



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
PUSAT PRESTASI NASIONAL**

**KOMPETISI SAINS NASIONAL TINGKAT PROVINSI
BIDANG BIOLOGI**

**SELEKSI CALON PESERTA
INTERNATIONAL BIOLOGY OLYMPIAD (IBO)
TAHUN 2021**

PETUNJUK:

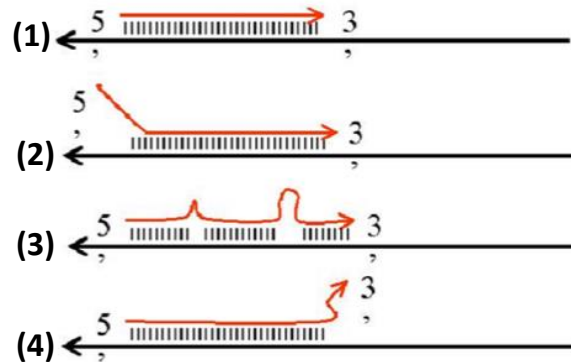
1. Isilah nama dan asal sekolah anda pada lembar jawaban.
2. Soal ini berjumlah **50 nomor** dengan masing-masing **empat pernyataan** yang perlu ditentukan apakah **Benar (B)** atau **Salah (S)**. Tiap pernyataan yang dijawab dengan tepat akan mendapatkan nilai **1**.
3. **Tuliskan jawaban anda dengan memberi tanda silang di kotak 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
2020**

BIOLOGI SEL DAN MOLEKULER

1. *Polymerase Chain Reaction* (PCR) merupakan teknik biologi molekuler yang umum digunakan untuk tujuan isolasi gen, mutagenesis, dan lain sebagainya. Gambar di bawah ini adalah skema penempelan primer pada fragmen DNA/cDNA cetakannya.



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

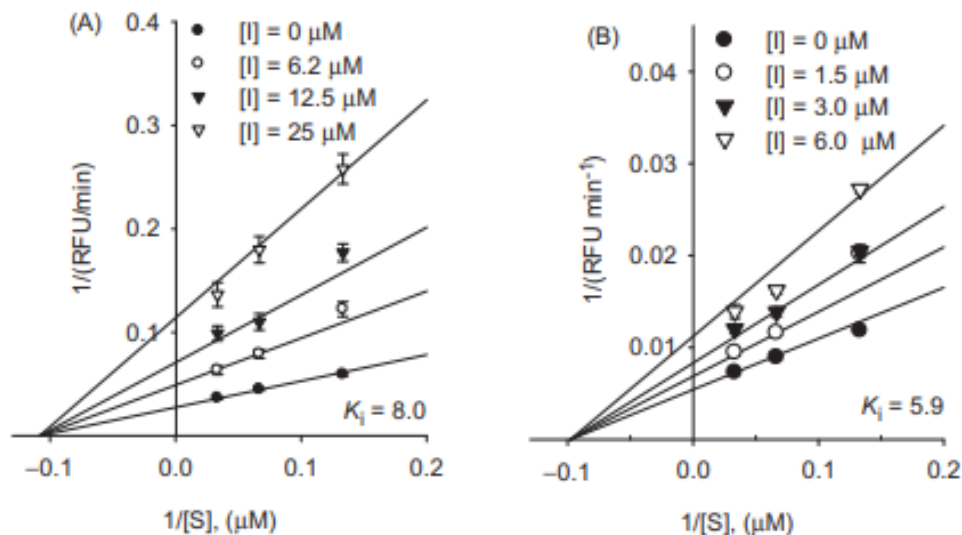
- A. Primer (1) umum digunakan untuk amplifikasi fragmen, dengan hasil PCR yang memiliki urutan nukleotida identik dengan *template*.
 - B. Primer (2) umum digunakan untuk amplifikasi fragmen dan menyertakan sisi restriksi pada ujung 5' untuk mempermudah insersi ke dalam vektor plasmid.
 - C. Primer (3) umum digunakan untuk mengubah beberapa nukleotida pada fragmen hasil amplifikasi.
 - D. Primer (4) umum digunakan untuk amplifikasi fragmen dan menyertakan sisi restriksi pada ujung 3' untuk mempermudah insersi ke dalam vektor plasmid.
2. Bakteriofaga diketahui dapat bereplikasi pada tahap lisogenik (tahap profaga) ataupun litik. Kedua proses ini dikontrol oleh dua regulator transkripsi yaitu *c1* dan *Cro* yang dikode oleh gen dari virus tersebut. Pada tahap lisogenik, *c1* diekspresikan; pada tahap litik, *Cro* diekspresikan. Selain meregulasi gen-gen lain yang terlibat, *c1* mampu menekan ekspresi gen *Cro*, dan begitu juga sebaliknya, seperti diilustrasikan pada Gambar di bawah ini. Diketahui juga bahwa penyinaran UV mengakibatkan degradasi protein *c1*.



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

- A. Bila dilakukan penyinaran UV, virus akan berada pada tahap lisogenik.
- B. Bila setelah dilakukan penyinaran UV, kultur bakteri mengandung virus tersebut dikembalikan ke tempat gelap, maka virus akan berada pada tahap litik.
- C. Protein *c1* dan *Cro* dapat terekspresi bersamaan minimal pada salah satu tahap replikasi virus (litik atau lisogenik).
- D. *Knock out* gen *c1* memiliki efek yang sama dengan perlakuan tanpa UV terhadap tahap replikasi virus.

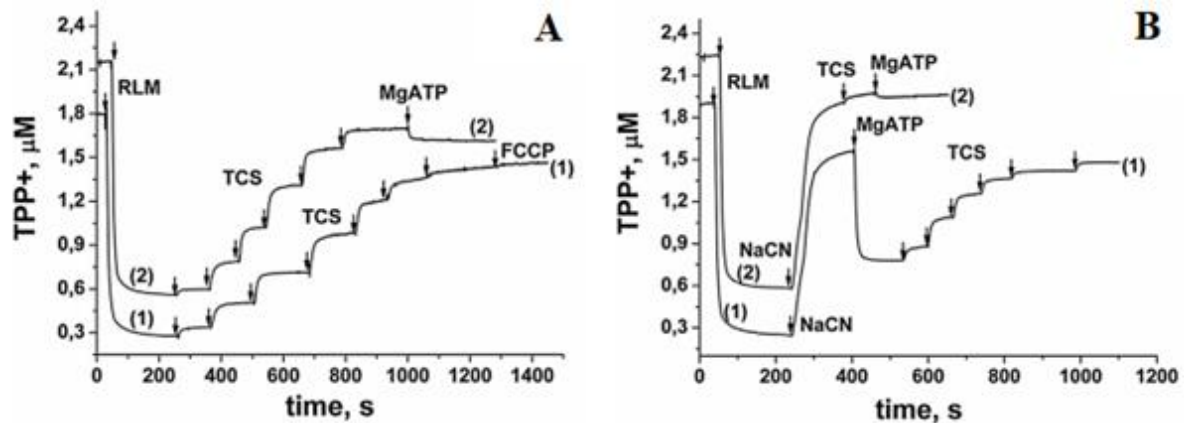
3. Baim ingin mengevaluasi kemampuan sejumlah senyawa polifenol yang diekstrak dari tanaman *mullberry*, *Broussonetia papyrifera*, terhadap protease milik SARS-CoV, kelompok Coronavirus penyebab SARS. Ia mengekspresikan gen protease PL^{pro} milik SARS-CoV pada *E. coli* lalu menambahkan senyawa (A) dan (B) pada berbagai konsentrasi. Hubungan antara laju proteolisis (RFU/min) dengan konsentrasi substrat [S] (μM) digambarkan dalam plot Lineweaver-Burk ($1/(\text{RFU}/\text{min})$ vs $1/[\text{S}]$) di bawah ini.



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

- Pada konsentrasi enzim tetap, peningkatan konsentrasi substrat akan meningkatkan laju reaksi enzimatik secara linear terus-menerus.
 - Pada konsentrasi inhibitor (A) sebesar 6.2 μM , proteolisis oleh PL^{pro} memiliki laju maksimum sekitar 20 RFU/min.
 - Senyawa (A) dan (B) menurunkan laju proteolisis oleh PL^{pro} namun tidak menurunkan afinitas PL^{pro} terhadap substrat.
 - Senyawa (A) dan (B) keduanya merupakan inhibitor kompetitif bagi PL^{pro} milik SARS-CoV.
4. Triklosan (TCS) banyak digunakan sebagai senyawa antibakteri (misalnya dalam pasta gigi), namun pada konsentrasi rendah dapat menyebabkan gangguan fungsi mitokondria. Selain berdampak kepada produksi ATP, gangguan mitokondria juga meningkatkan kadar radikal oksigen bebas dan protein pemicu apoptosis.

Untuk mempelajari ini, Titis mengisolasi mitokondria dari tikus galur Wistar lalu menginkubasi isolat tersebut dengan substrat dari kompleks I rantai transpor elektron (5 mM piruvat dan 5 mM malat) atau dengan substrat dari kompleks II (5 mM suksinat dalam kehadiran 2 μM rotenon). Titis mengukur perubahan potensial membran dalam mitokondria ($\Delta\Psi\text{m}$) menggunakan elektroda sensitif TPP⁺. Peningkatan konsentrasi TPP⁺ menunjukkan penurunan nilai $\Delta\Psi\text{m}$ karena artinya ion TPP⁺ berhasil melintasi membran.



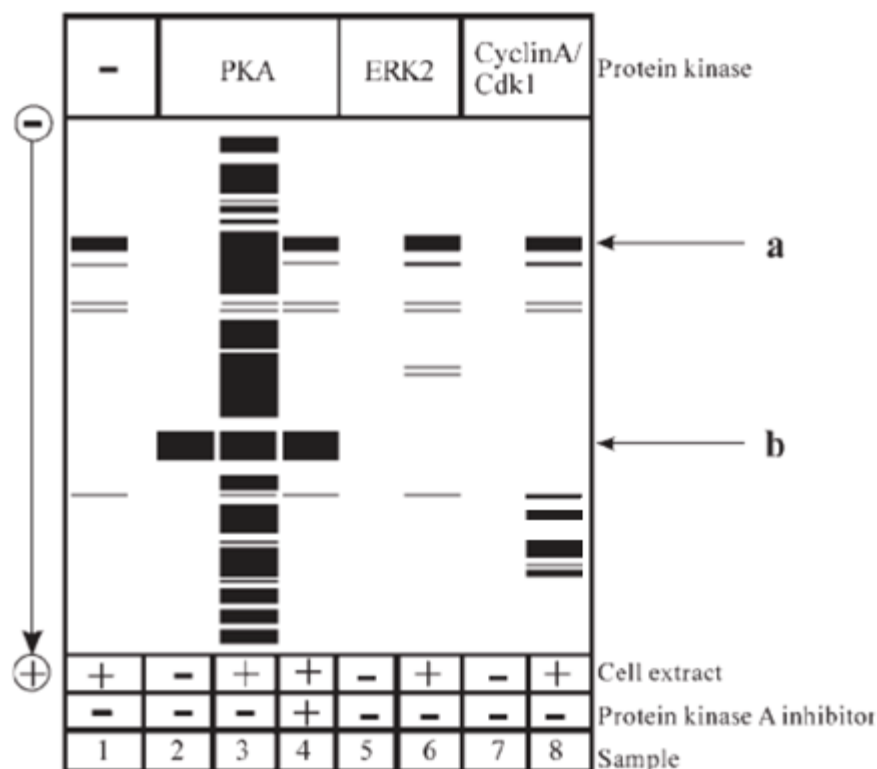
- Garis (1) = Inkubasi isolat mitokondria dengan substrat dari kompleks I
 Garis (2) = Inkubasi isolat mitokondria dengan substrat dari kompleks II
 ↓ TCS = Penambahan 2 μM triklosan
 ↓ MgATP = Penambahan 2 mM MgATP
 ↓ FCCP = Penambahan 1 μM FCCP, suatu agen *uncoupler*
 ↓ NaCN = Penambahan 2 mM NaCN, inhibitor transfer elektron ke oksigen

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

- $\Delta\Psi_m$ dapat dihasilkan dari pemompaan proton melewati kompleks I dan II selama proses transpor elektron melewati kedua kompleks tersebut.
- TCS memicu hilangnya $\Delta\Psi_m$ pada mitokondria dengan intensitas yang meningkat seiring dengan konsentrasi, baik pada kompleks I maupun II.
- MgATP dapat mengembalikan $\Delta\Psi_m$ yang hilang akibat penambahan NaCN namun efek ini tidak berlaku jika TCS ditambahkan sebelum MgATP.
- Penambahan TCS kemungkinan besar tidak mengganggu produksi ATP dan konsumsi oksigen.

