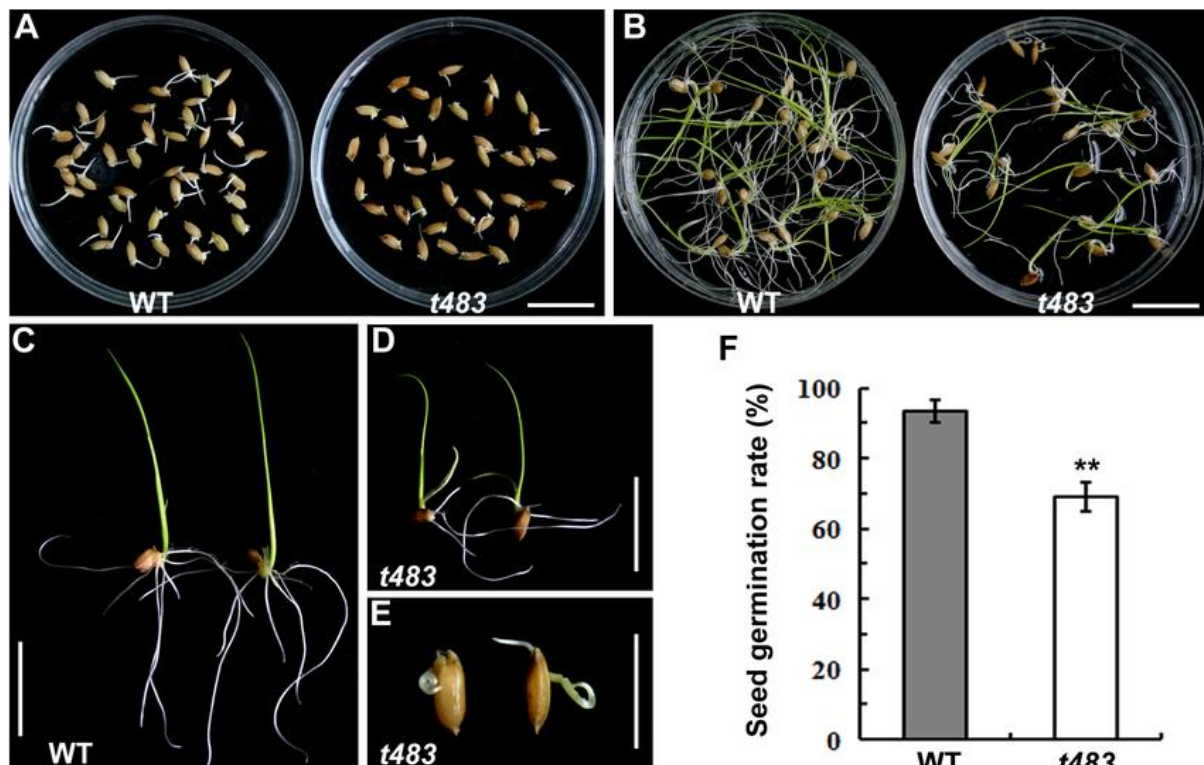


Keterangan: Pengujian teori pertahanan diri optimal.

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

- A. Pada tanaman *wild type* tidak terjadi serangan pada daun muda karena konsentrasi *glucosinolate* lebih tinggi pada daun muda.
- B. Kesintasan antara daun muda, matang, dan tua pada satu tanaman mutan adalah sama.
- C. Transporter *glucosinolate* tidak memerlukan energi ketika mentranspor substratnya.
- D. Termakannya daun tua berdampak kecil pada kelulushidupan tanaman untuk bereproduksi.

17. Ma *et al.* (2015) meneliti tentang efek mutasi gen pengode *Chromatin-remodelling factors* (CHR) terhadap respons perkecambahan dan pertumbuhan awal padi. Diketahui protein CHR dapat meregulasi ekspresi gen untuk pertumbuhan normal kecambah. Berikut perbandingan hasil yang didapatkan pada tanaman *wildtype* (WT) dan mutan gen pengode CHR (*t483*).

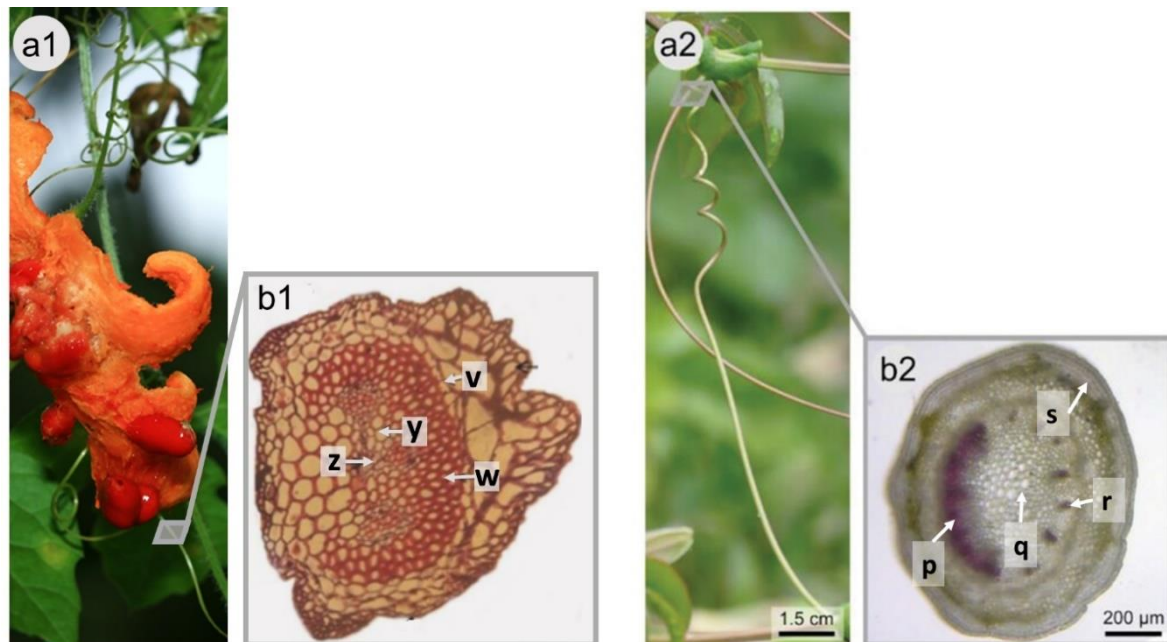


Keterangan: Kecambah pada hari ke-3 (A); Kecambah pada hari ke-8 (B-E), gambar C, D, dan E menunjukkan orientasi kecambah dilihat dari samping; Persentase kesuksesan perkecambahan (F). Tanda * menunjukkan perbedaan rata-rata secara signifikan, sedangkan ruas garis putih menunjukkan skala panjang 2 cm (A-D) dan 1 cm (E).

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

- A. Hipokotil lebih dominan tumbuh dibandingkan epikotil pada perkecambahan di atas.
- B. Protein CHR mengurangi kemampuan geotropisme positif akar tetapi tidak mempengaruhi geotropisme negatif pucuk.
- C. Tumbuhan *t483* memiliki pertumbuhan akar adventif lebih tinggi dibandingkan WT.
- D. Mutasi yang terjadi menurunkan aktivitas hormon giberelin.

18. Tendril merupakan suatu struktur menjulur pada tumbuhan yang umumnya berfungsi dalam membantu ekspansi area pertumbuhan pucuk. Anda berhasil mengamati dua tendril dari spesimen tumbuhan yang berbeda, yakni *Momordica balsamina* (a1-b1) dan *Passiflora caerulea* (a2-b2). Hasil pengamatan berupa sayatan melintang tendril setiap spesimen ditunjukkan sebagai berikut.



Keterangan: Sayatan b1 merupakan sayatan tidak segar yang diberikan pewarna safranin, sedangkan sayatan b2 merupakan sayatan segar yang diberikan asam hidroklorat-floroglukinol.

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

- A. Berdasarkan struktur yang ditunjuk oleh huruf z dan r, dapat disimpulkan bahwa tendrill kedua tumbuhan merupakan hasil modifikasi perkembangan organ batang.
- B. Pada sayatan melintang tendrill *P. caerulea*, sisi dengan struktur p memiliki aktivitas pembelahan sel yang lebih tinggi dibandingkan sisi di seberangnya.
- C. Sel-sel pada struktur w, p, dan s sudah tidak memiliki kemampuan membelah.
- D. Sel-sel pada struktur q memiliki vakuola berukuran besar.

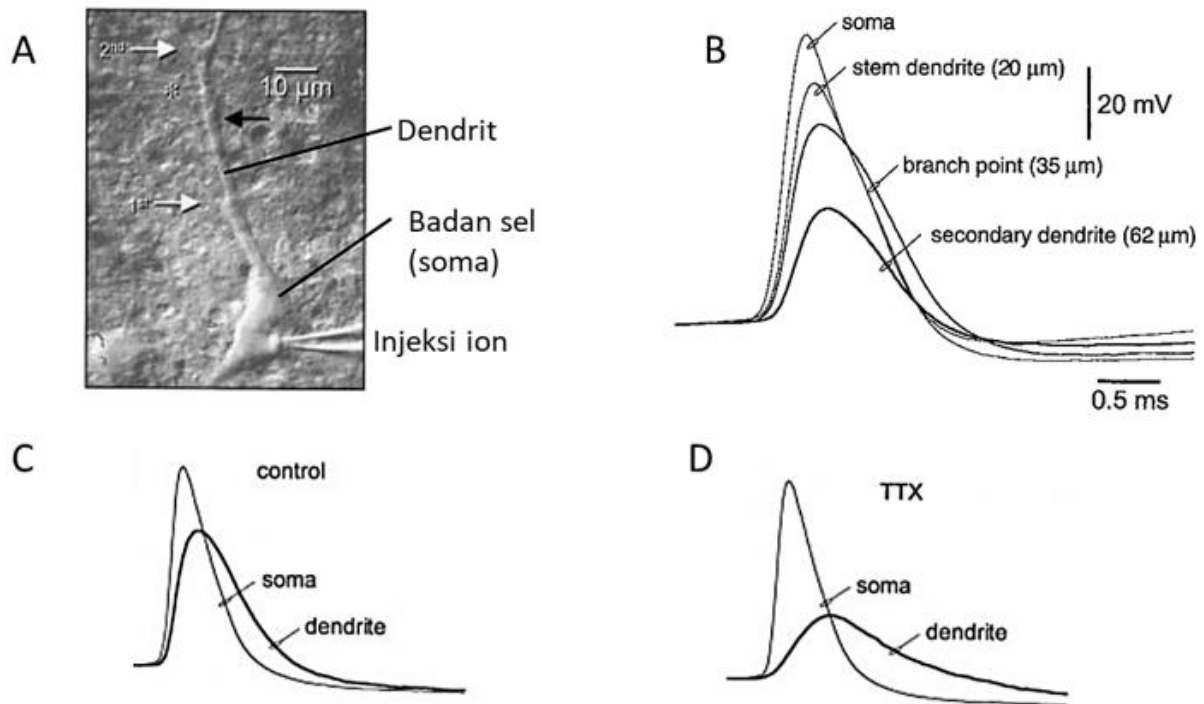
ANATOMI FISILOGI HEWAN

19. Berdasarkan jenis makanannya, mamalia dapat digolongkan sebagai herbivora, karnivora dan omnivora. Herbivora memakan makanan yang kaya karbohidrat dan serat. Sedangkan, karnivora memakan daging sehingga lebih rentan terserang patogen yang menyerang sesama hewan. Kondisi ini mengharuskan sistem pencernaan karnivora memiliki kemampuan untuk membunuh patogen yang lebih baik dari herbivora. Di sisi lain, herbivora harus memiliki sistem pencernaan yang memungkinkannya mencerna makanan kaya serat dan kaya karbohidrat.