- Fosforilasi protein oleh protein kinase adalah mekanisme penting dalam regulasi aktivitas protein. Protein Kinase A (PKA) adalah kinase pertama yang ditemukan dan telah dikarakterisasi dengan baik. Penelitian di bawah ini menganalisis fosforilasi protein-protein di dalam sel oleh PKA dan protein kinase lainnya secara *in vitro*. PKA dan protein kinase lainnya bekerja dengan memfosforilasi residu asam amino spesifik (tertentu) pada protein target. Suatu antibodi diproduksi untuk mengenali bentuk terfosforilasi dari peptida ini (**antibodi substrat fosfo-PKA**).

Gambar berikut menunjukkan hasil perlakuan pencampuran ekstrak sel secara *in vitro* dengan PKA, baik tanpa adanya (Sampel 3) atau dengan adanya (Sampel 4) inhibitor PKA (PKI). Sebagai perbandingan, dua protein kinase lainnya, yaitu kinase 2 (ERK2; sampel 6) dan kompleks *CyclinA/Cdk1* (sampel 8) juga diuji dengan ekstrak sel yang sama. Campuran tanpa ekstrak sel (Sampel 2, 5, dan 7) berfungsi sebagai kontrol. Setelah inkubasi, sampel dimasukkan ke elektroforesis gel SDS-poliakrilamida dan analisis *Western blot* menggunakan antibodi substrat fosfo-PKA.



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

- PKA juga mengalami fosforilasi pada percobaan ini.
- ATP berlabel radioaktif harus ditambahkan ke dalam campuran reaksi untuk mendeteksi fosforilasi protein pada percobaan ini.
- Ekstrak sel memiliki protein terfosforilasi walaupun tidak ada PKA, ERK2, dan CyclinA/Cdk1 yang bekerja.
- ERK2 dan CyclinA/Cdk1 memfosforilasi protein yang sama.

- Embryonic stem (ES) cells have the ability to self-renew and differentiate into all three germ layers, namely, endoderm, mesoderm, and ectoderm. It has been reported that pluripotency-specific transcription factor network controls the pluripotency of ES cells. Moreover, the pluripotency of ES cells could be attributed to the unique characteristics of the chromatin in ES cells. Recent reports have indicated that energy metabolism plays an important role in the regulation of stem cell characteristics. In this study, Asashima and co-workers performed an analysis proteomically to explore the novel mechanisms underlying the maintenance of pluripotency in ES cells.

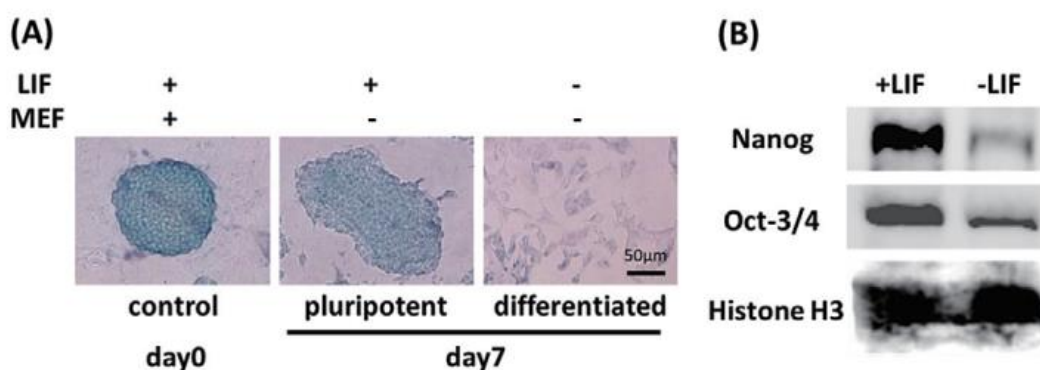


Figure 6A. Expression of pluripotency-specific markers in cells used for proteomic analysis. **(A)** Alkaline phosphatase activity in mouse ES cells cultured in the presence or absence of LIF for 7 days. Cells with alkaline phosphatase activity are stained in blue. **(B)** An analysis of chromatin-binding proteomic-part extracted from mouse ES cells cultured in the presence or absence of LIF for 7 days. MEF: mouse embryonic feeder cells.

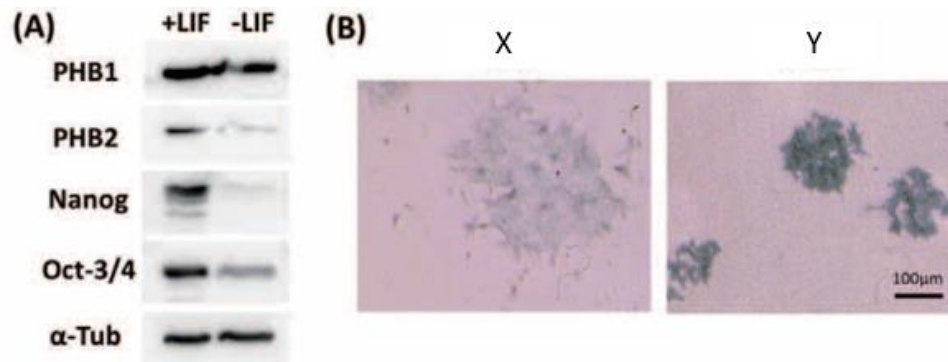
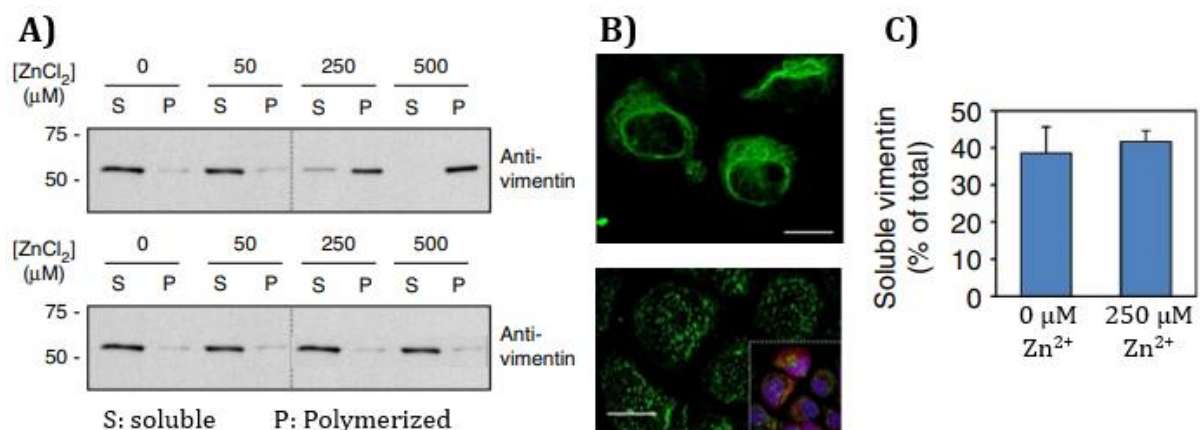


Figure 6B. The expression of PHB2 in pluripotent ES cells. **(A)** Blotting result extracted from mouse ES cells cultured in the presence or absence of LIF for 7 days were analyzed. **(B)** Alkaline phosphatase activity in either the PHB2-overexpressing cells or control vector-transfected cells (mock) cultured in the absence of LIF for 7 days was analyzed. Cells with alkaline phosphatase activity were stained in blue.

Indicate if each of the following statement is True (B) or False (S)!

- Data displayed in Fig. 1B and Fig. 2A was obtained from Northern blotting.
- Overexpressing Nanog will be beneficial to maintain the stock of ES cells.
- Histon H3 and α-Tub are both served as housekeeping genes.
- X indicates the PHB2-overexpressing cells.

- Vimentin merupakan salah satu kelas filamen intermediet (IF) yang diekspresikan pada *mesenchymal stem cell* (MSC). Protein ini umum digunakan sebagai marka diferensiasi MSC. Vimentin ditemukan berada di sekitar inti sel, retikulum endoplasma, dan mitokondria. Rizki melakukan penelitian untuk mengetahui peran Zn^{2+} pada polimerisasi vimentin dan diferensiasi sel epitel menjadi sel mesenkim (*epithelial to mesenchymal transition*/EMT). Ia memberi perlakuan dengan beberapa konsentrasi Zn^{2+} pada sel mesenkim *wildtype* (wt) dan sel mutan gen transporter Zn (Δznt). Sebagai pembandingan, ia juga melakukan pengamatan vimentin murni secara *in vitro*. Berikut hasil yang diperoleh.

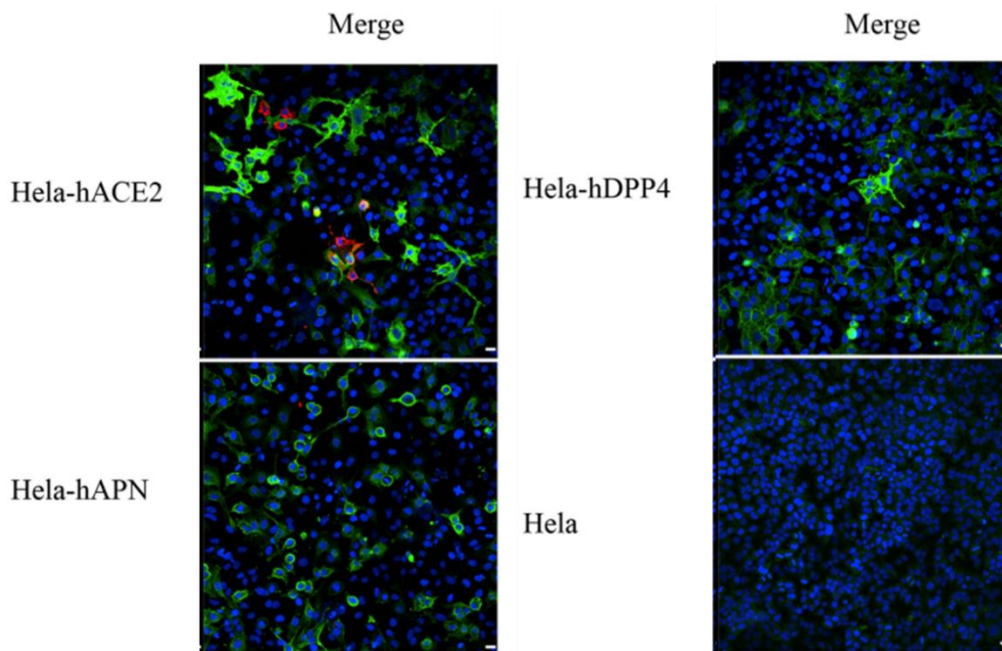


Keterangan: **A)** western blotting sel mesenkim wt (atas) dan Δznt (bawah); **B)** fluorosensi polimer vimentin wt (atas) dan Δznt (bawah); **C)** jumlah relatif monomer vimentin *in vitro*.

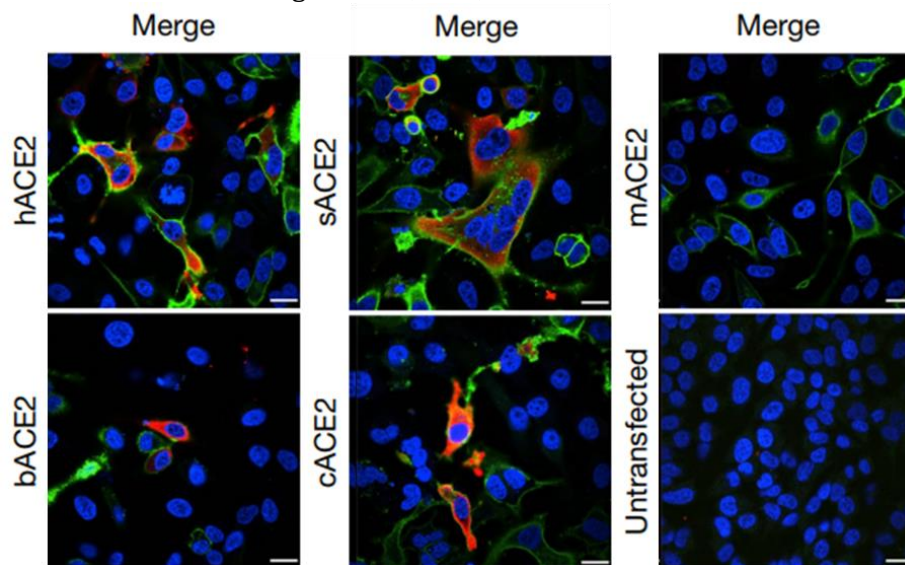
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- A. Vimentin tidak diekspresikan pada sel mutan Δznt .
- B. Ion Zn^{2+} berperan dalam meningkatkan polimerisasi vimentin baik pada sel wt maupun Δznt .
- C. Vimentin terdistribusi acak di sitoplasma pada sel tanpa Zn^{2+} .
- D. Polimerisasi vimentin pada medium *in vitro* dapat terjadi secara spontan tanpa Zn^{2+} .

8. Virus membutuhkan inang berupa sel hidup agar mampu memperbanyak diri. COVID-19 merupakan salah satu penyakit akibat virus yang memperbanyak diri di dalam sel manusia. Virus penyebab COVID-19 disebut CoV (virus korona) yang diduga masuk ke dalam sel manusia melalui reseptor ACE2 (*Angiotensin Converting Enzyme 2*), APN (*aminopeptidase N*), dan/atau DPP4 (*dipeptidyl peptidase 4*). Selain itu, virus ini diduga berasal dari kelelawar atau tikus. Berikut merupakan hasil pengamatan terkait mekanisme CoV masuk ke dalam manusia dan beberapa hewan lain. Warna biru menunjukkan nukleus, warna hijau menunjukkan salah satu dari reseptor (hACE2, hDPP4 atau hAPN), dan warna merah menunjukkan keberadaan virus intrasel.



Gambar 8A. Hasil percobaan pada sel HeLa manusia yang ditransformasikan plasmid pengode gen ACE2, APN, atau DPP4.



Gambar 8B. Hasil percobaan pada sel HeLa manusia dan beberapa hewan lain. bACE2: Kelelawar, sACE2: babi, cACE2: musang, mACE2: tikus.

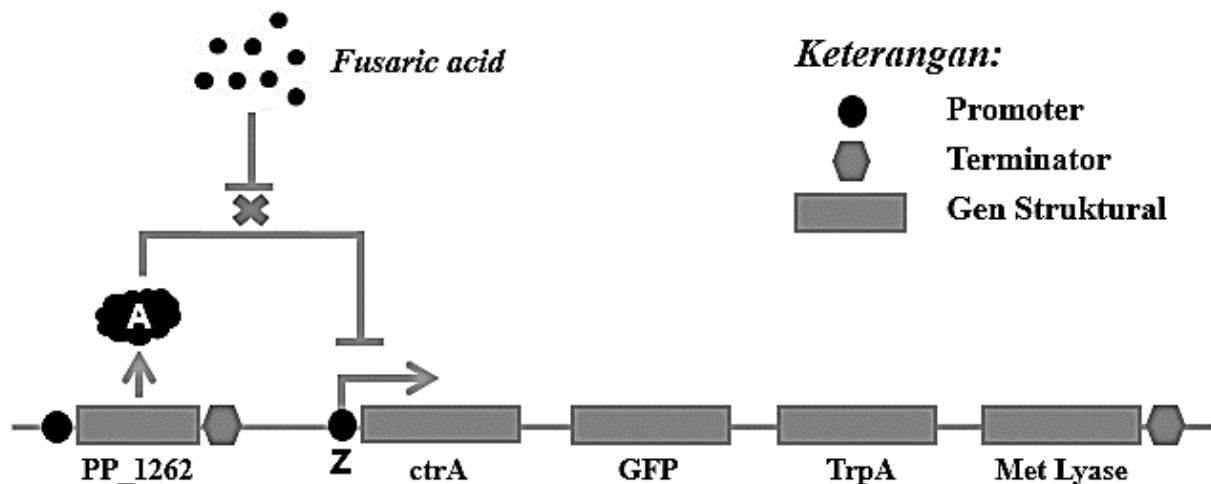
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- CoV penyebab COVID-19 tidak hanya memanfaatkan ACE2 untuk memasuki sel manusia.
- Overekspresi APN dan DPP4 yang disertai dengan inhibisi total ekspresi ACE2 dapat meningkatkan infeksi virus COVID-19.
- Kelelawar maupun tikus yang terinfeksi virus CoV tidak akan menunjukkan gejala sehingga cukup efektif menjadi *reservoir* (perantara) langsung ke manusia
- CoV penyebab COVID mampu menginfeksi tubuh babi maupun musang.

9. Perusahaan pisang tempat Abiyyu bekerja tiba-tiba terkena wabah jamur *Fusarium* yang membuat tanaman pisang mati. Diketahui, *c* selalu mengeluarkan senyawa *fusaric acid* secara terus menerus (konstitutif). Abiyyu sebagai ketua laboratorium genetika di perusahaan tersebut segera mendesain suatu sistem untuk melawan jamur *Fusarium* menggunakan bakteri *Escherichia coli* rekombinan. Kriteria bakteri rekombinan yang digunakan harus sesuai dengan aspek-aspek berikut:

- Bakteri rekombinan tersebut harus dapat mendeteksi ada tidaknya *Fusarium* di lingkungannya.
- Bakteri tersebut tersebut harus secara spesifik membunuh *Fusarium*.
- Bakteri tersebut hanya boleh hidup dan tumbuh ketika di lingkungan terdapat *Fusarium*.

Abiyyu dengan percaya diri mengajukan desain sistem yang akan ditransformasikan ke *E. coli* sebagai berikut.

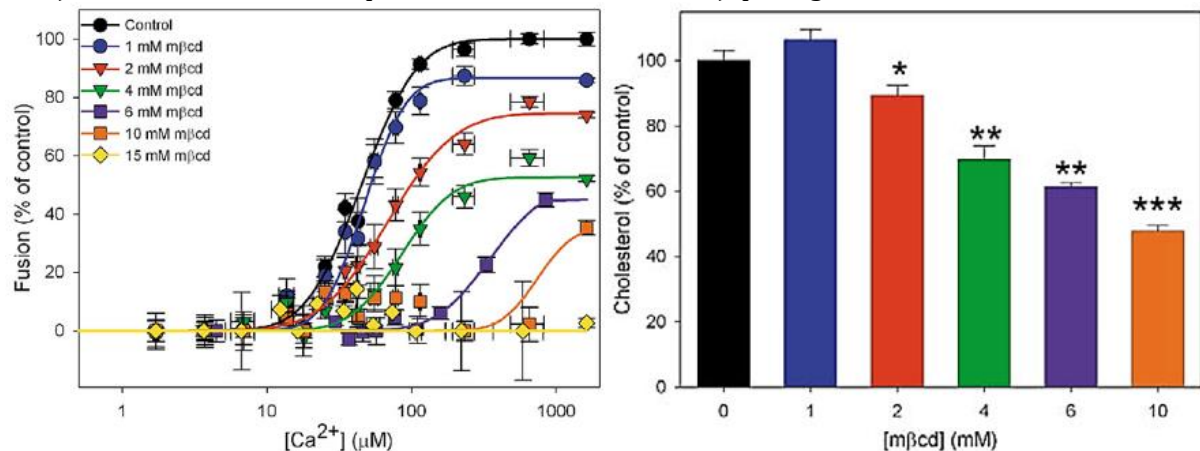


Gen	Fungsi
<i>PP_1262</i>	Menghasilkan protein A
<i>ctrA</i>	Menghasilkan enzim untuk mengubah <i>fusaric acid</i> menjadi senyawa yang berfungsi untuk sinyal apoptosis jamur genus <i>Fusarium</i> .
<i>GFP</i>	Menghasilkan protein yang berpendar hijau
<i>TrpA</i> dan <i>Met Lyase</i>	Gen-gen yang sangat esensial berturut-turut untuk jalur biosintesis triptofan dan metionin. Tanpa kedua gen ini, bakteri tidak dapat tumbuh

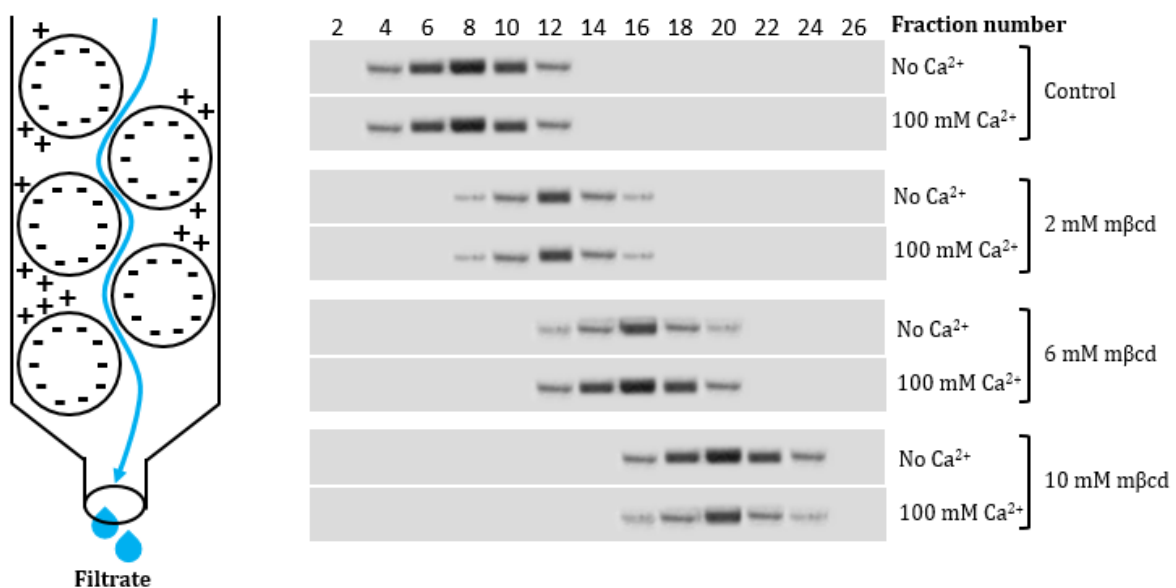
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- Sistem yang didesain Abiyyu memiliki regulasi yang identik dengan operon Trp.
- Bakteri rekombinan akan berpendar hijau pada media minimum yang diberi *fusaric acid*.
- Kriteria (iii) hanya akan berjalan jika *E. coli* yang digunakan sebagai inang tidak memiliki gen *TrpA* dan *Met Lyase* fungsional dalam genomnya.
- Gen *ctrA* dan *GFP* harus memiliki kodon start dan stop masing-masing, sekaligus juga harus terletak di sisi *upstream* dari gen *TrpA* dan *Met Lyase* agar fungsional.

10. Timothy melakukan penelitian untuk mencari tahu peran kalsium (Ca^{2+}) dan kolesterol dalam fusi vesikel. Ia membuat vesikel sintetik dengan bahan fosfolipid dan kolesterol. Kemudian ia melakukan fusi vesikel-vesikel tersebut pada medium dengan konsentrasi Ca^{2+} berbeda dan dengan penambahan *methyl- β -cyclodextrin* (m β cd). Data kemampuan fusi antar vesikel sintetik dan jumlah relatif kolesterol pada membran vesikel tersaji pada gambar berikut.



Timothy juga mengambil data mengenai integritas membran vesikel terhadap perlakuan Ca^{2+} dan m β cd dengan menggunakan metode kromatografi kolom tukar-kation. Ia mendesain vesikel sintetiknya berisi oligopeptida glutamat (bermuatan negatif) dengan berat 2 kDa dan memasukkan suspensi vesikel tersebut ke dalam kolom kromatografi. Filtrat hasil kromatografi diseparasi dengan SDS-PAGE untuk melihat oligopeptida berada pada fraksi ke berapa. Berikut gambaran kromatografi kolom tukar-kation dan hasil SDS-PAGE yang didapatkan Timothy.

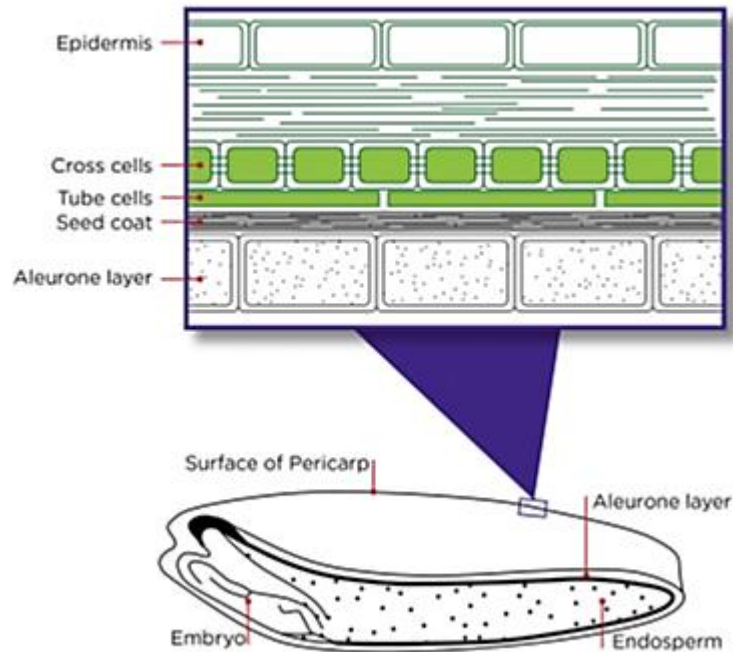


Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- Ion Ca^{2+} hanya berperan dalam meningkatkan efektivitas fusi antar vesikel dan tidak mempengaruhi integritas membran.
- Kandungan kolesterol yang tinggi pada membran meningkatkan efektivitas fusi vesikel tetapi menyebabkan vesikel tersebut menjadi bocor.
- Penambahan m β cd berefek pada peningkatan integritas membran.
- Jika vesikel berisi oligopeptida (tanpa m β cd) diberi perlakuan suhu tinggi, maka pita SDS-PAGE akan muncul pada nomor fraksi yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan suhu yang lebih rendah.