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

- A. Saliva yang kaya amilase ditemukan pada herbivora namun tidak pada karnivora.
- B. Meski sama-sama asam, pH lambung hewan karnivora lebih tinggi dari hewan herbivora.
- C. Beberapa herbivora memiliki lambung yang lebih kompleks dibandingkan dengan karnivora.
- D. Untuk ukuran tubuh yang sama, hewan herbivora memiliki usus besar yang lebih panjang daripada hewan karnivora.

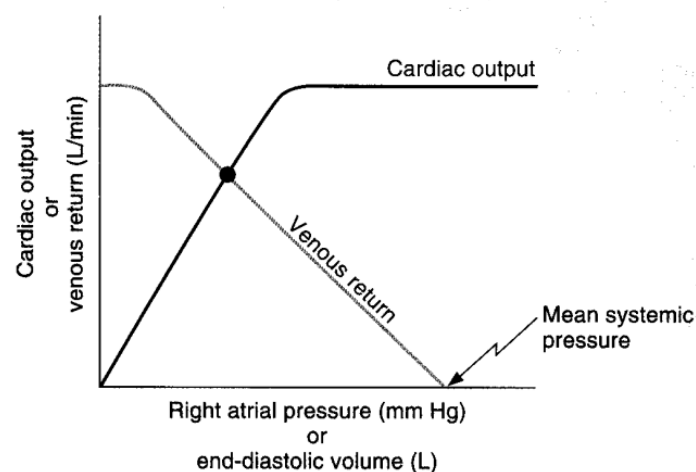
20. Secara umum dendrit dari neuron berfungsi menerima informasi yang dapat memicu potensial aksi pada akson. Tetapi hasil penelitian terbaru menunjukkan bahwa dendrit dari beberapa neuron di otak dapat mengantarkan rangsang dalam bentuk potensial aksi. William dan Stuart (2000) melakukan penelitian mengenai fenomena ini menggunakan neuron dari daerah *thalamocortical* otak. Dalam penelitian tersebut, mereka menginjeksikan ion ke dalam badan sel (A) dan mengukur amplitudo potensial aksi pada beberapa titik di dendrit (B). Pada penelitian kedua, neuron diletakkan dalam larutan yang menghambat aliran Na^+ melalui *voltage-gated channel* (TTX). Hasil pengukuran potensial aksi pada kondisi normal terlihat pada gambar C dan di bawah pengaruh TTX pada gambar D.



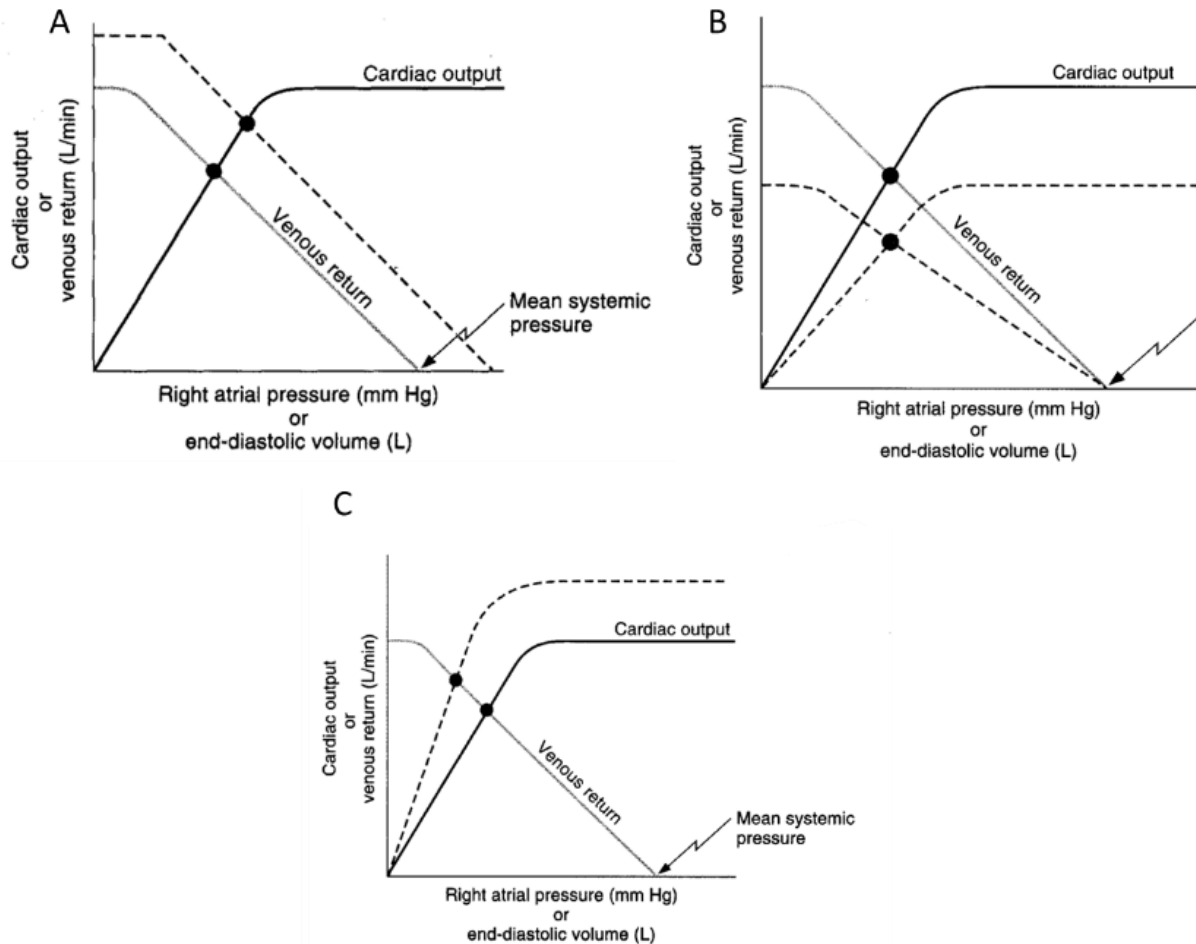
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- A. Hasil penelitian menunjukkan adanya pergerakan potensial aksi dari soma ke arah dendrit.
- B. Potensial aksi yang muncul di dendrit disebabkan oleh aliran ion selain Na^+ yang masuk ke dalam sel.
- C. Hasil penelitian menunjukkan *voltage-gated channel* penyebab potensial aksi sama-sama terdapat pada soma dan dendrit.
- D. Jika sel tersebut menerima neurotransmitter yang menyebabkan terjadinya EPSP (*excitatory post-synaptic potential*), potensial aksi dapat terukur sejak daerah dendrit sel *thalamocortical*.

21. Fungsi jantung sangat berkaitan dengan fungsi pembuluh darah. Curah jantung (*cardiac output*) dipengaruhi oleh volume darah di jantung sebelum kontraksi (*end diastolic volume*), sedangkan umlah darah yang kembali ke jantung (*venous return*) dipengaruhi oleh tekanan darah di atrium kanan. Hubungan dari keempat parameter tersebut dapat digambarkan dalam grafik berikut.



Titik potong antara *cardiac output* dengan *venous return* menunjukkan keseimbangan antara jumlah darah yang masuk ke jantung dengan jumlah darah yang dipompa. Sedangkan, *mean systemic pressure* adalah tekanan darah ketika tidak ada darah yang masuk ataupun keluar dari jantung. Berikut ini adalah grafik yang menunjukkan adanya perubahan pada fungsi jantung dan pembuluh darah.



Keterangan: perubahan ditunjukkan oleh garis putus-putus.

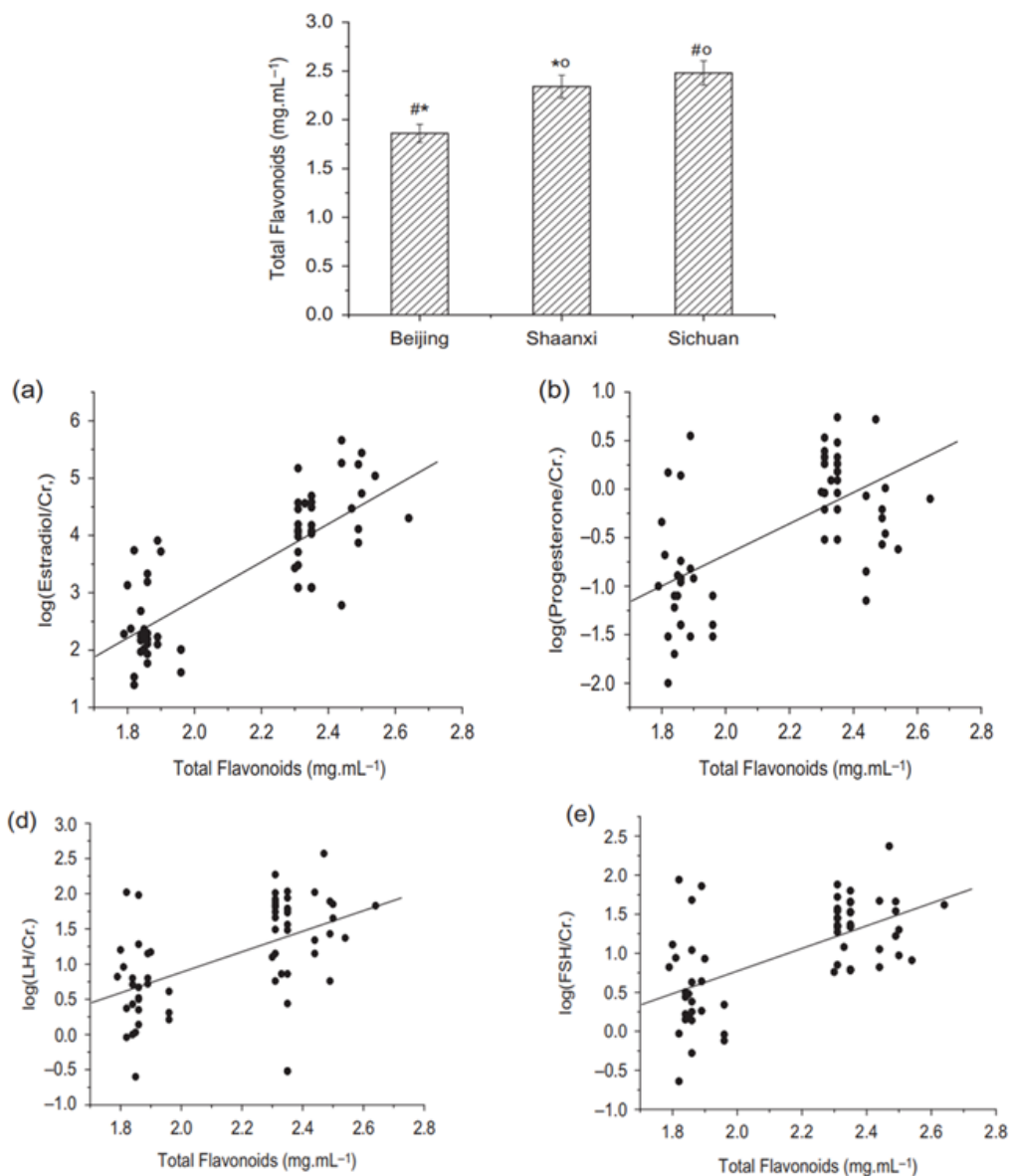
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- Perubahan pada grafik A dapat disebabkan oleh meningkatnya volume darah. Hal ini dapat dilihat dari meningkatnya *venous return* dan *mean systemic pressure*.
- Perubahan B terjadi akibat menurunnya kemampuan jantung dalam memompa darah. Hal ini dapat diamati dari menurunnya *cardiac output*.
- Perubahan pada C dapat disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi hormon epinefrin di dalam darah.
- Penyempitan pembuluh darah perifer akan memberikan dampak yang berlawanan dengan perubahan pada grafik C.