ANATOMI DAN FISILOGI TUMBUHAN

11. Perhatikan gambar skema bulir gandum berikut ini.



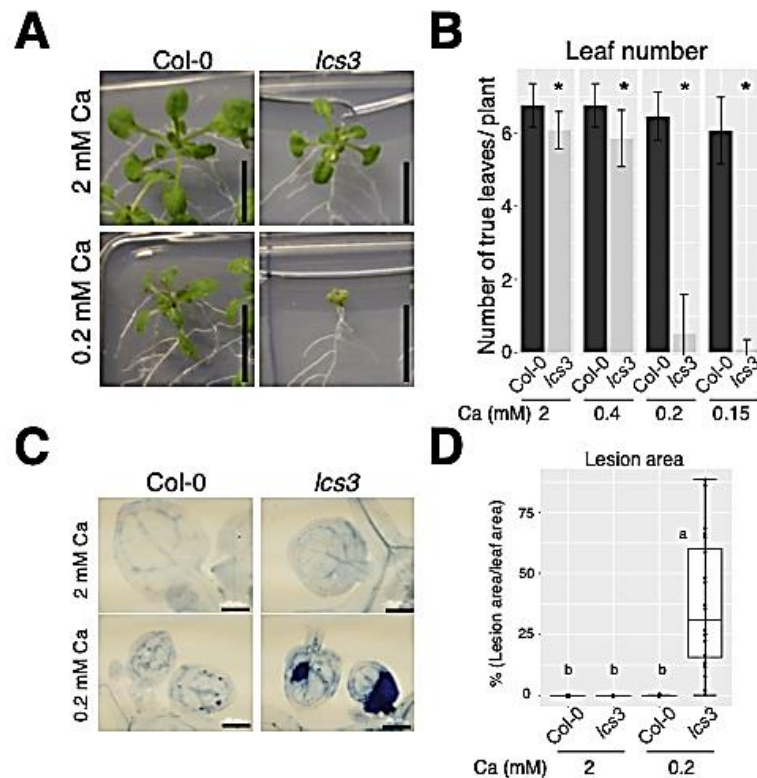
Peneliti menganalisis genom yang menunjukkan gen-gen pengkode enzim metabolisme C4 pada tanaman gandum. Gen-gen ini diekspresikan sangat spesifik pada jaringan di perikarp dan endosperma gandum. Hasil pelabelan dengan antibodi menunjukkan bahwa PEP karboksilase ditemukan pada lapisan aleuron dan endosperma.

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

- A. Struktur yang ditunjukkan di atas merupakan contoh buah yang bersatu dengan biji (buah kariopsis).
- B. Jaringan epidermis hingga lapisan aleuron pada bulir gandum bersifat diploid dan identik dengan jaringan somatik induk betinanya.
- C. Lapisan aleuron merupakan tempat enzim-enzim proteolitik yang diperlukan untuk mengurai polimer cadangan makanan.
- D. Ekspresi gen PEP karboksilase di biji merupakan indikasi kuat bahwa tanaman gandum menggunakan jalur fotosintesis C4.

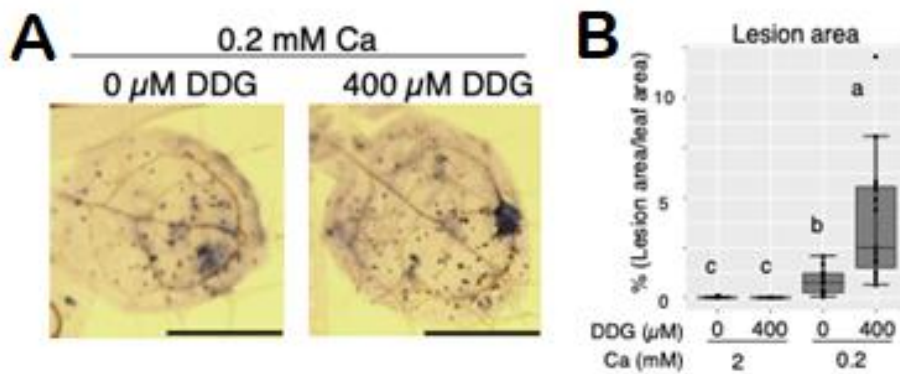
12. Calcium is an essential plant nutrient required for various structural roles in the cell wall and membrane, as well as a counter-cation for inorganic and organic anions in the vacuole. The cytosolic Ca^{2+} concentration ($[\text{Ca}^{2+}]_{\text{cyt}}$) is an obligate intracellular messenger coordinating responses to numerous developmental cues and environmental challenges. Despite high concentration of Ca^{2+} in soil, calcium deficiency symptoms often occur in agriculture. Calcium is mainly translocated by the transpiration stream, and conditions that affect transpiration can also reduce the availability of calcium in soil.

A group of researchers investigated the effects of callose synthesis on cell induced by low-calcium condition in the leaves. A mutant sensitive to low-Ca conditions, *low Ca sensitive 3 (lcs3)* was treated with serial concentrations of calcium and the results are depicted in figures below (Col-0: control).



(A) Phenotype of Col-0 and *lcs3* plants. **(B)** The number of true leaves of 14-day-old seedling of Col-0 and *lcs3* plants. **(C)** Trypan blue staining of the first and second true leaves of Col-0 and *lcs3* plants. **(D)** Percentage of lesion area per leaf area.

The subsequent figures show the effect of callose synthase inhibitor (DDG) to Col-0 plant.

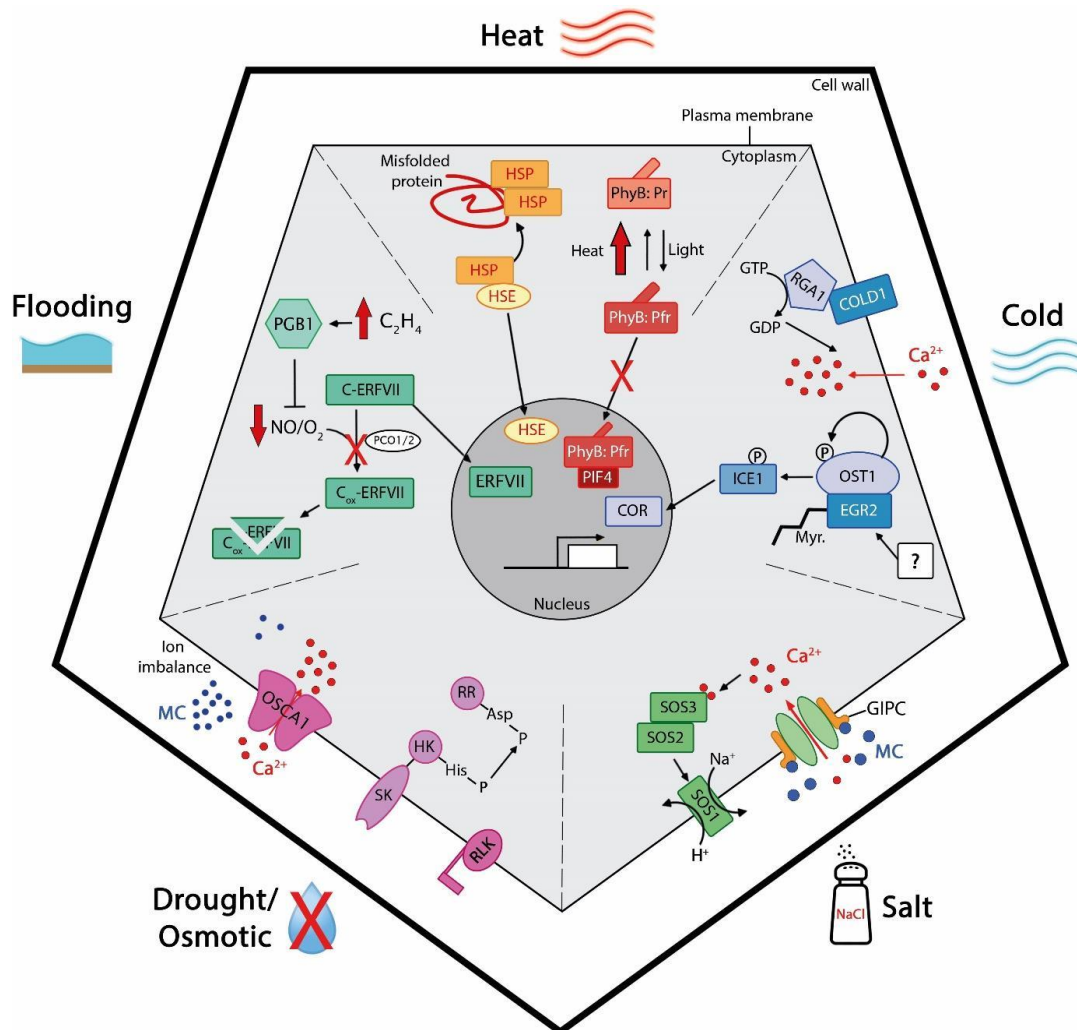


(A) Trypan blue staining of the first and second true leaves of Col-0. **(B)** Percentage of lesion area per leaf area.

Indicate if each of the following statement is True (B) or False (S)!

- Callose is an essential cell wall polymer required for many biological processes including regulation of plasmodesmata.
- Normal plant growth was not influenced by low Ca^{2+} concentration in the medium.
- Low Ca^{2+} concentration sensitivity involved in suppressing cell death.
- Callose synthesis suppresses cell death in the leaves.

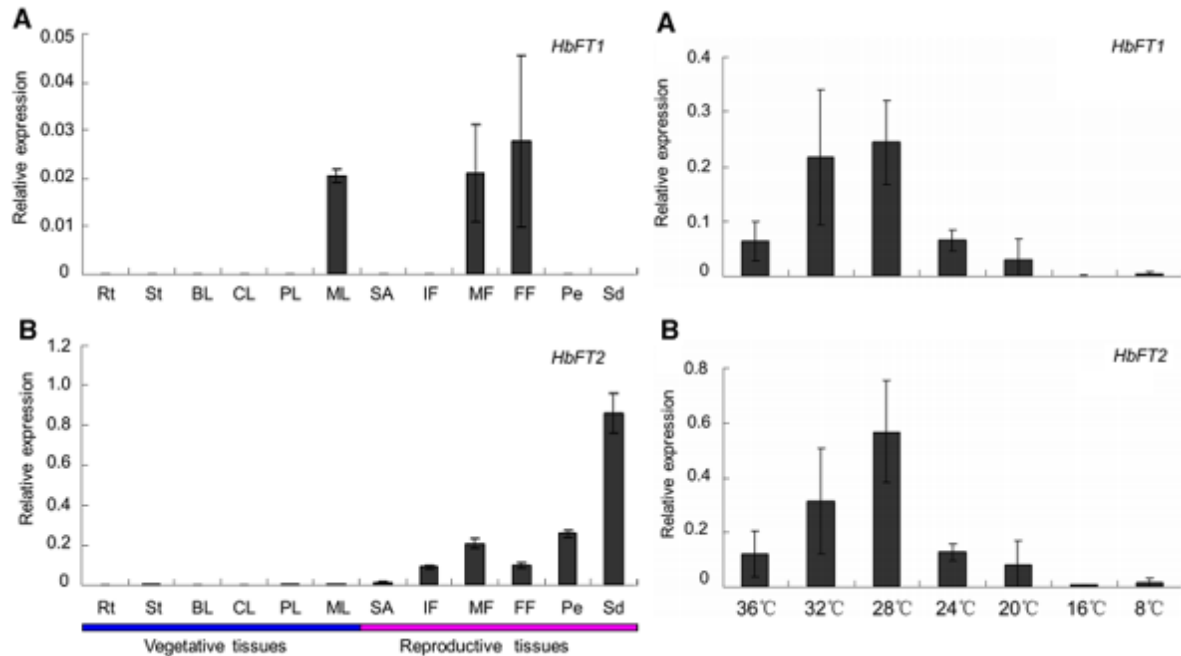
13. Plants were exposed to an ever-changing environment to which they have to adjust accordingly. Their response was tightly regulated by complex signaling pathways that all start with stimulus perception. Figure below shows an overview of the latest developments on perception of various abiotic stresses.



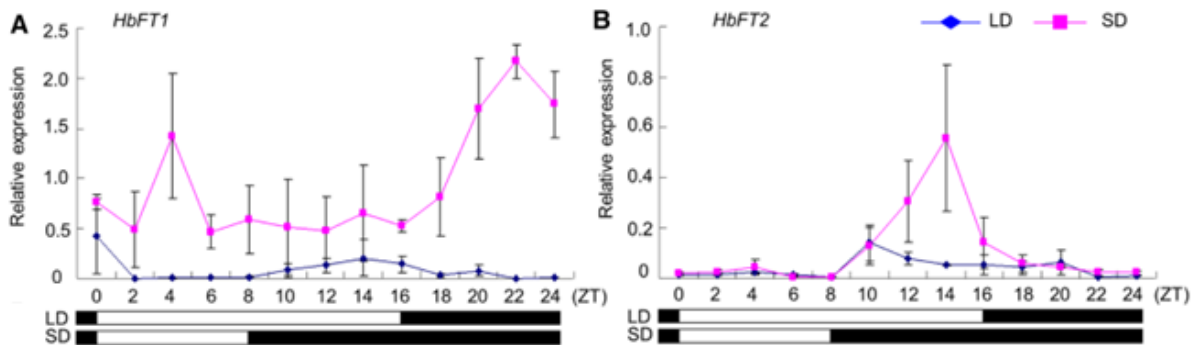
Indicate if each of the following statement is True (B) or False (S)!

- Flooding leads to inhibition of gas exchange which result to rapid accumulation of ethylene in the cell.
- Both of salt and drought stresses involve intracellular Ca^{2+} spikes to induce cellular responses.
- In response to cold, OST1 phosphorylates the transcription factor ICE1 leading to *Cold-Regulated (COR)* gene expression.
- Heat shock proteins (HSPs) are lacking hydrophilic region to interact with misfolded proteins caused by high temperature.

14. Karet (*Hevea brasiliensis*) merupakan salah satu pohon berkayu perennial yang setidaknya membutuhkan fase juvenil selama 5 tahun sebelum dapat berbunga. Pembentukan bunga secara umum dapat dipicu oleh fotoperiodisme maupun vernalisasi. Data di bawah merupakan hasil pengamatan mengenai pengaruh organ, suhu, dan fotoperiodisme terhadap ekspresi gen *HbFT1* dan *HbFT2* (*H. brasiliensis* flowering locus *T 1* and *2*) yang diduga dapat memicu pembentukan bunga.



Gambar 1 (kiri) dan **2** (kanan). **Keterangan:** Rt (akar), St (batang), BL-CL-PL-ML (daun). SA (tunas batang), IF (pembungaan tahap awal), MF-FF (bunga jantan-betina), Pe-Sd (Perikarp-Biji)

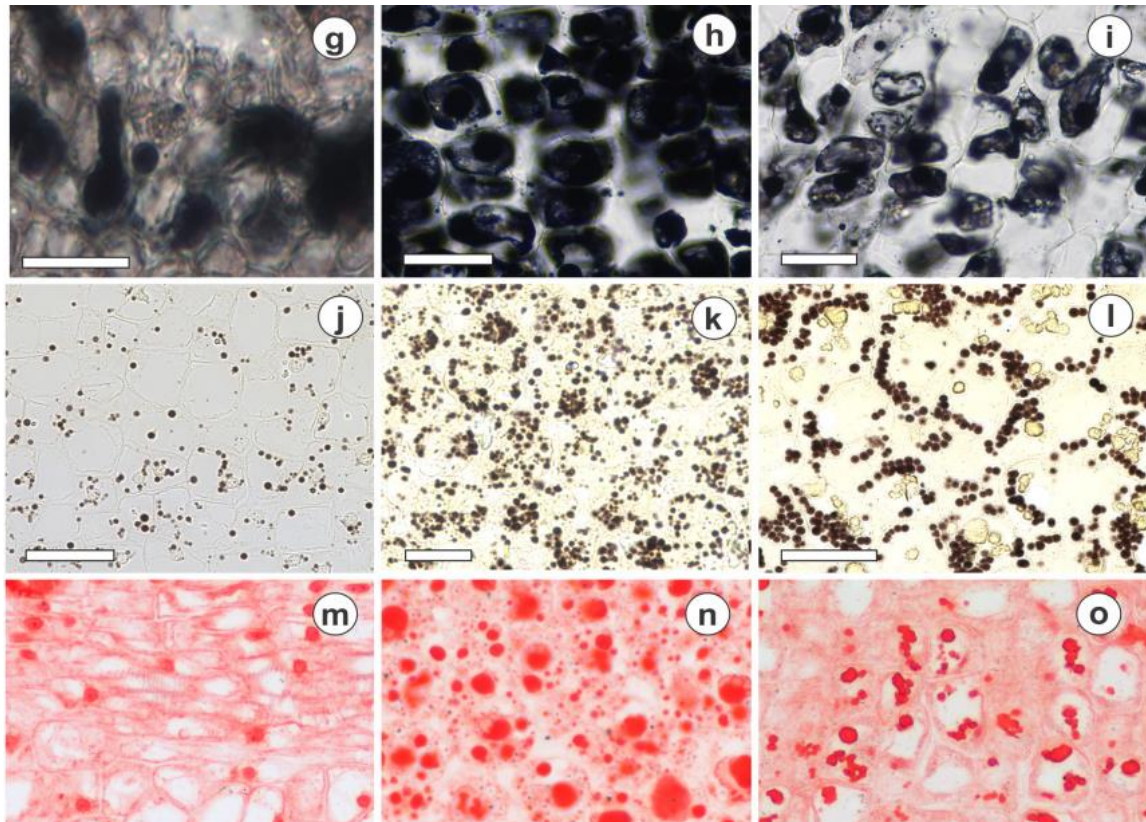


Gambar 3. **Keterangan:** Bagian yang diarsir hitam menunjukkan perlakuan gelap dan bagian yang tidak diarsir menunjukkan perlakuan terang. LD = long day; SD = short day; ZT = jam.

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

- Gen *HbFT1* dan *HbFT2* sama-sama memengaruhi faktor pemicuan pembungaan.
- Vernalisasi berperan penting dalam memicu pembungaan.
- Percobaan pada Gambar 3 kemungkinan besar dilakukan pada suhu 28 °C.
- Bunga seharusnya terbentuk pada pertengahan musim dingin.

15. Gambar berikut adalah hasil pengujian tiga jenis makromolekul berbeda yang berfungsi untuk cadangan makanan pada biji *Hevea brasiliensis* (karet), yaitu dengan pewarnaan sudan (g-i), iodine (j-l), dan pewarna X (m-o).



Keterangan: Sayatan pada biji saat 150 (G, J, M); 165 (H, K, N); dan 175 (I, L, O) hari setelah anthesis (pemekaran bunga).

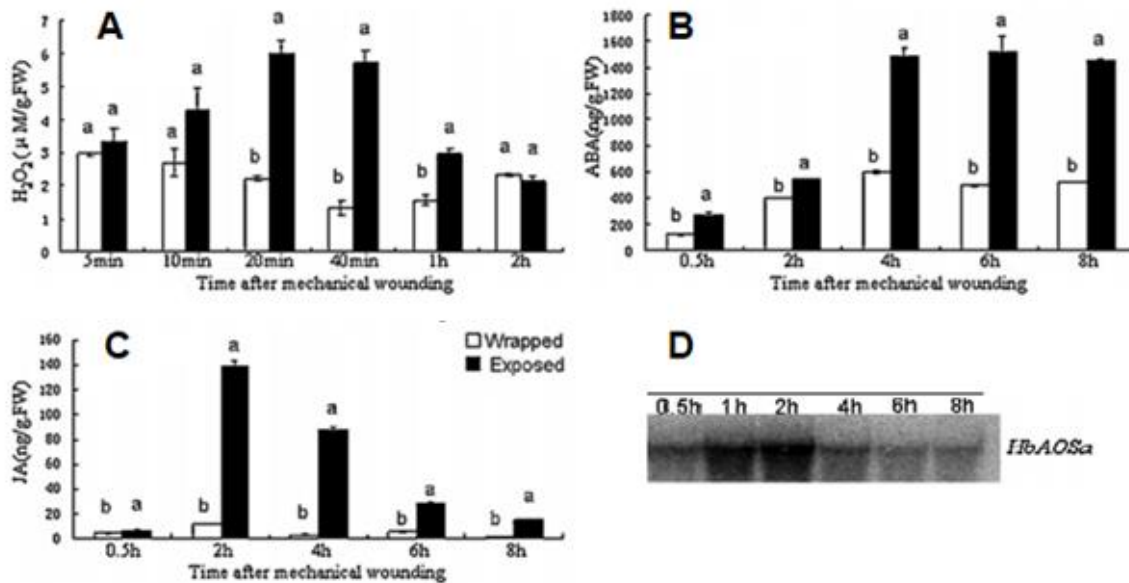
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- Deteksi dengan reagen X akan menghasilkan reaksi positif seperti halnya dengan reagen biuret.
- Pewarnaan pada G, H, dan I menunjukkan plastida yang berdiferensiasi menjadi leukoplas.
- Plastida pada J, K, dan L ditemukan melimpah pada umbi singkong dan umbi kentang.
- Karet berpotensi besar mengalami germinasi pada saat 175 hari setelah proses anthesis terjadi pada bunga dari tumbuhan tersebut.

16. Pensinyalan asam jasmonat (JA) berperan dalam merespons luka yang dialami oleh tumbuhan maupun aktivasi metabolit sekunder. Pengetahuan tersebut akan tetapi banyak didapatkan dari *Arabidopsis* dan tomat, sehingga peran asam jasmonat pada tumbuhan berkayu seperti karet (*Hevea brasiliensis*) belum diketahui secara pasti. Data di bawah (**halaman 15**) didapatkan dari penelitian mengenai pengaruh pengelupasan (*mechanical wounding*) kulit batang karet. Batang yang telah dikelupas kemudian dilapisi parafilm (*wrapped*), atau dibiarkan terdedah (*exposed*).

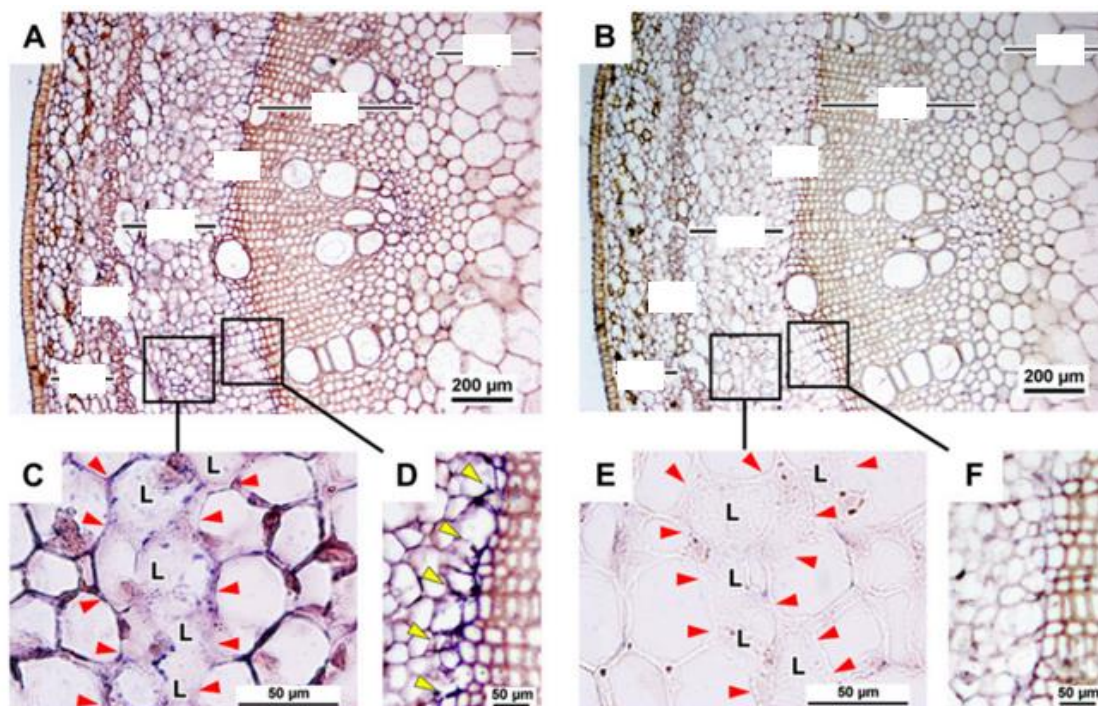
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah(S)!