22. Liu *et al.* (2019) ingin mengetahui pengaruh kadar flavonoid pada bambu di 3 lokasi berbeda terhadap kadar hormon reproduksi pada panda betina. Gambar di bawah menunjukkan kandungan flavonoid pada makanan panda pada masing-masing lokasi tersebut serta korelasinya dengan hormon reproduksi.

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

- Panda yang hidup di Beijing memiliki kadar hormon reproduksi yang paling rendah.
- Panda yang hidup di Beijing memiliki laju reproduksi yang paling rendah.
- Di antara keempat hormon yang diuji, flavonoid paling berpengaruh terhadap produksi hormon estrogen dibandingkan hormon lainnya.
- Estrogen dan progesteron merupakan dua hormon yang tidak membutuhkan keberadaan protein untuk beredar di dalam darah.

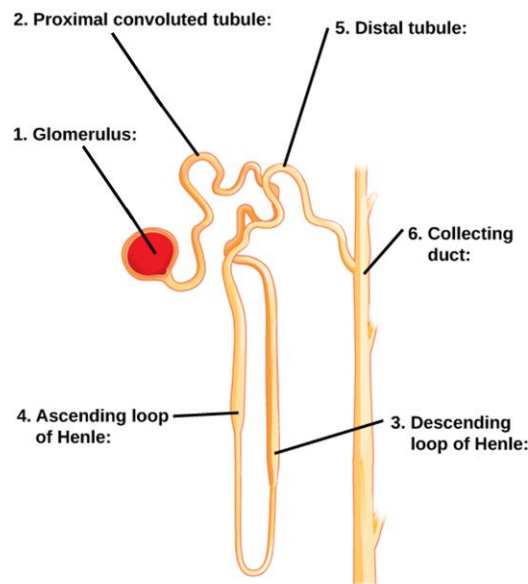


23. Berikut ini merupakan data terkait osmoregulasi dari salah satu spesies ikan eurihalin pada lingkungan aslinya, yaitu air laut (SW). Selain itu, ikan tersebut juga diaklimasi pada air laut dengan salinitas 5% dari air laut pada umumnya (5% SW).

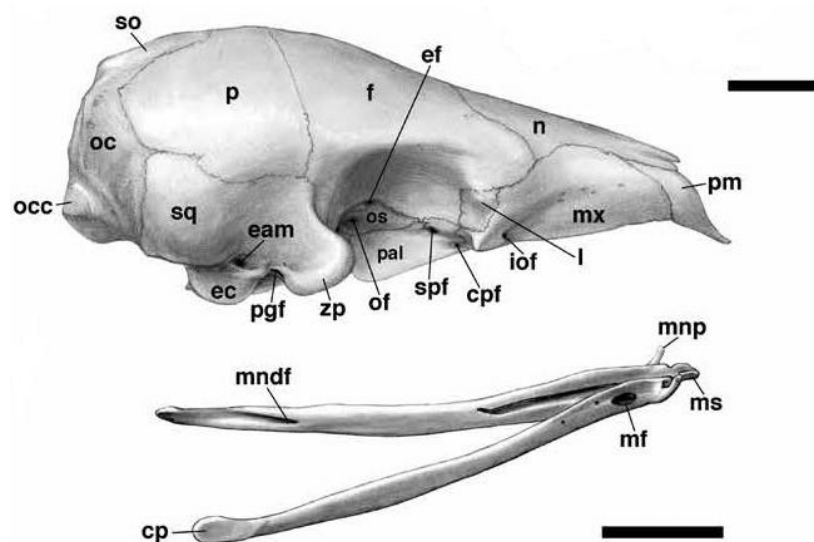
	N	Osmolality (mOsm/kg)	Na ⁺ (mM)	Cl ⁻ (mM)	Urea (mM)
Plasma					
SW	5	1,045.9 ± 5.0	363.3 ± 10.7	300.8 ± 10.8	324.1 ± 12.8
5% SW	6	623.5 ± 20.7***	210.3 ± 6.9***	173.1 ± 6.4***	194.0 ± 7.8***
Urine					
SW	5	1,040.0 ± 18.6	344.7 ± 96.4	81.9 ± 18.9 ^{***}	84.0 ± 32.5 [†]
5% SW	6	172.8 ± 13.4 ^{***†††}	32.3 ± 4.3 ^{†††}	20.2 ± 4.8 ^{***†††}	91.9 ± 9.0 ^{†††}
Environmental water					
SW	5	1,054.5 ± 5.4	552.1 ± 4.0	551.3 ± 2.4	<1.0
5% SW	6	53.4 ± 3.7	22.6 ± 2.0	26.0 ± 2.1	<1.0

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

- A. Pada habitat aslinya, ikan tersebut merupakan osmokonformer. Tetapi, mekanisme osmoregulasinya berubah menjadi osmoregulator ketika diaklimasi pada lingkungan dengan salinitas yang lebih rendah.
- B. Berdasarkan data osmoregulasi pada habitat aslinya, ikan tersebut kemungkinan merupakan salah satu spesies ikan bertulang rawan (*cartilaginous fish*).
- C. Ketika diaklimasi pada lingkungan dengan salinitas yang lebih rendah, ikan tersebut meningkatkan reabsorpsi berbagai macam osmolit, seperti Na^+ , Cl^- , dan urea.
- D. Struktur nefron ikan tersebut kemungkinan sesuai dengan gambar di bawah ini.



24. Perhatikan gambar di bawah ini!

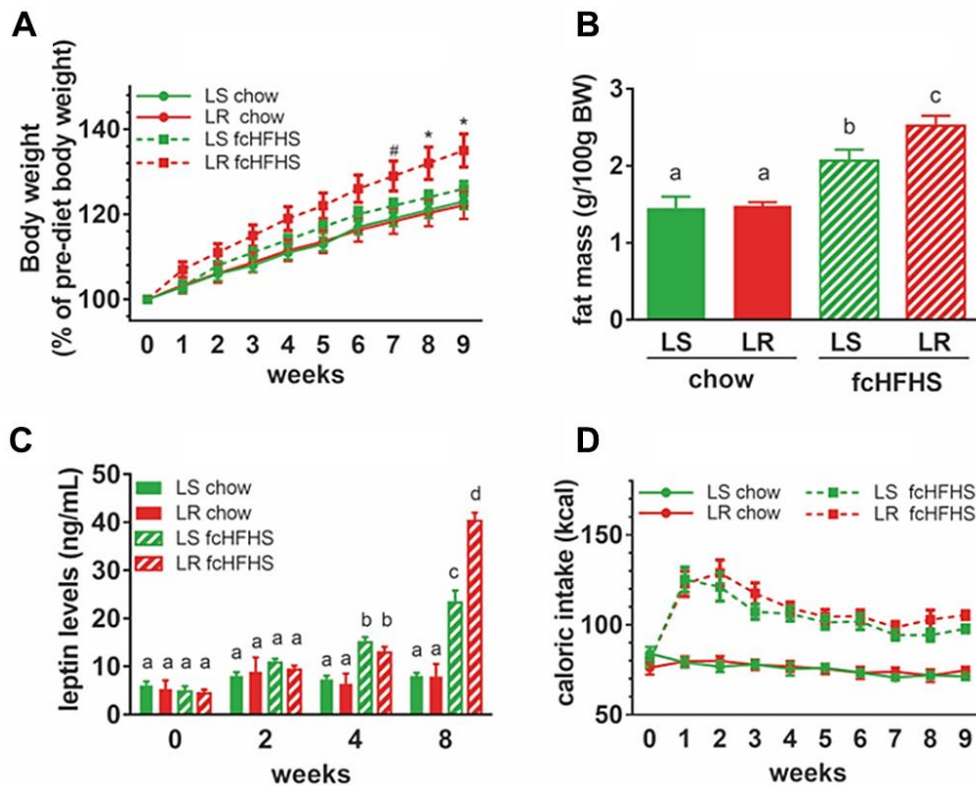


Keterangan: Tampak lateral tengkorak (atas) dan mandibula (bawah) suatu hewan Vertebrata.

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

- A. Tengkorak dan mandibula tersebut kemungkinan berasal dari hewan reptil.
- B. Pada hewan tersebut, proses pencernaan mekanis pertama kali terjadi di rongga mulut.
- C. Sama seperti ayam, hewan tersebut kemungkinan menggunakan partikel tanah atau bebatuan kecil untuk membantu menghaluskan makanan.
- D. Hewan tersebut kemungkinan tergolong sebagai herbivora.

25. Obesitas berkaitan erat dengan resistensi leptin. Resistensi leptin yang berkaitan dengan obesitas dapat disebabkan oleh konsumsi berlebih makanan tinggi kalori atau faktor genetik (*pre-existing factor*). Eksperimen berikut dilakukan untuk menginvestigasi hal tersebut di mana tikus sensitif leptin (LS) dan resisten leptin (LR) diberi pakan normal (chow) dan pakan tinggi lemak tinggi gula (fcHFHS). Lalu, dilakukan pengukuran parameter terkait obesitas yang hasilnya disajikan pada gambar berikut.



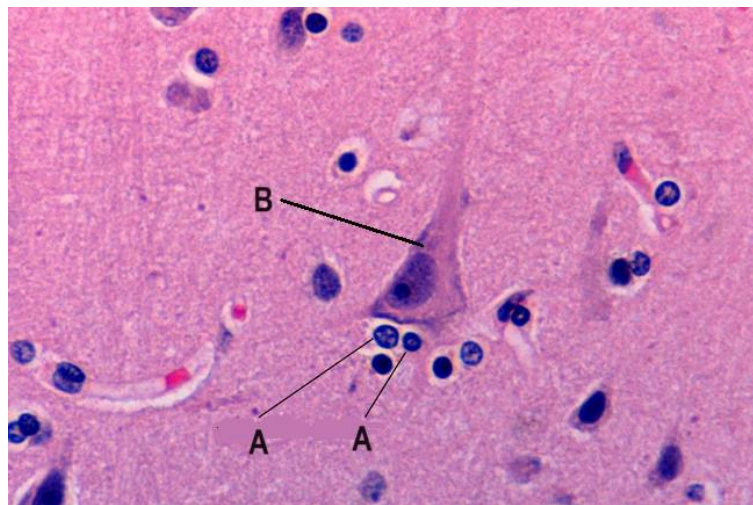
Keterangan: (A) Peningkatan berat badan, (B) massa lemak relatif, (C) kadar leptin plasma, dan (D) perolehan kalori pada tikus sensitif leptin (LS) dan tikus resisten leptin (LR). Kedua kelompok tikus tersebut diberi dua jenis pakan (dengan jumlah yang sama): normal (chow) atau pakan tinggi gula tinggi lemak (fcHSHF). Perbedaan nilai yang signifikan antarkelompok ditunjukkan oleh perbedaan huruf; perbedaan nilai yang signifikan dengan kelompok LS chow ditunjukkan oleh tanda * dan #.

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

- Data menunjukkan bahwa obesitas terkait leptin disebabkan oleh konsumsi pakan berkalori tinggi, bukan faktor genetik.
- Sensitivitas leptin yang lebih rendah pada tikus LR diperparah oleh konsumsi pakan berkalori tinggi.
- Di lingkungan yang dingin, tikus yang diberi pakan berkalori tinggi akan lebih adaptif dibandingkan dengan mencit yang diberi pakan normal.
- Leptin merupakan hormon yang disekresikan oleh jaringan lemak yang ditunjukkan pada gambar berikut.