- Peningkatan konsentrasi asam jasmonat dipicu oleh hidrogen peroksida.
- Gen *HbAOSa* lebih berkaitan dengan fluktuasi asam jasmonat dibandingkan asam absisat.
- Gambar D menunjukkan ekspresi RNA pada batang karet *wrapped*.
- Perubahan fisio-kimia dari batang karet diakibatkan oleh efek langsung dari pelukaan.



Keterangan: Hasil pengukuran konsentrasi hidrogen peroksida (**A**), asam absisat (**B**), dan asam jasmonat (**C**) dari batang karet setelah dikelupas. Perbedaan huruf di atas grafik menunjukkan signifikansi perbedaan konsentrasi **dalam satu waktu pengukuran**. (**D**) Hasil elektroforesis RNA dari gen *HbAOSa* (gen yang terkait pertahanan karet) pada batang karet setelah dikelupas.

17. Sayatan melintang di bawah ini merupakan hasil pewarnaan setelah hibridisasi *probe* (A, C, D) atau tanpa hibridisasi (B, E, F) *in situ* terhadap transkrip suatu gen. Keberadaan transkrip ditandai dengan warna keunguan. L merupakan suatu jaringan sekretori suatu metabolit sekunder.



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

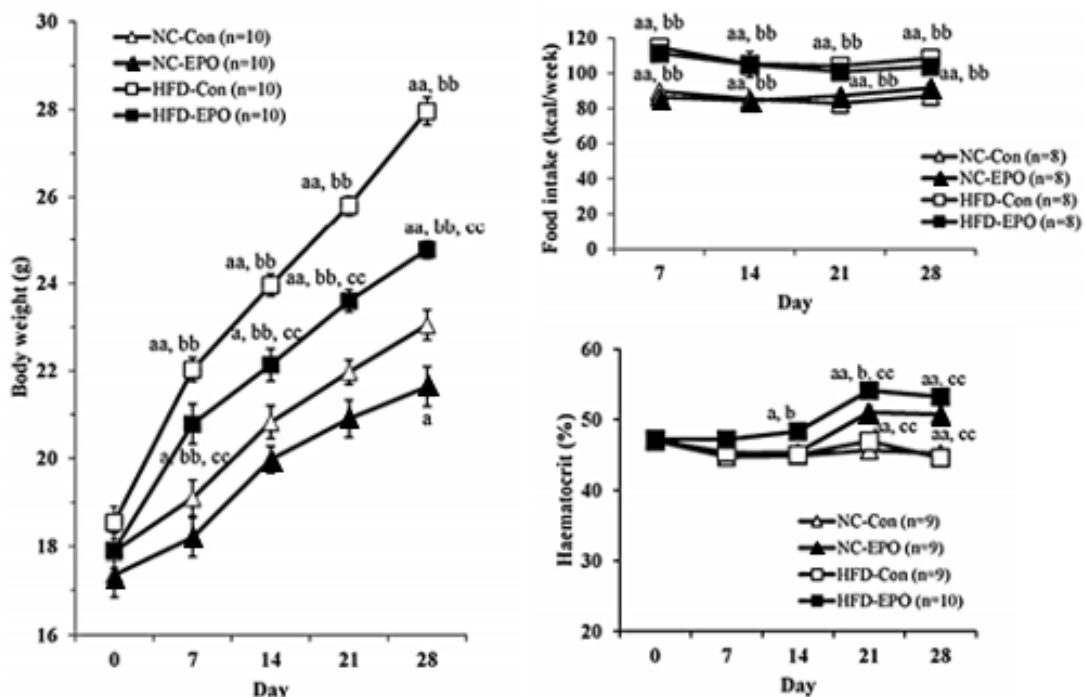
- Sayatan tersebut kemungkinan besar diambil dari tumbuhan Gymnospermae.
- Sayatan tersebut diambil dari organ akar yang mengalami pertumbuhan sekunder.
- Transkrip tersebut kemungkinan memengaruhi sekresi suatu metabolit sekunder.
- Transkrip tersebut terekspresi tinggi pada sel-sel kambium vaskuler yang dekat dengan floem.

ANATOMI DAN FISILOGI HEWAN

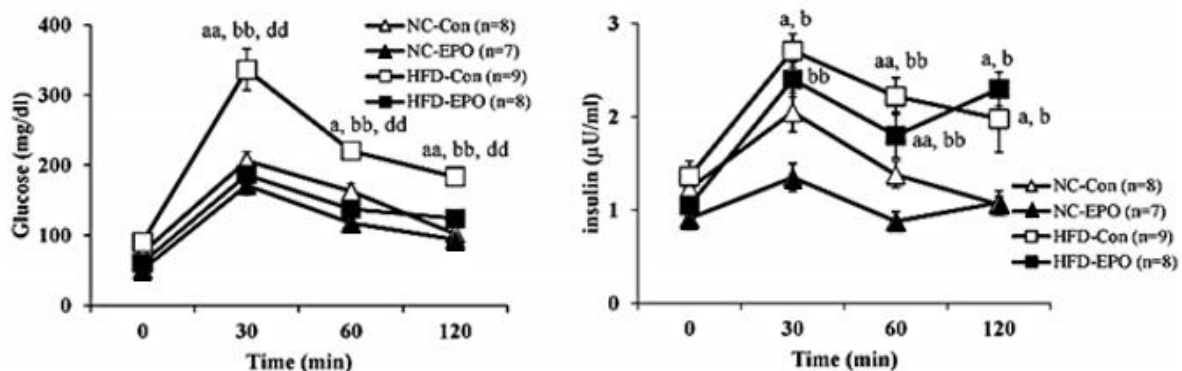
18. Kodo *et al.*, 2017 melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh EPO (eritropoetin) dan konsumsi makanan kaya lemak terhadap kondisi fisiologis mencit. Dalam penelitian ini, mencit dewasa dibagi dalam 4 kelompok:

- I. NC-Con : diberi pakan normal
- II. NC- EPO : diberi pakan normal + disuntik EPO tiga kali seminggu selama 4 minggu
- III. HFD-Con : diberi pakan kaya lemak
- IV. HFD-EPO : diberi pakan kaya lemak + disuntik EPO tiga kali seminggu selama 4 minggu

Berat badan, konsumsi pakan, dan hematokrit (presentase volume sel darah merah) diukur setiap minggu dan hasilnya tersaji sebagai berikut.



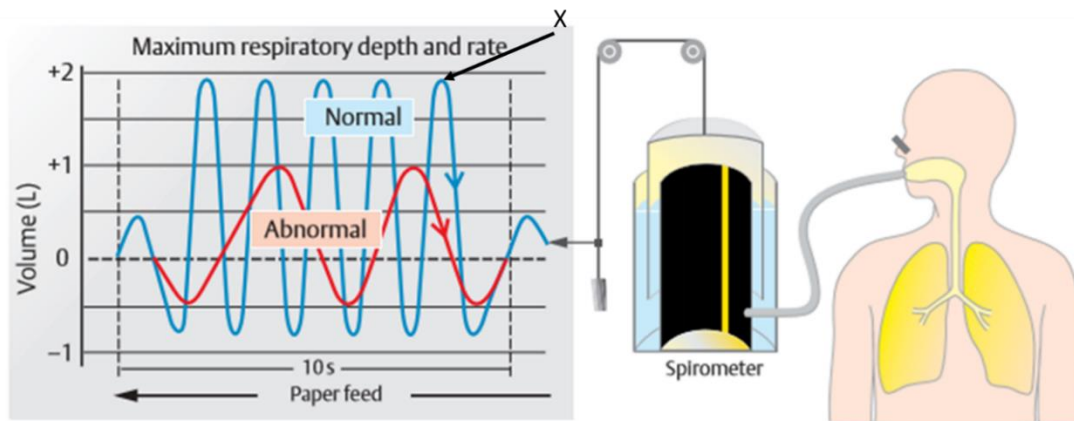
Pada akhir percobaan, dilakukan uji toleransi glukosa dengan menyuntikan glukosa secara intraperitoneal. Selain itu juga dilakukan pengukuran kadar insulin di dalam darah. Berikut hasil yang didapatkan.



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

- A. Konsumsi kaya lemak memicu terjadinya obesitas.
- B. EPO meningkatkan kemampuan darah mencit dalam mengangkut oksigen.
- C. Konsumsi makanan kaya lemak meningkatkan sensitivitas reseptor insulin.
- D. EPO dapat digunakan sebagai obat diabetes tipe I yaitu diabetes yang disebabkan oleh kekurangan hormon insulin.

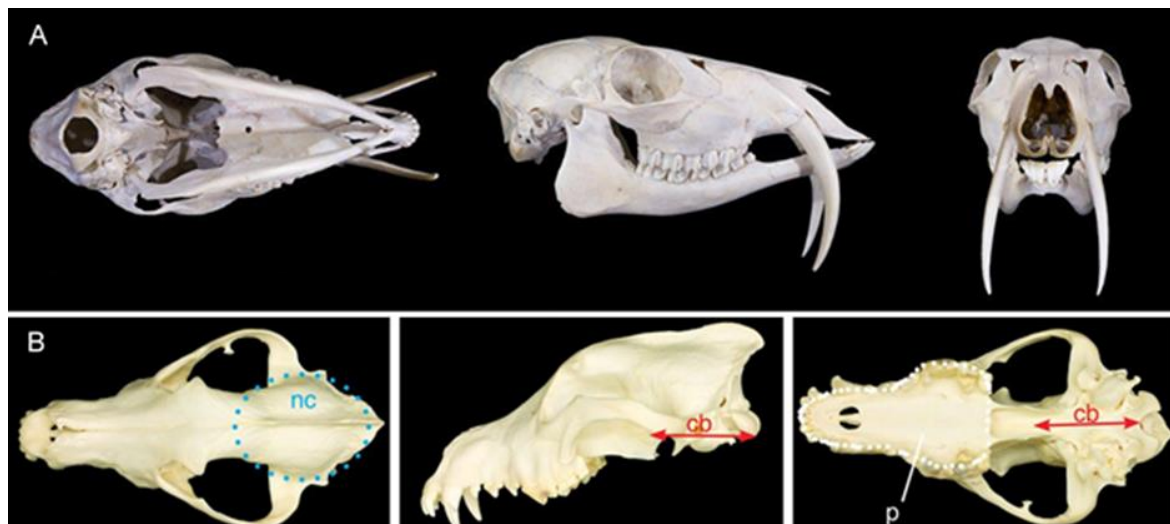
19. Respirometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur karakteristik pernafasan pada manusia. Respirometer memiliki bentuk seperti tabung tertutup yang terhubung dengan katrol berisi pena. Perubahan volume tabung menyebabkan pena naik turun sehingga menggambar pola pada sebuah kertas seperti terlihat pada gambar. Data berikut ini menunjukkan perbandingan hasil pengukuran pola respirasi maksimum dari orang normal dengan orang yang mengalami gangguan pernafasan.



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

- A. Volume udara yang terukur menggunakan respirometer tersebut adalah kapasitas vital paru-paru.
- B. Puncak yang diberi tanda X menunjukkan volume udara maksimal yang dapat dikeluarkan dari paru-paru.
- C. Penderita kemungkinan mengalami gangguan bentuk tulang belakang yang dapat memperkecil volume rongga dada.
- D. Obat yang dapat meningkatkan diameter bronkus, seperti epinefrin, dapat digunakan untuk mengobati gangguan pernafasan tersebut.

20. Perhatikan struktur tengkorak dua hewan mamalia berikut (A dan B).



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

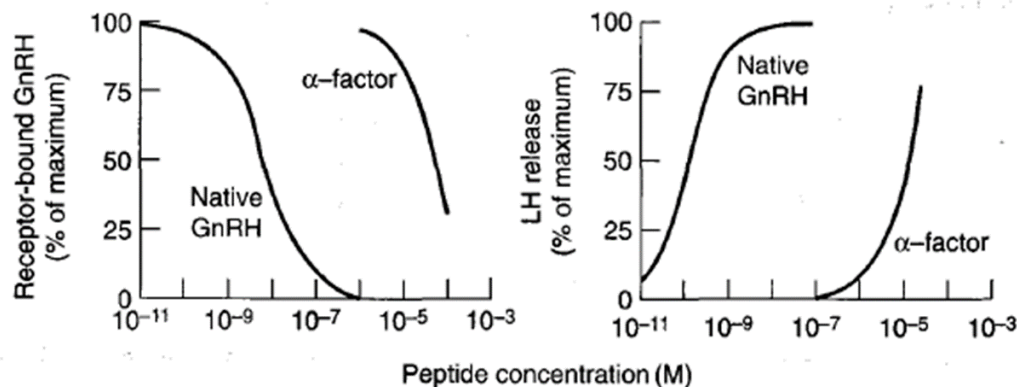
- Kedua mamalia tersebut merupakan hewan karnivora.
- Rumus gigi hewan A adalah I 3/3, C 1/1, P 3/3, M 3/3.
- Untuk ukuran tubuh yang sama, saluran gastrointestinal hewan A lebih panjang daripada hewan B.
- Aktivitas tripsin pada lambung kedua hewan tersebut sama untuk mencerna makanan dengan bobot yang sama.

21. Yeast α -factor and mammalian GnRH showed similarity in amino acid sequence as showed below.

Yeast α -factor : Trp-*His-Trp*-Leu-Gln-*Leu-Lys*-Pro-Gly-Gln-Pro-Met-Tyr

Mammalian : pGlu-His-Trp-Ser-Tyr-Gly-Leu-Arg-Pro-Gly-NH₂

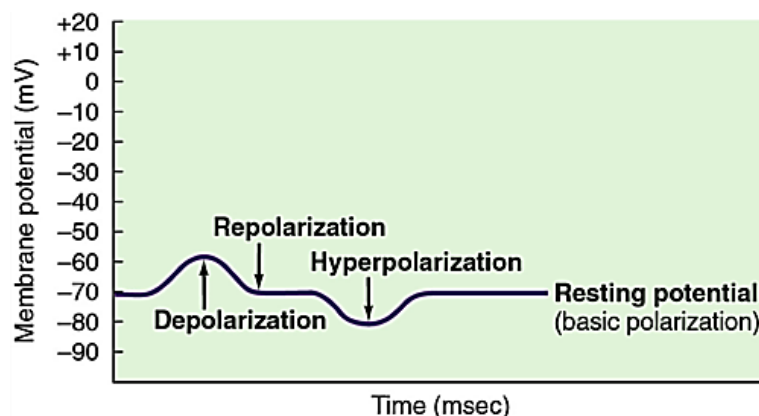
Due to their similarity, a scientist investigated the ability of Yeast α -factor to bind to mice GnRH receptor. In addition, the effect of Yeast α -factor injection in LH secretion in mice was also investigated.



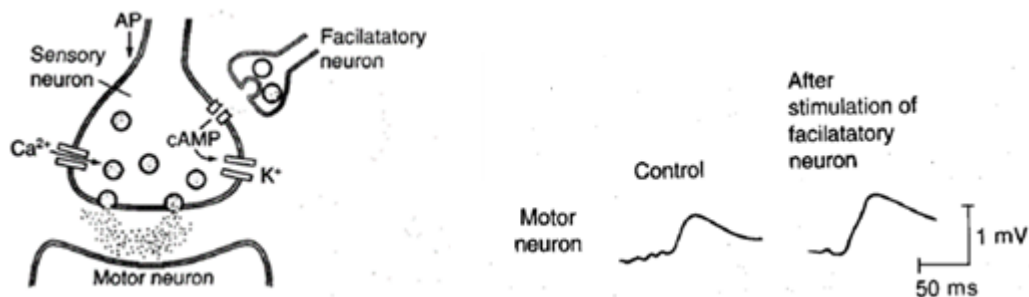
Indicate if each of the following statement is True (B) or False (S)!

- Amino acids written in italic are responsible for interaction with mice GnRH receptor.
- In mice, Yeast α -factor has higher affinity to GnRH receptor than native GnRH.
- The injection of Yeast α -factor with concentration less than 10⁻⁷ M is able to promote ovulation in female mice.
- Yeast α -factor is bound to the receptor located in the cytoplasm of mice cell.

22. Diketahui, konsentrasi Na⁺ di luar sel saraf lebih tinggi dibandingkan di dalam sel, sedangkan konsentrasi K⁺ di dalam sel lebih tinggi dibandingkan luar sel. Pada saat istirahat, potensial membran memiliki nilai -70 mV. Ketika menerima rangsang, neuron dapat mengalami depolarisasi atau repolarisasi seperti terlihat pada gambar berikut.



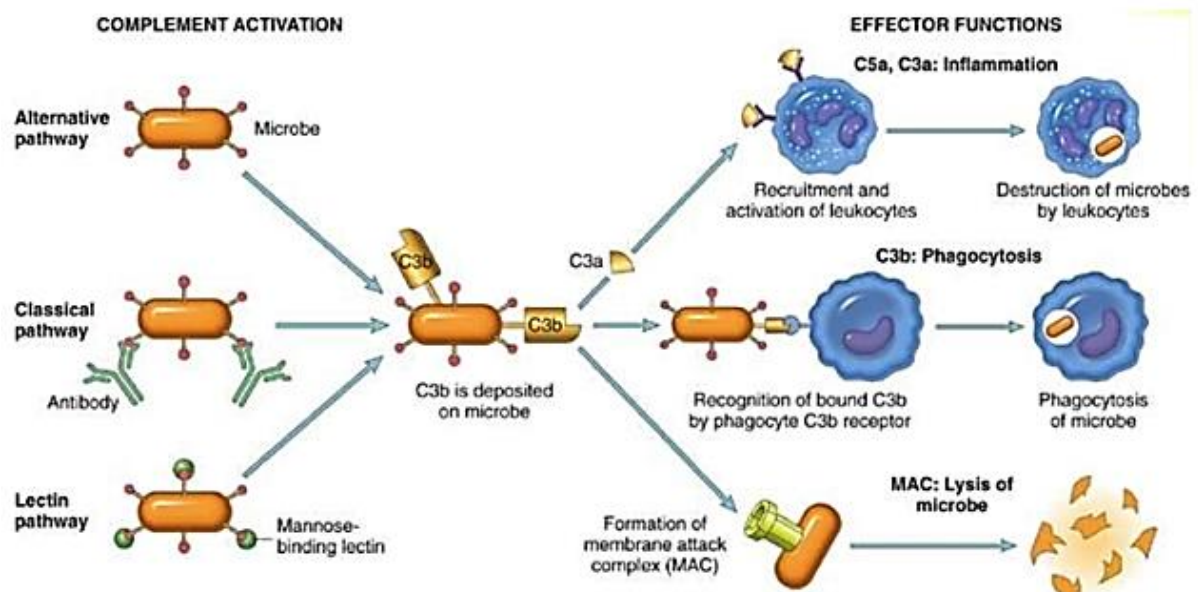
Gambar berikut menunjukkan interaksi 3 jenis neuron, yaitu neuron sensorik, motorik, dan neuron fasilitator (Gambar kiri). Gambar kanan menunjukkan pengaruh aktifnya neuron sensorik yang dibarengi dengan tidak aktifnya neuron fasilitator (*control*) ataupun ketika neuron fasilitator tersebut aktif, terhadap potensial membran yang dihasilkan neuron motorik.



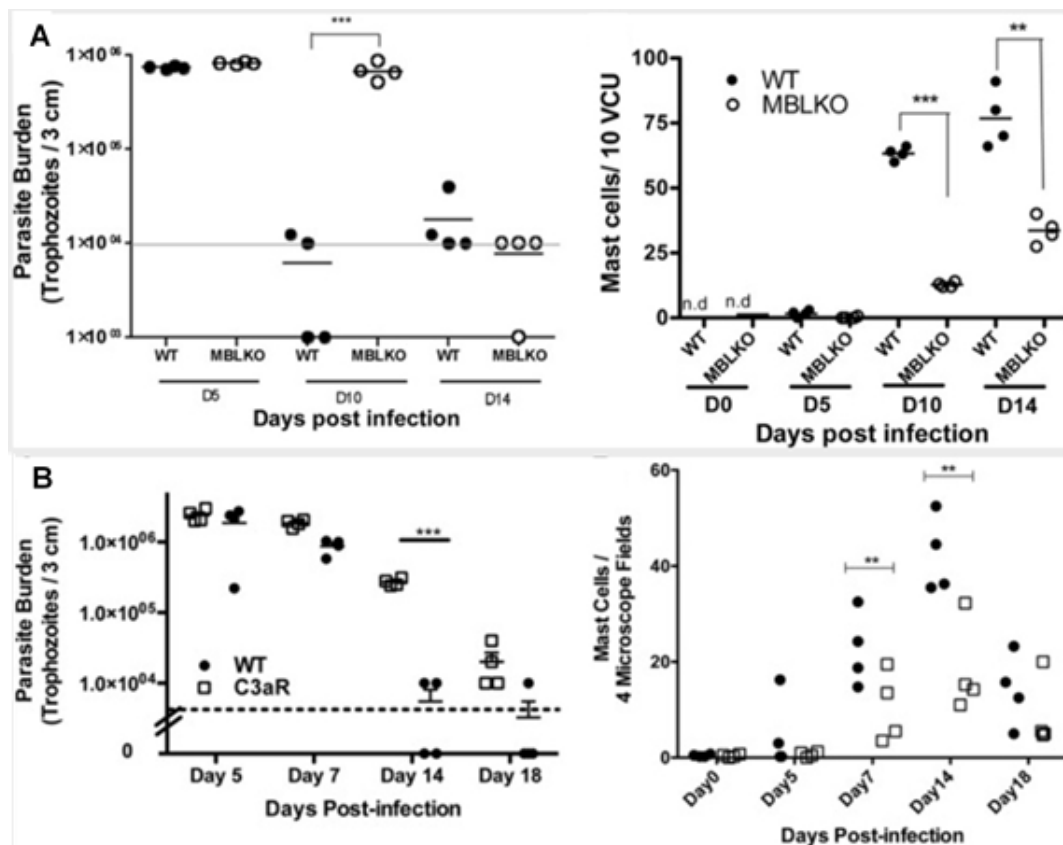
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- Aktivitas neuron fasilitator menyebabkan peningkatan sekresi neurotransmitter oleh neuron sensorik.
- Neurotransmitter yang dilepaskan oleh neuron fasilitator memicu penutupan kanal ion K^+ di neuron sensorik.
- Neurotransmitter yang dilepaskan oleh neuron sensoris memicu masuknya ion Na^+ ke dalam sel neuron motorik.
- Interaksi neuron seperti terlihat pada gambar umumnya terjadi pada sistem saraf tepi.

23. Gambar di bawah ini menunjukkan rangkuman mekanisme sistem komplemen dalam melawan patogen.



Giardiasis merupakan infeksi saluran pencernaan oleh protozoa dari genus *Giardia*. Untuk mengetahui peran sistem komplemen dalam melawan infeksi *Giardia*, dilakukan eksperimen menggunakan mencit yang defisien *mannose-binding lectin* (Mbl) dan mencit defisien *C3a-receptor* (C3aR). Kemampuan dalam mengeliminasi *Giardia* dan rekrutmen *mast cell* sebagai respons terhadap infeksi *Giardia* diukur pada kedua galur mencit tersebut. Hasilnya adalah sebagai berikut.

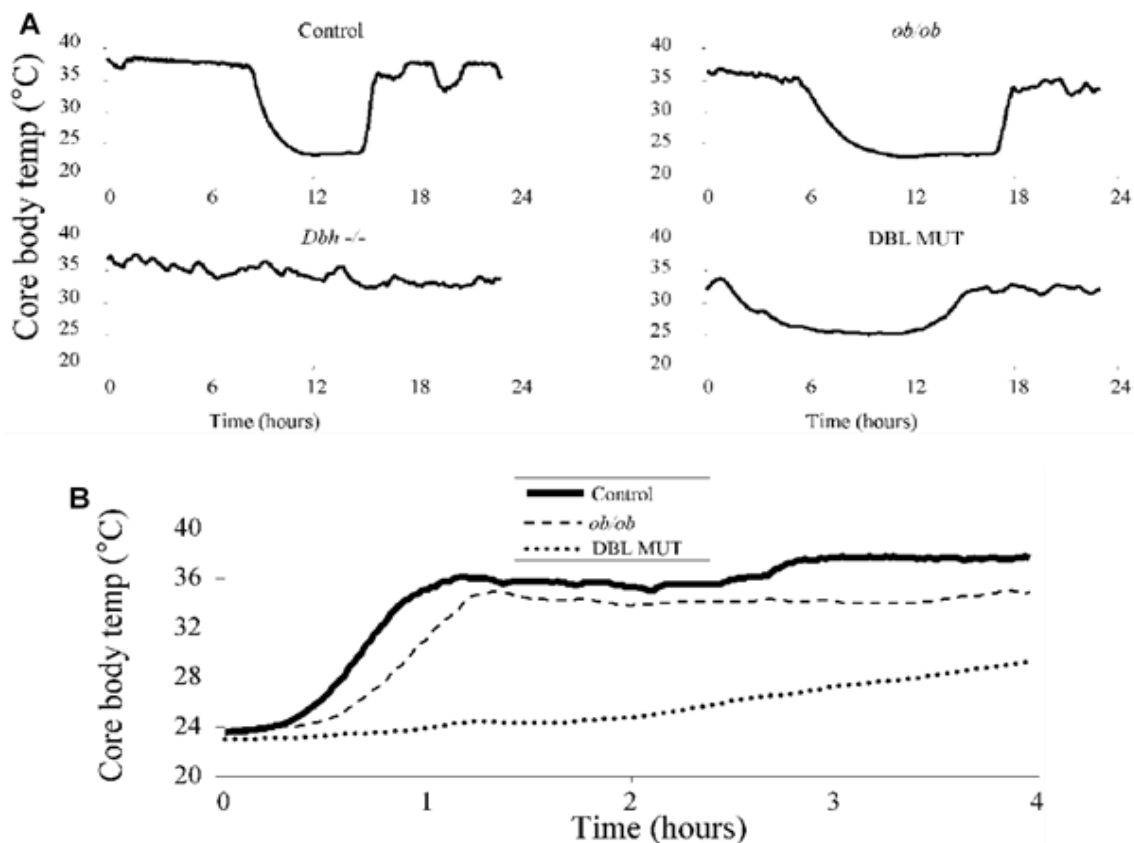


Gambar A menunjukkan jumlah parasit (kiri) dan akumulasi *mast cell* (kanan) pada usus mencit defisien Mbl (MBLKO) dan *wild-type* (WT) beberapa hari pascainfeksi *Giardia*. **Gambar B** menunjukkan jumlah parasit (kiri) dan rekrutmen *mast cell* pada usus mencit defisien C3aR (C3aR) dan *wild-type* (WT) pada hari ke-5, 7, 14, dan 18 pascainfeksi *Giardia*. Garis putus-putus menunjukkan batas nilai yang dapat dideteksi. Perbedaan nilai yang signifikan ditunjukkan oleh asterisk (** untuk $P < 0,05$ dan *** untuk $P < 0,0001$).