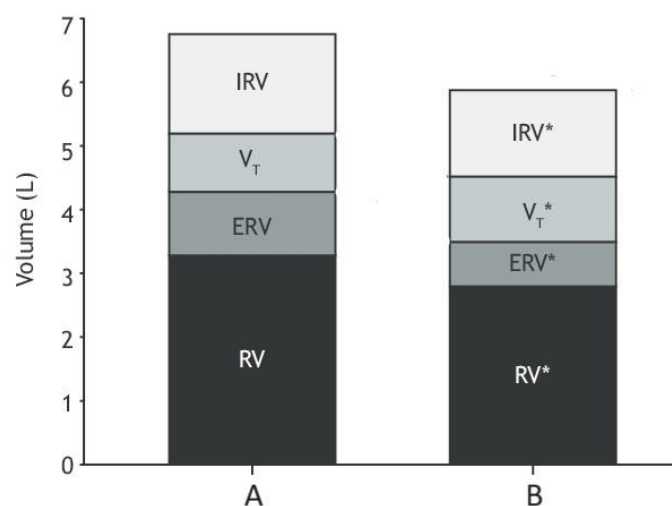


26. Gambar di bawah ini merupakan sayatan histologis *grey matter* (substansia nigra) dari sistem saraf pusat yang diwarnai dengan hematoxylin-eosin.



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

- A. Sel A merupakan sel Schwann.
 - B. Neuron yang ditunjuk oleh B pada gambar tersebut merupakan neuron multipolar.
 - C. Jaringan tersebut dapat ditemukan pada korteks sumsum tulang belakang.
 - D. Jaringan tersebut kemungkinan berfungsi untuk melakukan pemrosesan informasi sensoris.
27. Data di bawah ini menunjukkan volume pernafasan dari dua orang pasien yang memiliki kelainan yang sama. Tetapi, salah satu pasien memiliki komplikasi berupa gagal jantung kronis. Sebagai perbandingan, volume pernafasan manusia dewasa tanpa kelainan paru-paru adalah $IRV = 2500$ mL, $V_T = 500$ mL, $ERV = 1500$ mL, dan $RV = 1500$ mL.

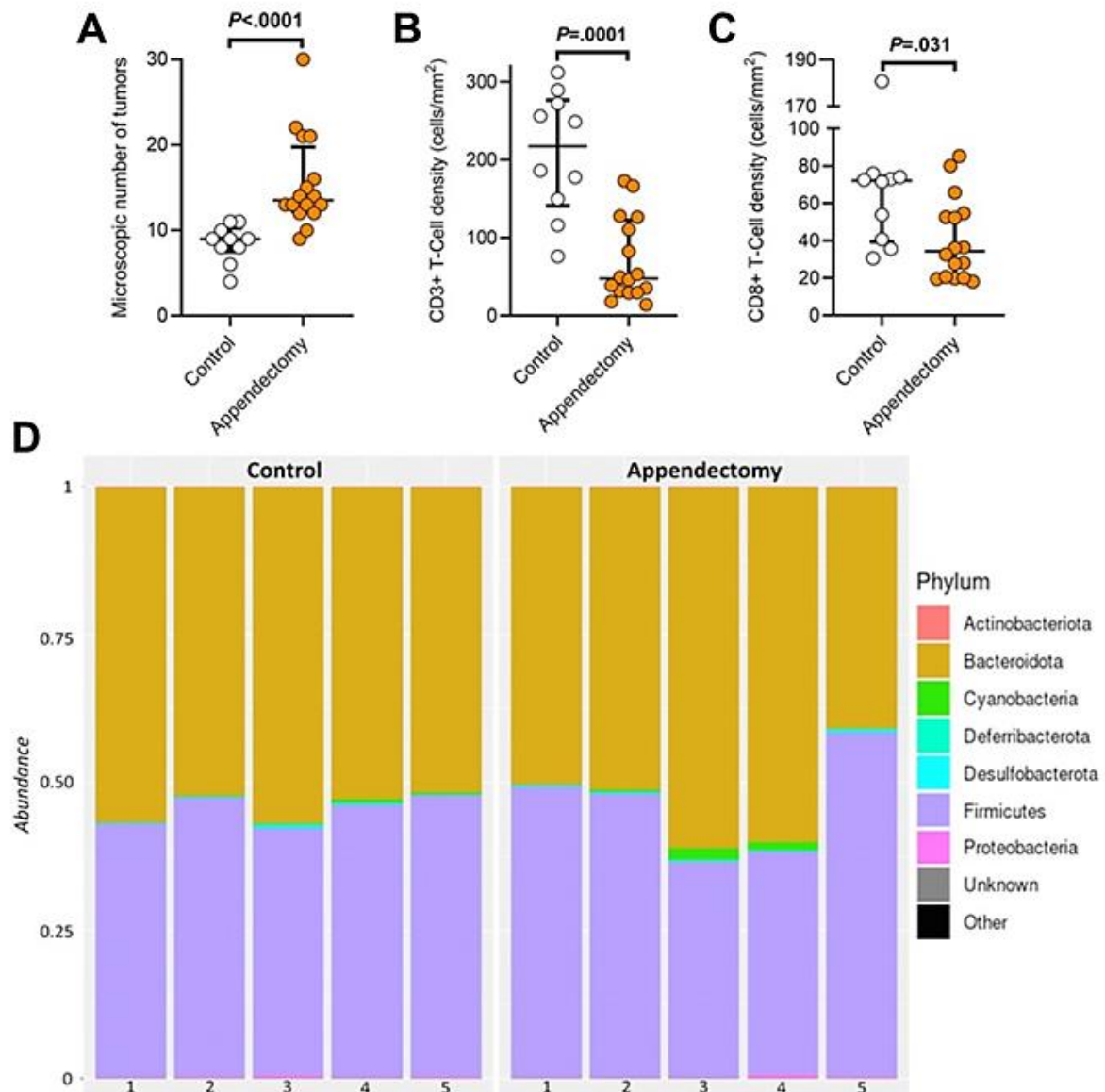


Keterangan: Volume pernafasan pada pasien tanpa gagal jantung (A) dan pasien dengan gagal jantung kronis (B) pada saat istirahat. IRV = volume cadangan inspirasi, V_T = volume tidal, ERV = volume cadangan ekspirasi, RV = volume residu.

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

- A. Kelainan paru-paru tersebut mengurangi volume udara yang dapat keluar-masuk paru-paru.
- B. Kedua pasien tersebut kemungkinan menderita skoliosis.
- C. Pada kondisi istirahat, laju ventilasi pada pasien A lebih tinggi daripada pasien B.
- D. Berdasarkan data volume udara residu, gagal jantung kronis terbukti mengurangi gejala kelainan paru-paru yang diderita pasien B.

28. Umbai cacing (*appendix*) dikenal luas sebagai organ vestigial. Tetapi, banyak studi membuktikan bahwa umbai cacing berperan dalam imunitas tubuh. Berikut merupakan salah satu studi yang membuktikan hal tersebut. Dalam studi ini, mencit kontrol dan mencit yang umbai cacingnya telah dibuang (apendektomi) dipaparkan dengan DSS untuk memicu terjadinya kanker saluran pencernaan yang disebut *colitis-induced cancer* (CAC). Berikut merupakan data yang diperoleh dari studi tersebut.



Keterangan: (A) Jumlah tumor CAC pada mencit kontrol dan mencit apendektomi. (B-C) Jumlah sel T CD3⁺ dan CD8⁺ pada jaringan tumor CAC untuk kedua kelompok mencit. CD3 merupakan protein *marker* yang spesifik hanya ditemukan pada sel T. (D) Kelimpahan relatif filum bakteri utama pada masing-masing lima sampel feses mencit kontrol dan mencit apendektomi. Perbedaan nilai yang signifikan ditunjukkan oleh nilai $P < 0,05$.

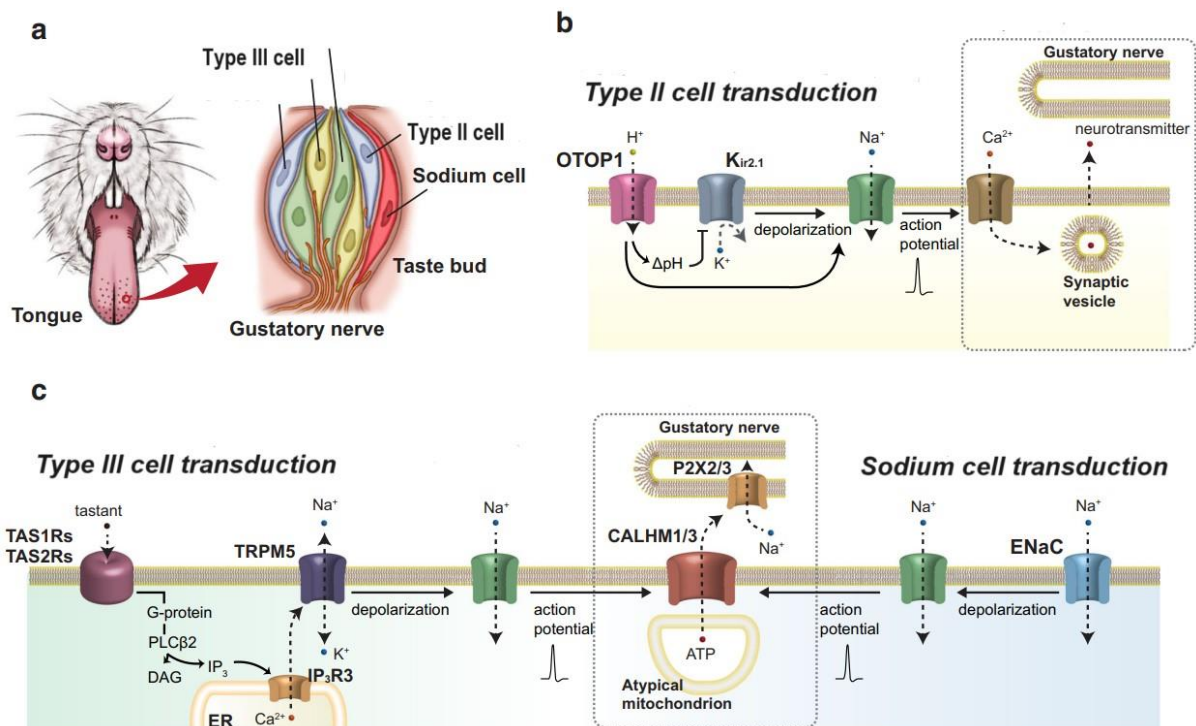
Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S)!

- A. Gambar berikut menunjukkan morfologi kolon mencit. Gambar atas berasal dari mencit yang mengalami apendektomi sementara gambar bawah berasal dari mencit kontrol.



- B. Jenis sel T yang kemungkinan ditemukan paling melimpah di jaringan tumor CAC adalah sel *T helper*.
- C. Terkait dengan imunitas tubuh, umbai cacing berperan sebagai lokasi produksi sel T terutama sel T sitotoksik.
- D. Berdasarkan data, umbai cacing juga berperan dalam mempertahankan keseimbangan komunitas mikrobiota di dalam usus.

29. Kuncup pengecap (*taste buds*) merupakan struktur pendeteksi rasa yang terletak pada papilla lidah. Fungsi pendeteksi berbagai rasa ini disebabkan karena kuncup pengecap terdiri atas beberapa jenis *gustatory cells*, di antaranya sel tipe II, sel tipe III, dan *sodium cell*, seperti yang terlihat pada gambar berikut.

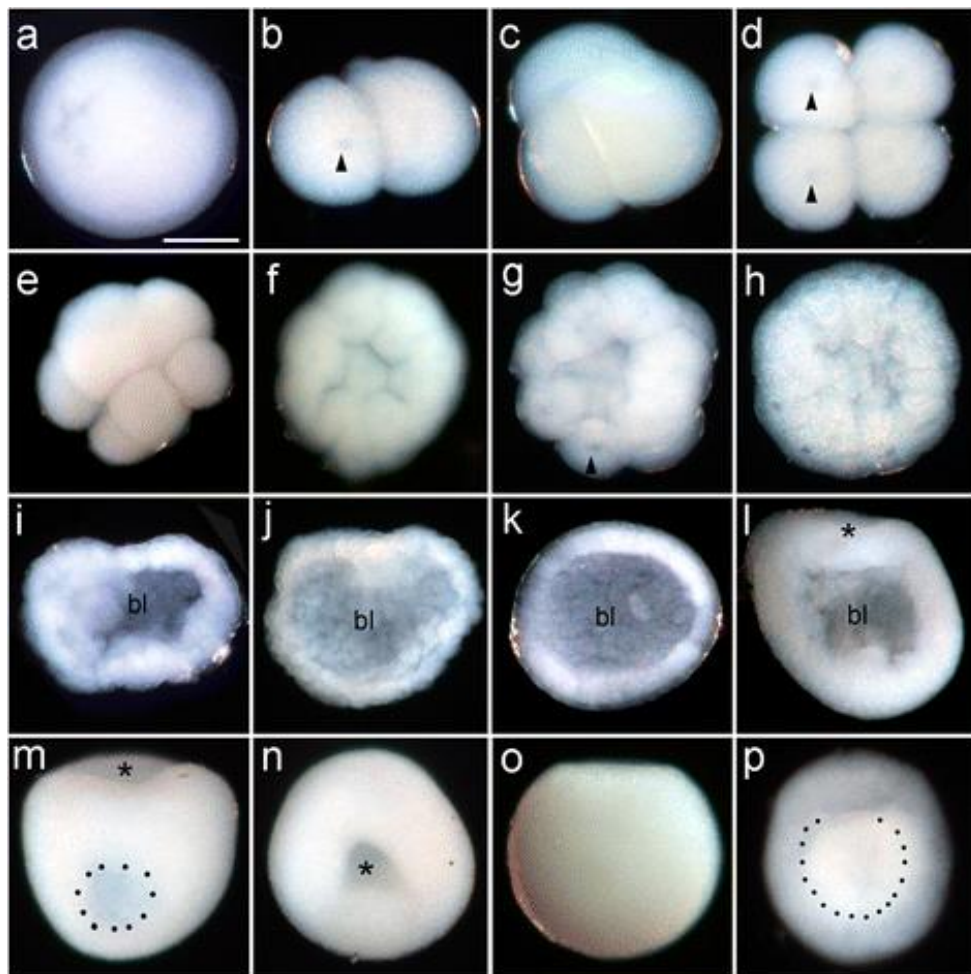


Keterangan: (a) Struktur kuncup pengecap pada lidah mencit. (b) Jalur transduksi dan potensial aksi pada sel tipe II. (c) Jalur transduksi dan potensial aksi pada sel tipe III dan *sodium cell*.

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

- A. Sel tipe II dan *sodium cell* masing-masing berfungsi untuk mendeteksi molekul yang bertanggung jawab atas rasa asam dan asin.
- B. Sensasi rasa umami kemungkinan disebabkan oleh aktivitas sel tipe III.
- C. Ketiga jenis *gustatory cells* melibatkan sinapsis dengan saraf gustatoris berupa sinapsis kimiawi yang menghasilkan neurotransmitter.
- D. Kuncup pengecap pada bagian posterolateral lidah kemungkinan didominasi oleh sel tipe II.

30. Gambar di bawah ini menunjukkan tahap perkembangan embrionik dari suatu spesies hewan karang *Ctenactis echinata*.



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

- A. Sel telur *C. echinata* kemungkinan memiliki kandungan *yolk* yang sedikit dan terdistribusi merata di dalam sitoplasmanya.
- B. Tahapan gastrula *C. echinata* ditunjukkan oleh gambar *l* sampai *p* pada gambar di atas.
- C. Pada gambar *m*, sisi atas merupakan sisi oral sementara sisi bawah menunjukkan sisi anal.
- D. Sama seperti Echinodermata, struktur bertanda bintang akan membentuk mesoderm dan endoderm.

GENETIKA DAN EVOLUSI

31. Pak Tobi sedang mempelajari silsilah keluarganya. Ia ingin mengetahui kira-kira siapa saja yang memiliki sekuens DNA mitokondria (mtDNA) yang sama dengannya (dengan asumsi tidak terdapat mutasi apapun).

Tentukan apakah kerabat berikut ini pasti memiliki sekuens mtDNA yang sama (Benar) atau tidak (Salah) dengan Pak Tobi!

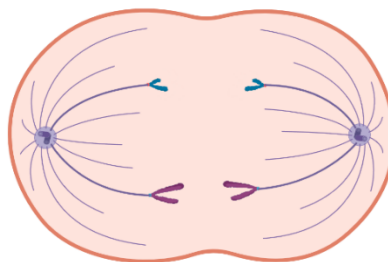
- A. Neneknya.
- B. Adik kandung perempuannya.
- C. Anak kandung perempuannya.
- D. Bibinya.

32. Tabel berikut menunjukkan hasil percobaan yang dilakukan Budi mengenai induksi pembelahan dari suatu sel bergenotipe heterozigot yang awalnya berada pada fase G_0 . Diketahui pula bahwa sel tersebut memiliki 4 buah kromosom. Ia menggunakan senyawa XYZ dan berhasil membuat sel tersebut mengalami pembelahan, yang ditandai dengan berubahnya berat rata-rata DNA sel seiring waktu. Berikut adalah hasil yang didapatkan Budi.

Time after induction (hours)	Average amount of DNA per cell (fg)	Time after induction (hours)	Average amount of DNA per cell (fg)
0,0	24,0	7,5	25,0
1,0	24,0	8,0	24,0
2,0	40,0	9,0	23,5
3,0	46,0	9,5	14,0
4,0	47,5	10,0	13,0
5,0	48,0	11,0	12,5
6,0	48,0	12,0	12,0
7,0	47,5	13,0	12,0

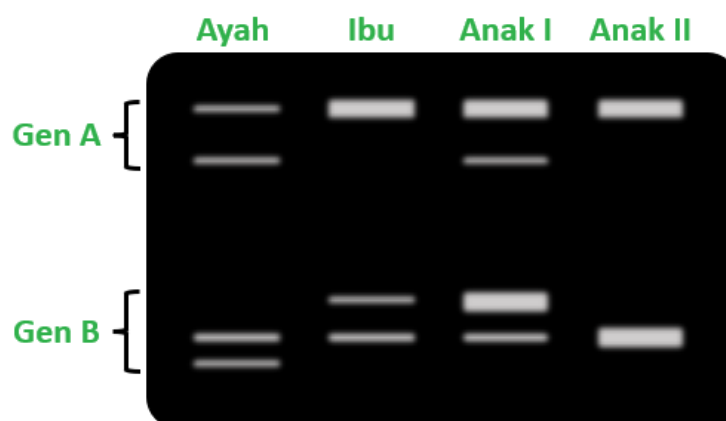
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- A. Induksi oleh senyawa XYZ menyebabkan sel memulai siklus sel dan membelah secara mitosis.
 B. Diperlukan waktu antara 1 hingga 2 jam setelah induksi untuk menyelesaikan fase G_1 sebelum masuk fase S.
 C. Tahapan anafase dari pembelahan sel yang terjadi setelah 8 jam pascainduksi ditunjukkan oleh ilustrasi berikut.



- D. Sel pada waktu 0.0 jam memiliki genotipe yang sama dengan sel pada waktu 8.0 jam.

33. Fabian adalah seorang penasehat genetik. Sebuah keluarga yang terdiri atas orang tua dan dua anak sedang berkonsultasi. Fabian menemukan kelainan yang dimiliki oleh salah satu anak. Ia pun mengidentifikasi genotipe keluarga tersebut berdasarkan dua buah gen (A dan B) yang berada pada autosom yang berbeda. Berikut hasil yang ia dapatkan.



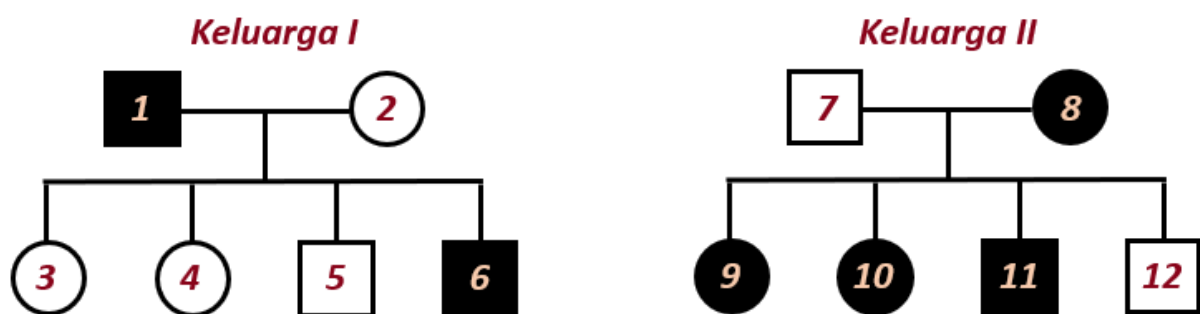
Keterangan: Genotipe Anak I disebabkan peristiwa *nondisjunction* dari salah satu orang tua.

Pita tebal menunjukkan jumlah salinan DNA yang lebih banyak.

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

- A. *Nondisjunction* di atas terjadi pada pembentukan gamet milik Ibu.
- B. *Nondisjunction* gen B terjadi pada meiosis I.
- C. Tanpa memperhitungkan kemungkinan terjadi *nondisjunction*, peluang orang tua di atas menghasilkan keturunan dengan genotipe seperti Anak II adalah sebesar $1/8$.
- D. Tanpa memperhitungkan *nondisjunction*, terdapat lebih dari 6 macam genotipe yang mungkin dihasilkan dari persilangan kedua orang tua di atas.

34. Sifat warna rambut pada manusia diatur oleh gen tunggal *G* pada autosom yang memiliki 2 alel. Alel dominan *G* menghasilkan rambut hitam, sedangkan *g* menghasilkan rambut putih. Anda sedang mengamati dua keluarga dengan silsilah di bawah ini. Fenotipe warna rambut sesuai dengan warna arsiran pada individu yang bersangkutan.



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

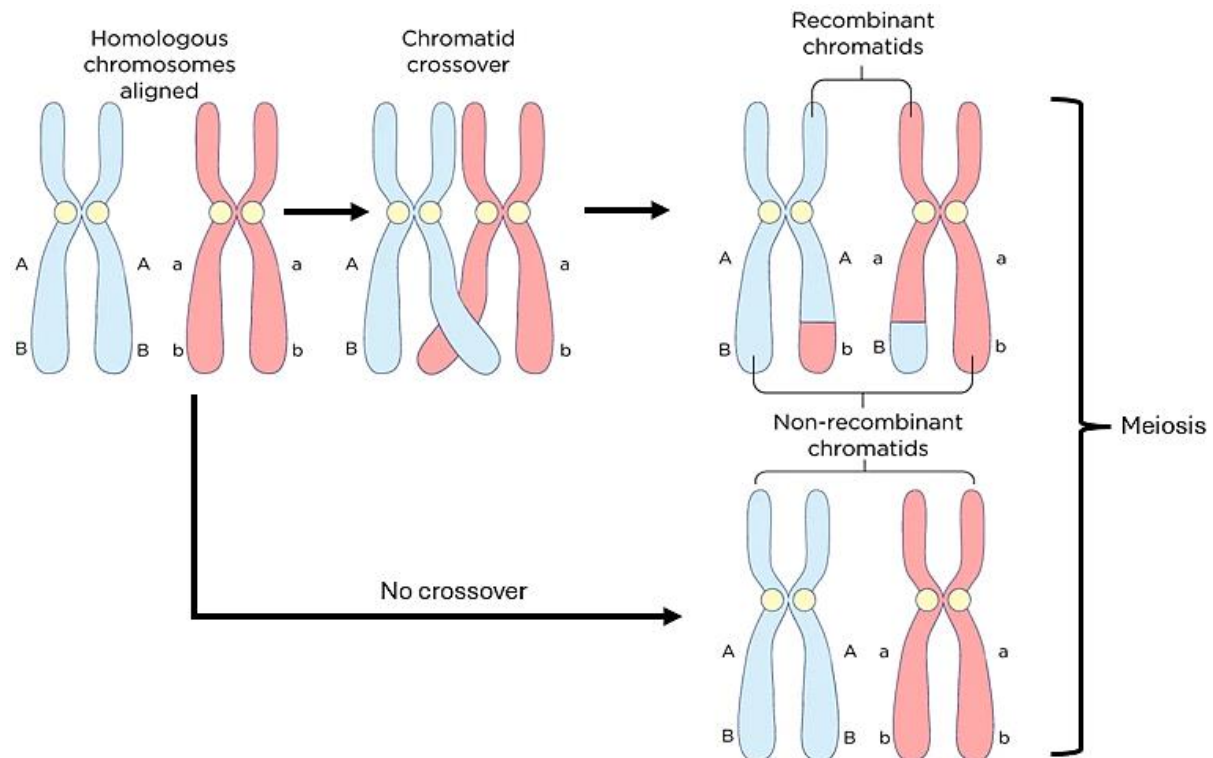
- A. Semua individu dengan fenotipe yang sama memiliki genotipe yang sama pula.
- B. Peluang dihasilkan anak dengan fenotipe rambut seperti keluarga I sama dengan keluarga II.
- C. Jika individu 5 dan 10 menikah dan memiliki 3 anak, peluang 2 di antara 3 anak tersebut berfenotipe rambut hitam adalah kurang dari 30%.
- D. Diketahui jenis kelamin anak yang dihasilkan dari dua keluarga adalah sebagai berikut.

Keluarga	Anak ke-1	Anak ke-2	Anak ke-3	Anak ke-4	Anak ke-5
Bambang	Laki-laki	Laki-laki	Laki-laki	Laki-laki	Laki-laki
Paidi	Perempuan	Perempuan	Laki-laki	Perempuan	Laki-laki

Peluang dihasilkan anak dengan susunan seperti keluarga Bambang lebih kecil dibandingkan keluarga Paidi.

35. Pautan adalah peristiwa dimana dua atau lebih gen berada pada kromosom yang sama. Pada meiosis, gen-gen yang terpaut dapat mengalami pindah silang, yaitu peristiwa bertukarnya lengan-lengan kromosom homolog. Setiap kali kejadian meiosis, pindah silang bisa saja terjadi maupun tidak. Hal ini melahirkan istilah *frekuensi pindah silang* (FPS), yang menunjukkan seberapa sering pindah silang terjadi antara 2 gen ketika meiosis berlangsung. Secara umum, FPS dihitung dengan membandingkan jumlah gamet hasil pindah silang (rekombinan) terhadap total keseluruhan gamet yang dihasilkan.

Gambar di bawah menunjukkan bagaimana konfigurasi 2 buah gen ketika terjadi/tidak terjadi pindah silang sebelum meiosis berlangsung. Anda kemudian mengamati meiosis pada 5000 sel spermatosit primer ($2n$) dan menemukan sebanyak 1000 sel di antaranya mengalami pindah silang, sedangkan sisanya tidak.



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

- A. FPS pada sel-sel di atas adalah sebesar 20%.
- B. Sebanyak 1000 sperma bergenotipe Ab akan dihasilkan dari pengamatan di atas.
- C. Berapapun nilai FPS, meiosis dari sel bergenotipe AaBb selalu menghasilkan perbandingan peluang gamet AB dan ab sebesar 1:1.
- D. Jika sperma-sperma di atas berlomba membuahi ovum bergenotipe ab, peluang dihasilkan zigot bergenotipe aaBb adalah sebesar 10%.

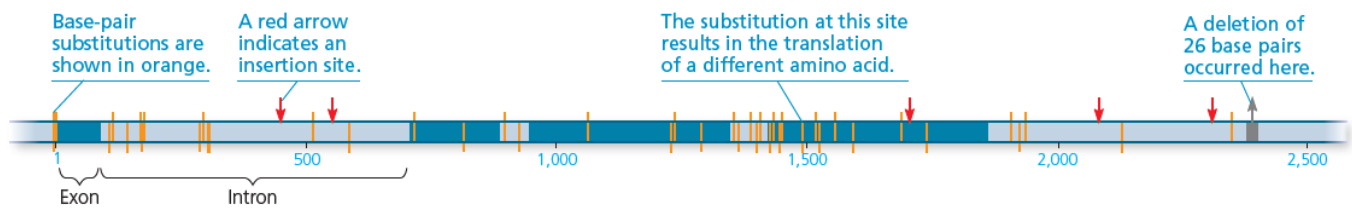
36. Sebuah populasi sedang berada dalam kesetimbangan Hardy-Weinberg. Sebanyak 36% individu dari populasi itu, atau setara dengan 19.440 orang, diketahui memiliki golongan darah O. Sementara itu, sebanyak 4.320 orang bergolongan darah AB.

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

- A. Frekuensi alel golongan darah A lebih tinggi dibandingkan B.
- B. Orang bergolongan darah O berjumlah paling banyak dibandingkan golongan darah lain.
- C. Sebuah biro jodoh berhasil mempertemukan sepasang orang secara acak. Peluang kedua orang tersebut bergolongan darah AB adalah kurang dari 1%.
- D. Persentase individu homozigot lebih tinggi dibandingkan heterozigot.

37. Pada mikroevolusi, mutasi merupakan salah satu faktor yang menyebabkan berubahnya frekuensi alel dalam populasi, terutama jika terjadi pada sel-sel gametogonium atau turunannya. Secara umum, mutasi terjadi secara acak, tetapi dalam perkembangannya terdapat bagian-bagian tertentu dari genom ataupun gen yang menjadi daerah *mutation hot spot*. Daerah ini tercatat memiliki variasi yang tinggi pada populasi dibandingkan daerah lain.

Berkaitan dengan itu, Erlangga mengamati peta mutasi gen *Adh* (pengode enzim alkohol dehidrogenase) dari populasi *Drosophila melanogaster* normal yang ia temui di laboratorium sekolahnya. Berikut hasil yang ia peroleh.

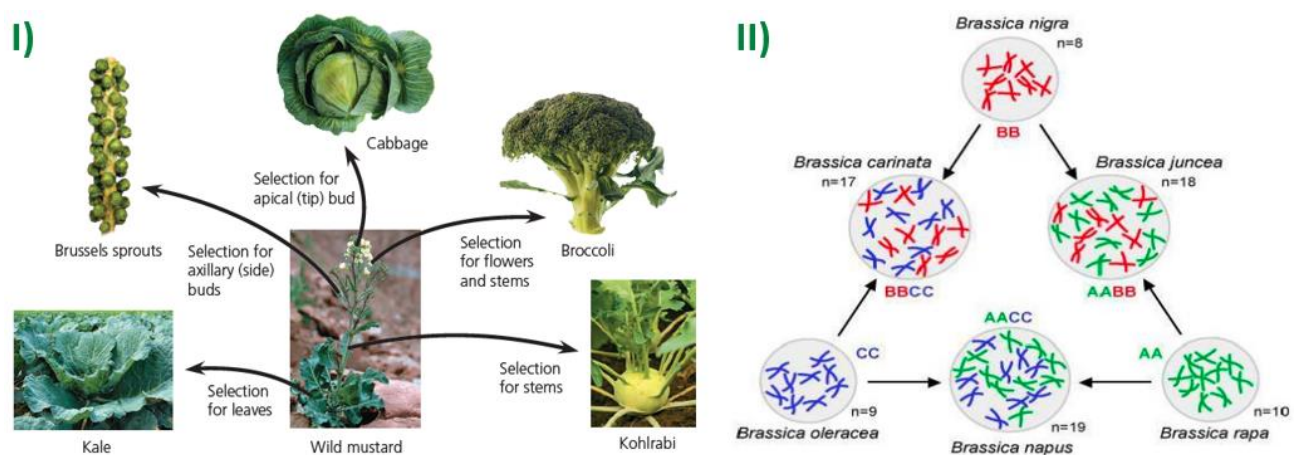


Keterangan: Sekuens gen di atas tidak ditampilkan secara lengkap. Hanya 4 ekson dan intron awal yang ditampilkan.

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

- A. Mutasi yang terjadi pada sel somatik umumnya akan langsung tereliminasi dari populasi yang menggunakan reproduksi seksual.
- B. Dari banyak mutasi di atas, mutasi pada ekson bersifat lebih merugikan dibandingkan mutasi pada intron.
- C. Daerah *mutation hot spot* kemungkinan memiliki fungsi penting dari gen tersebut.
- D. Anda menemukan ada 10 titik mutasi pada gen X dari suatu populasi. Jika setiap kombinasi mutasi dianggap alel berbeda, maksimal terdapat 1024 alel dari gen X pada populasi tersebut.

38. Domestikasi merupakan proses mengadopsi spesies liar ke lingkungan hidup sehari-hari. Peristiwa ini didukung oleh proses alami maupun campur tangan manusia. Salah satu organisme terdomestikasi yang umum kita jumpai adalah *Brassica oleracea* atau kubis/kol. Spesies ini disilangkan intraspesies sehingga menghasilkan banyak produk seperti kale, *brussel sprout*, brokoli, dan sebagainya. Produk-produk tersebut berasal dari proses *selective breeding* untuk memfokuskan bagian mana dari tanaman yang akan dipanen. Selain itu, persilangan antar-spesies juga dilakukan baik secara alami maupun artifisial menghasilkan spesies-spesies baru, seperti yang tertera pada gambar berikut.

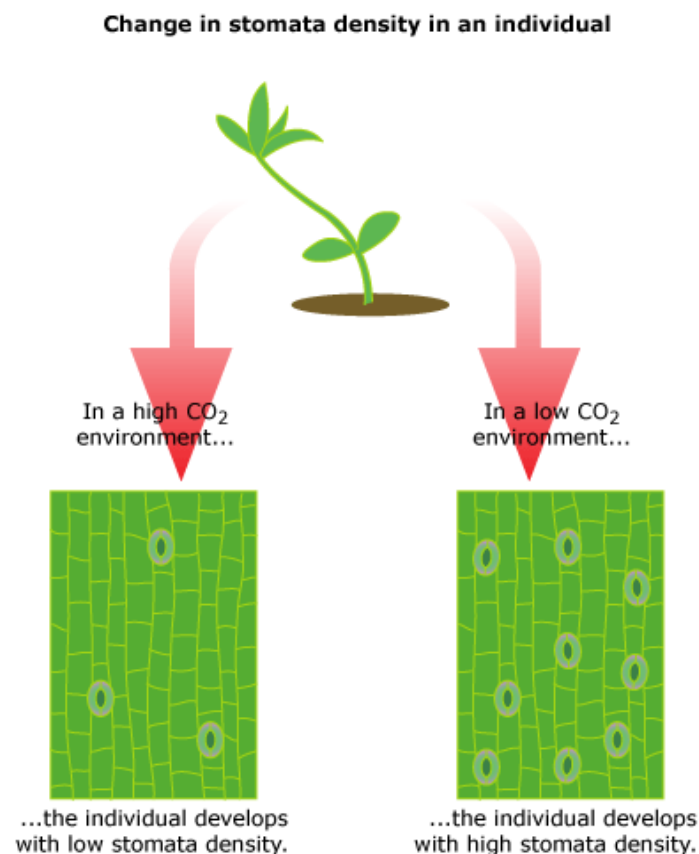


Keterangan: I) Persilangan intraspesies yang menghasilkan berbagai produk; II) Persilangan antar-spesies yang melibatkan *B. oleracea* (Rahman, 2019).

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

- A. Berdasarkan konsep spesies biologis, persilangan antara brokoli dan kohlrabi akan menghasilkan keturunan yang fertil.
- B. Produk-produk di gambar I umumnya memiliki perbedaan pada ekspresi gen, genotipe, dan jumlah kromosom.
- C. Persilangan yang menghasilkan *B. carinata*, *B. napus*, dan *B. juncea* harus diikuti dengan replikasi DNA tanpa sitokinesis agar menghasilkan kromosom homolog.
- D. Persilangan *B. nigra* dengan *B. rapa* perlu melewati sawar (*barrier*) prazigotik maupun pascazigotik untuk menghasilkan spesies baru.

39. Perhatikan gambar berikut!



Pada gambar di atas, individu tanaman A diletakkan pada lingkungan dengan kadar CO₂ yang berbeda. Pada kadar CO₂ tinggi, daun-daun baru yang tumbuh memiliki jumlah stomata yang lebih sedikit dibandingkan ketika diletakkan di lingkungan dengan kadar CO₂ yang lebih rendah.

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

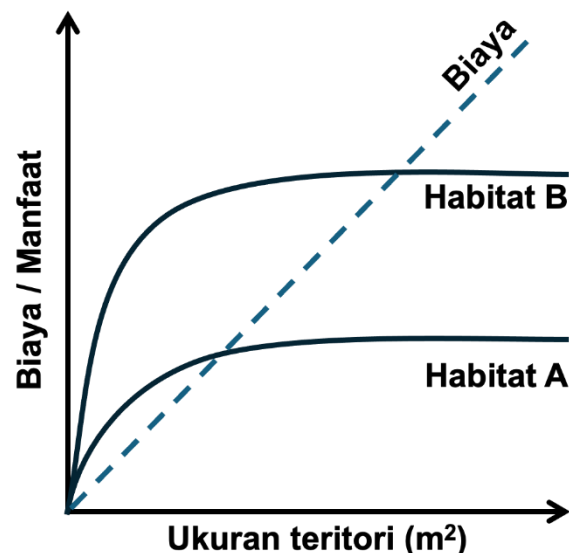
- A. Gambar dan keterangan di atas menunjukkan proses evolusi yang bekerja pada individu tanaman A.
 - B. Terjadi perubahan genotipe pada individu tanaman A yang mengakibatkan berubahnya jumlah stomata pada daun.
 - C. Proses serupa juga terjadi pada *Daphnia* ketika terjadi peningkatan tekanan predasi. Struktur-struktur defensif akan tumbuh pada individu-individu *Daphnia*. Ketika tekanan predasi hilang, struktur-struktur defensif tadi akan mengecil hingga hilang.
 - D. Kemampuan organisme untuk menghasilkan fenotipe-fenotipe berbeda sesuai dengan kondisi lingkungannya, seperti pada contoh di atas, memiliki basis genetik.
40. Cheetah (*Acinonyx jubatus*), yang dikenal sebagai hewan darat tercepat, berjumlah kurang dari 20.000 individu pada rentang distribusinya di sub-Sahara Afrika yang semakin mengecil. Terdapat dua subspecies cheetah, *A. jubatus jubatus* di Afrika bagian Selatan dan *A. jubatus raineyi* di Afrika bagian timur. Secara konservasi, cheetah digolongkan sebagai hewan *endangered*/terancam punah. Upaya untuk mengembangbiakkan cheetah juga mengalami kesulitan, sehingga dilakukan berbagai analisis reproduktif dan genetik dari spesies tersebut. Belakangan diperkirakan bahwa populasi cheetah telah mengalami *bottleneck*/leher botol yang diikuti oleh *inbreeding*.

Tentukan apakah pernyataan berikut mendukung hipotesis bahwa cheetah telah mengalami *bottleneck* dan *inbreeding* (B) atau tidak (S)!

- A. Di masa Pleistosen dan Pliosen terdapat minimal empat spesies paleontologi (hanya ada bukti fosil), dan empat subspecies yang memiliki persebaran di Amerika Utara, Eropa, Asia, dan Afrika.
- B. Variasi molekuler RFLP untuk lokus MHC, yaitu salah satu lokus paling polimorfik di mamalia, pada kedua subspecies cheetah saat ini jauh lebih tinggi dibandingkan spesies-spesies lainnya.
- C. Variasi protein sel dan karakteristik morfologi dari tengkorak cheetah saat ini menunjukkan tingkat variasi yang setara dengan galur murni tikus laboratorium.
- D. Saat ini cheetah memiliki spermatozoa yang normal, fekunditas meningkat, serta mortalitas anakan rendah.

ETOLOGI

41. Seekor burung pemakan buah mempertahankan teritorinya yang berisi banyak pohon berbuah. Grafik berikut menunjukkan manfaat energi yang diperoleh dari perilaku ini dalam dua habitat yang berbeda (A dan B) dan biaya yang dikeluarkan untuk mempertahankan kedua teritori tersebut (garis putus-putus).



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

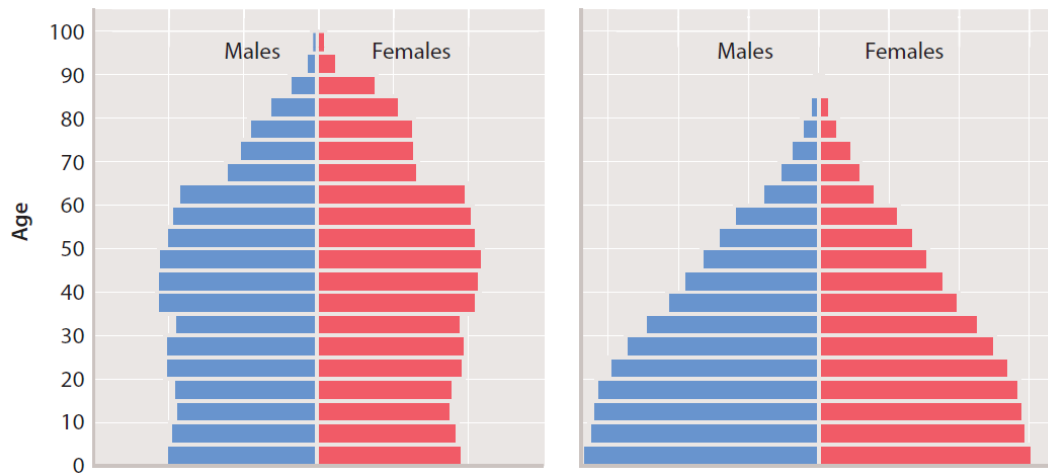
- A. Habitat A memiliki lebih banyak kompetitor daripada habitat B.
 - B. Habitat A akan lebih banyak dikunjungi hanya jika makanan di habitat B sudah habis.
 - C. Habitat B memiliki lebih banyak pohon buah daripada habitat A.
 - D. Habitat B akan lebih banyak dikunjungi hanya jika predator di habitat A lebih banyak.
42. Pada Ayam (*Gallus gallus*), terdapat perilaku *pecking order*, yaitu perilaku mematuk akan dilakukan oleh anak ayam dan ayam dengan dominansi tertinggi akan ditentukan oleh proses saling mematuk ini. Dominansi ini lalu menentukan urutan makan dari ayam hingga dewasa.

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

- A. Perilaku ini akan meningkatkan *fitness* dari setiap individu dalam populasi ayam.
- B. *Pecking order* akan menyebabkan distribusi makanan tidak merata pada setiap ayam.
- C. Kausa proksimat dari perilaku ini adalah untuk meningkatkan *fitness* ayam unggul dan meningkatkan laju reproduksinya.
- D. Perilaku ini termasuk dalam kategori *classical conditioning* yang mengasosiasikan stimulus patukan ayam lain dan ketersediaan makanan.

EKOLOGI

43. Davi diundang oleh Pemerintah Kerajaan Enchancia dan Pemerintah Kerajaan Avalor untuk membahas hasil sensus penduduk yang baru saja diselenggarakan di kedua Kerajaan. Hasil sensus tersebut ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Keterangan: Piramida penduduk dari Kerajaan Enchancia (kiri) dan Kerajaan Avalor (kanan). Grafik batang horizontal mengindikasikan persentase dari penduduk laki-laki (biru) dan perempuan (merah).

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

- Kerajaan Enchancia kemungkinan memiliki situasi sosioekonomi yang lebih baik ketimbang Kerajaan Avalor.
 - Piramida penduduk Kerajaan Avalor cenderung menyerupai piramida penduduk negara Asia seperti Indonesia.
 - Tingkat natalitas di Kerajaan Enchancia lebih tinggi dibandingkan tingkat mortalitasnya.
 - Apabila saat ini jumlah penduduk kedua kerajaan sama, Kerajaan Avalor akan memiliki penduduk lebih banyak dibandingkan Kerajaan Enchancia di tahun berikutnya.
44. Prof. Gitonobel menemukan suatu spesies tumbuhan baru yang ia sebut *Tobiphyta esculenta*. Ia membawa sampel tumbuhan tersebut kepada Anda sebagai koleganya yang tepercaya. Sewaktu berdiskusi dengan beliau, terdapat sedikit perdebatan di antara kalian berdua.

Profesor : "Saya rasa, *T. esculenta* merupakan spesies terseleksi-*r*."

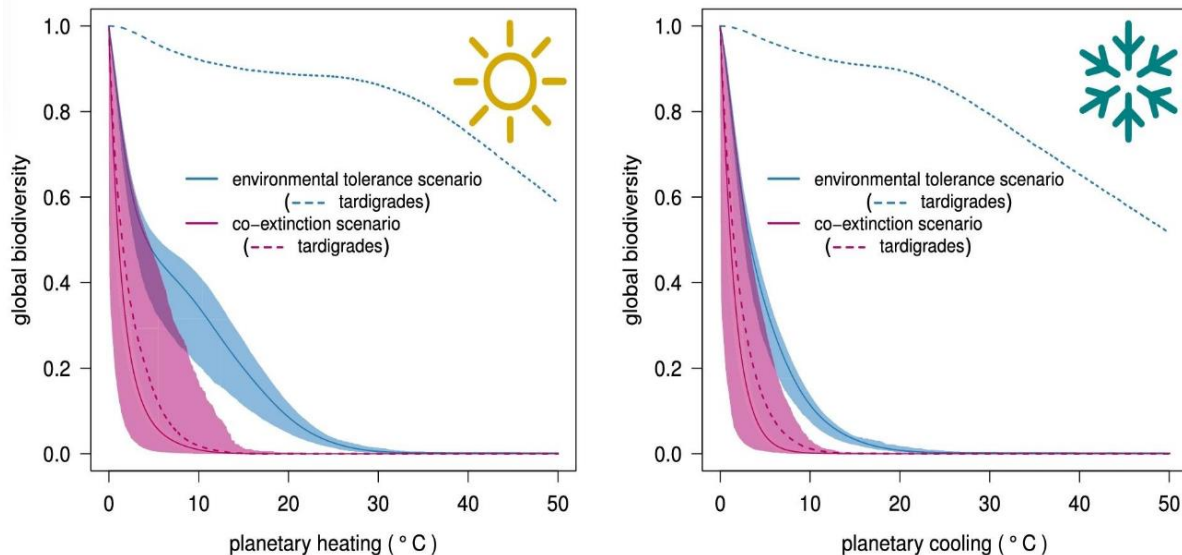
Anda : "Anda keliru. *T. esculenta* merupakan spesies terseleksi-*K*."

Profesor : "Masa, *sih*? Ayo kita buktikan!"

Anda sangat percaya diri bahwa pendapat Anda benar. Oleh karena itu, tentukan apakah karakteristik berikut cenderung mendukung (B) atau tidak mendukung (S) pendapat Anda!

- Tumbuhan ini mengkolonisasi daerah gersang yang belum pernah dihidupi spesies apapun sebelumnya.
 - Tumbuhan ini merupakan tumbuhan dikotil.
 - Tumbuhan ini mengikuti pola pertumbuhan eksponensial.
 - Tumbuhan ini menunjukkan pola reproduksi semelparitas.
45. Perubahan iklim dan aktivitas manusia dapat menyebabkan kepunahan spesies baik melalui mekanisme langsung maupun tidak langsung. Interaksi erat antarorganisme dalam ekosistem dapat menyebabkan kepunahan bersama (*co-extinction*) ketika salah satu anggotanya mati. Sebagai contoh kepunahan suatu spesies tumbuhan dapat menyebabkan herbivora ikut punah karena tidak memiliki alternatif makanan.

Meskipun *co-extinction* didukung oleh latar belakang teori yang kuat, kontribusi peristiwa ini terhadap tingkat kepunahan di dalam ekosistem cukup sulit diukur, terutama dalam skala global. Oleh karena itu, Erin dan timnya melaksanakan sebuah simulasi kepunahan menggunakan 1000 Bumi virtual. Pemanasan atau pendinginan global disimulasikan pada Bumi-Bumi tersebut. Penurunan spesies berdasarkan ada atau tidaknya *co-extinction* pada simulasi lalu dicatat dan disajikan pada grafik berikut.



Keterangan: Grafik kepunahan pada Bumi virtual yang diberi pemanasan global (*planetary heating*) atau pendinginan (*planetary cooling*). Garis solid mewakili nilai rata-rata spesies pada umumnya, sedangkan garis putus-putus menunjukkan penurunan populasi *tardigrade*. Warna biru menunjukkan kepunahan langsung yang disebabkan oleh kegagalan beradaptasi pada perubahan lingkungan, warna ungu menunjukkan kepunahan akibat *co-extinction*.

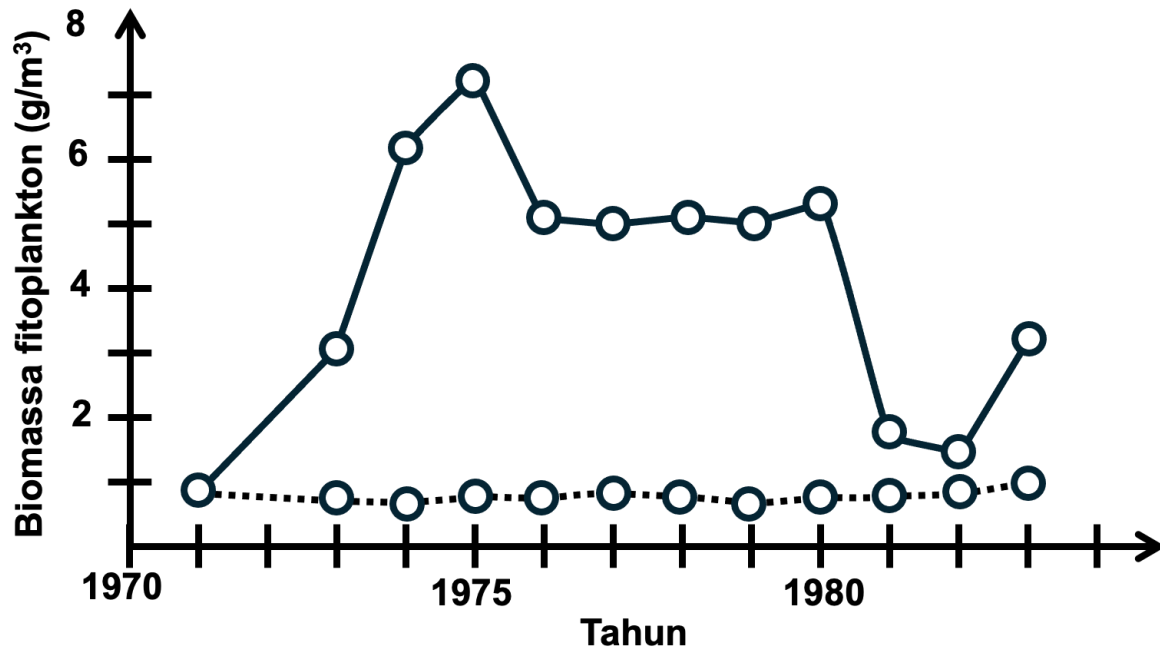
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- A. Kehidupan di Bumi cenderung lebih bisa mentoleransi panas dibandingkan dingin.
- B. Dampak perubahan lingkungan terhadap kepunahan langsung (kegagalan adaptasi) lebih kuat pada pemanasan global dibandingkan pendinginan.
- C. Baik pada suhu tinggi maupun rendah, *Tardigrade* lebih dapat bertahan dibandingkan rata-rata hewan-hewan lain.
- D. Peristiwa *co-extinction* tidak terbukti meningkatkan kepunahan pada perlakuan di atas.

46. Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S) mengenai aliran energi dan peredaran senyawa kimia dalam ekosistem?

- A. Energi yang mengalir dalam ekosistem mengacu kepada energi cahaya yang dikonversi menjadi energi kimia oleh produsen primer.
- B. Jumlah energi yang hilang paling besar terjadi antara konsumen tersier dengan dekomposer.
- C. Masuknya energi dari luar siklus secara berkelanjutan diperlukan karena besarnya energi yang hilang antarorganisme.
- D. Panjangnya rantai makanan ditentukan oleh banyaknya energi yang keluar/terbuang di setiap tingkatan trofik.

47. Grafik berikut menunjukkan hasil eksperimen pemberian nutrisi berlebih pada ekosistem danau selama beberapa tahun. Garis solid menunjukkan level biomassa fitoplankton pada danau yang diberi perlakuan pupuk mengandung unsur C, N, dan P, sedangkan garis putus-putus menunjukkan danau kontrol yang tidak diberi pupuk. Pemberian pupuk dimulai pada tahun 1970 dan berhenti pada tahun 1980.

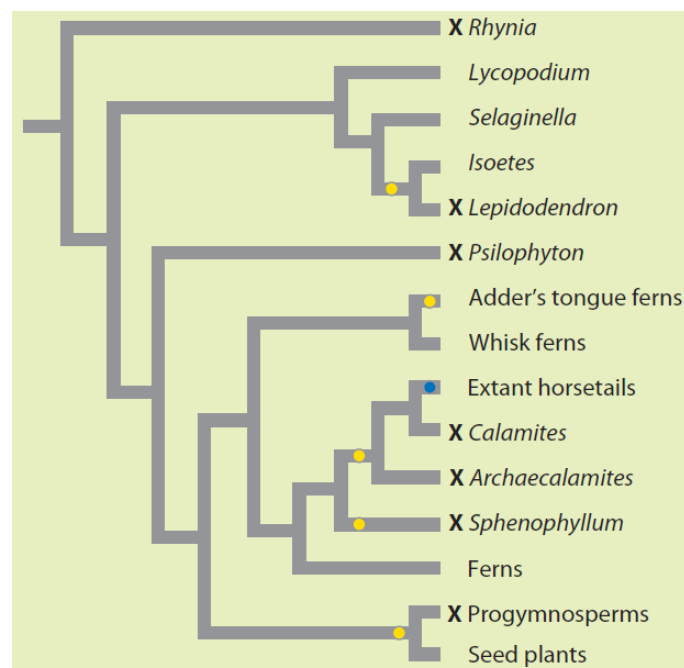


Berdasarkan informasi tersebut, tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

- A. Kedua danau memiliki biomassa yang sama sebelum pemberian pupuk.
- B. Nutrien bukan merupakan faktor pembatas pertumbuhan pada ekosistem danau di atas.
- C. Daya dukung (*carrying capacity*) danau yang diberi pupuk berada di sekitar 5 g/m³.
- D. Selama masa perlakuan, pertumbuhan populasi fitoplankton di danau kontrol adalah nol.

BIOSISTEMATIKA

48. Selain pada tumbuhan berbiji, kambium vaskular juga ditemukan pada beberapa spesies paku. Oleh karena itu, Anda bertanya-tanya, apakah kambium vaskular berevolusi secara independen pada garis-garis keturunan tumbuhan ini? Untuk itu, ia mengamati keberadaan kambium vaskular pada berbagai kelompok tumbuhan yang tersaji pada ilustrasi berikut.

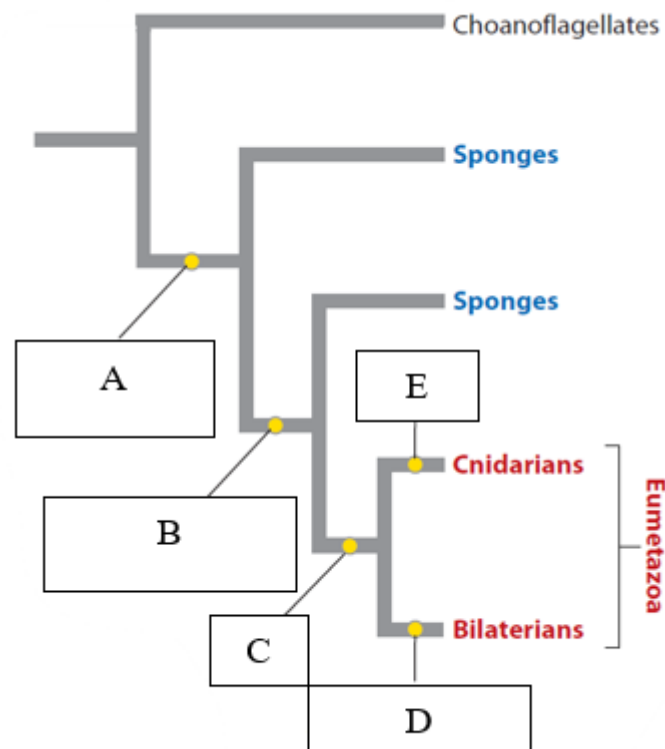


Keterangan: Titik kuning dan biru berturut-turut menandakan kemunculan dan hilangnya kambium vaskular. Taksa yang diberi tanda silang (X) merupakan klad yang sudah punah.

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

- A. Terdapat *trait reversal* dari keberadaan kambium vaskular.
- B. Terdapat evolusi konvergen dari kambium vaskular.
- C. Keberadaan kambium vaskular taksa-taksa di atas dapat diamati sepenuhnya dari sayatan segar organ batang atau akar.
- D. Terdapat sedikitnya satu cabang politomi dari pohon filogenetik di atas.

49. Spons (*Sponges*) merupakan salah satu kelompok yang berdivergensi paling awal dalam evolusi hewan. Akan tetapi, hubungan kekerabatan antara spons dengan hewan lainnya masih diperdebatkan akibat keberagamannya. Salah satu hipotesis kekerabatan tersebut ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Keterangan: Nodus kuning menunjukkan suatu karakter tertentu.

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

- A. Kelompok spons menyusun sebuah klad.
- B. Karakter A merupakan sinapomorfi dari seluruh hewan.
- C. Karakter C menunjukkan keberadaan selom.
- D. Karakter D dan E mewakili simetri tubuh yang berbeda.

50. Tentukan apakah pernyataan berikut benar (B) atau salah (S) mengenai prinsip parsimoni dalam pembuatan pohon filogenetik!

- A. Pohon filogenetik dibuat berdasarkan karakter morfologi fosil karena fosil memberikan penjelasan paling sederhana mengenai evolusi.
- B. Cabang-cabang di pohon filogenetik harus dibuat berdasarkan pada sebanyak mungkin karakter turunan yang dimiliki bersama.
- C. Pohon filogenetik harus memiliki sesedikit mungkin titik percabangan.
- D. Pohon filogenetik harus memiliki sesedikit mungkin perubahan evolusioner baik dalam hal urutan DNA maupun karakter morfologi.