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

- Data menunjukkan bahwa eliminasi *Giardia* melibatkan imunitas bawaan dan adaptif.
- Giardia* memicu aktivasi komplemen melalui jalur lektin saja.
- Eliminasi *Giardia* di dalam tubuh tidak hanya melalui inflamasi, tetapi inflamasi merupakan mekanisme yang paling cepat dalam mengeliminasi *Giardia*.
- Mencit defisien C3aR tidak memiliki kemampuan dalam mengeliminasi *Giardia* melalui aktivasi sistem komplemen.

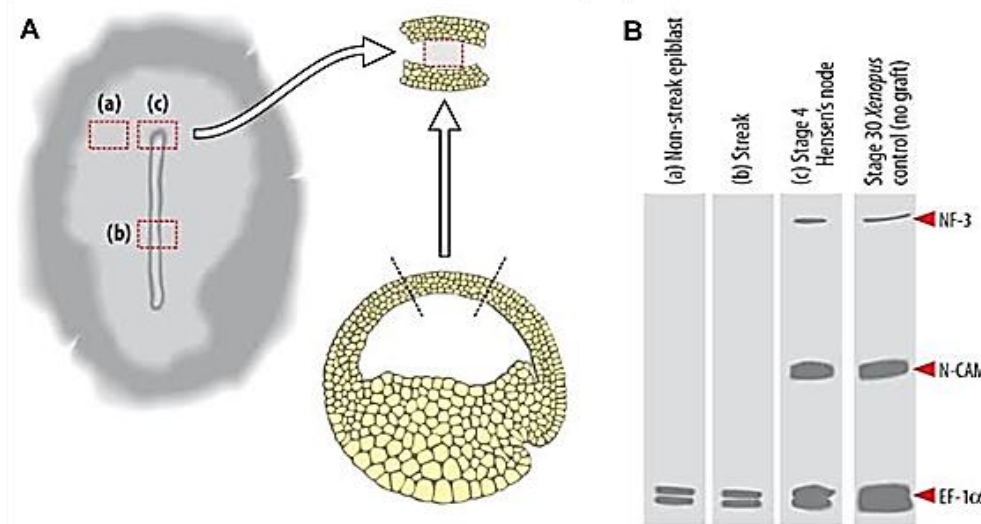
24. Beberapa mamalia, seperti mencit, dapat memasuki torpor sebagai respons terhadap kekurangan makanan. Hal ini diduga melibatkan peran norepinefrin (NE) dan leptin, di mana produksi kedua hormon tersebut masing-masing distimulasi dan dihambat oleh saraf simpatik. Untuk membuktikan hal ini, digunakan mencit kontrol, mencit yang defisien dopamin β -hidroksilase (*Dbh* $-/-$) sehingga tidak dapat menghasilkan norepinefrin, mencit yang defisien leptin (*ob/ob*), dan mencit yang defisien DBH dan leptin (DBL MUT). Keempat kelompok mencit tersebut dipuaskan selama 24 jam dan suhu tubuhnya selama periode puasa tersebut diukur (gambar A). Selain itu, suhu tubuh mencit ketika keluar dari torpor juga diukur (gambar B).



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

- Defisiensi NE lebih kuat dibandingkan defisiensi leptin dalam mencegah mencit yang dipuaskan memasuki torpor.
- Norepinefrin berperan sebagai neurotransmitter eksitatoris untuk termogenesis.
- Aktivitas saraf simpatik dibutuhkan mencit untuk masuk maupun keluar dari torpor.
- Kemungkinan mencit DBL MUT defisit dalam kemampuan termogenesis dan meminimalkan kehilangan panas.

25. Gambar berikut menunjukkan suatu eksperimen di mana potongan jaringan embrio ayam diselipkan di antara jaringan kutub animal (*animal cap tissue*) embrio katak. Beberapa jam kemudian, RNA total dari *animal cap tissue* diisolasi dan dilakukan RT-PCR untuk mengukur tingkat ekspresi beberapa gen. NF-3 dan N-CAM merupakan *marker* neural, sementara EF-1a merupakan *marker* epidermal.



Gambar A menunjukkan potongan epiblas embrio ayam (a, b, dan c) diselipkan di antara *animal cap tissue* embrio *Xenopus*. **Gambar B** menunjukkan tingkat ekspresi mRNA NF-3, N-CAM, dan EF-1a pada *animal cap tissue* embrio *Xenopus* sebagai respons terhadap cangkok epiblas embrio ayam.

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

- A. Embrio ayam tersebut sedang mengalami gastrulasi sementara embrio *Xenopus* sedang berada pada tahap blastula.
- B. Hanya nodus Hensen yang dapat berdiferensiasi menjadi jaringan saraf.
- C. Semua bagian epiblas menyekresikan BMP4 (suatu morfogen yang penting dalam induksi neural).
- D. *Animal cap tissue* embrio *Xenopus* yang digunakan pada eksperimen ini bersifat kompeten tetapi belum mengalami determinasi.

26. The Arrector Pili Muscle (APM) is a band of muscle attached to hair follicles in mammalian skin. Its principal function is related to thermoregulation. The figures below show various histological section of mammalian skin.

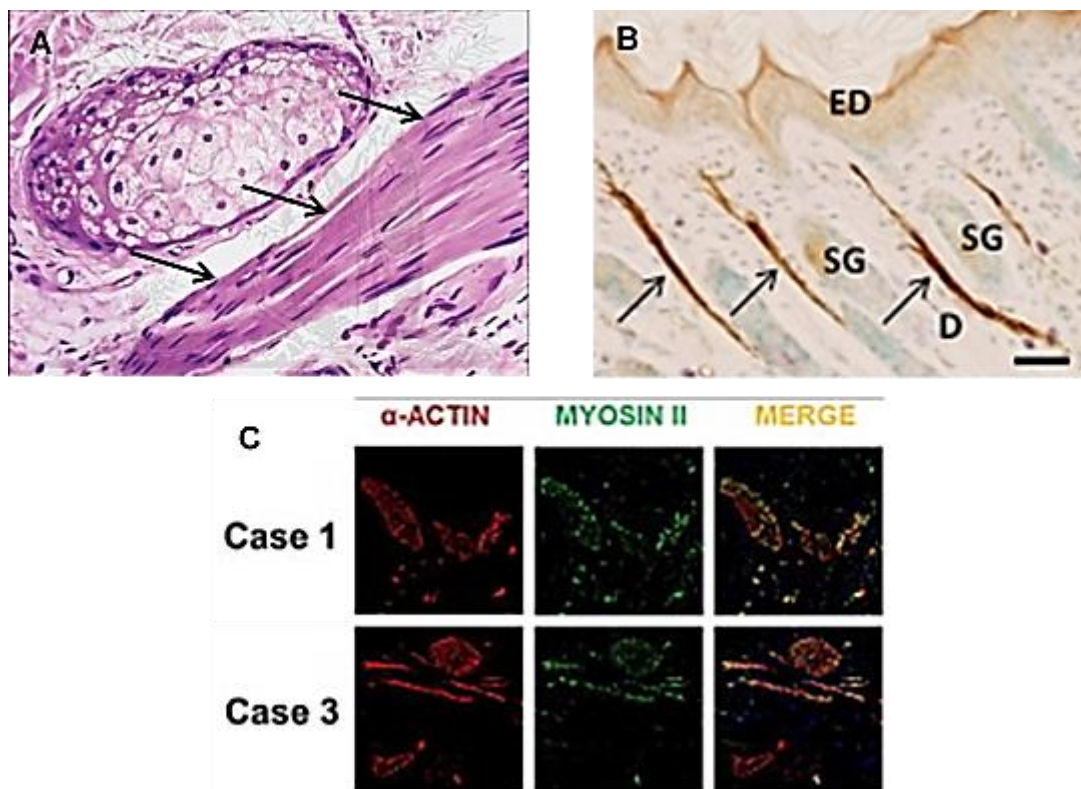
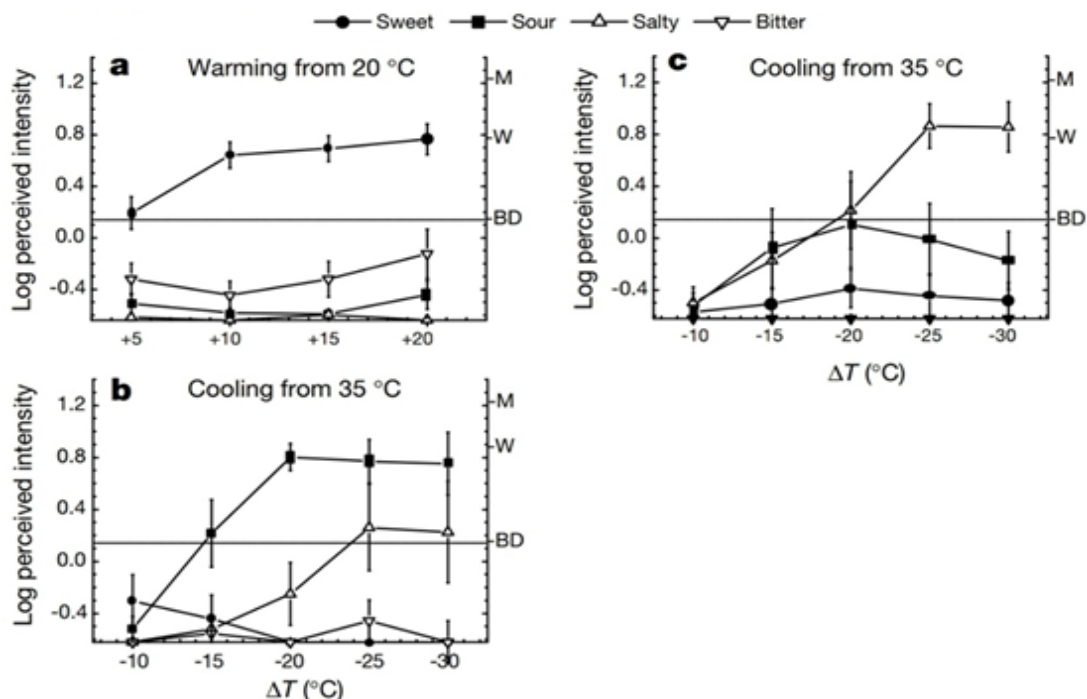


Figure A shows haematoxylin-eosin (HE)-stained skin tissue. Arrows designate APM. **Figure B** shows actin-stained skin tissue. ED, D, and SG indicate epidermis, dermis, and sebaceous gland, respectively. APM is denoted by arrow. **Figure C** shows immunofluorescence-stained skin samples (hair from this sample was erected while being taken) using antibody against myosin II and α -actin. Samples were taken from two different individuals (case 1 and case 3).

Indicate if each of the following statement is True (B) or False (S)!

- A. The arrector pili muscle is a smooth muscle.
- B. Actin-myosin complex in each arrector pili muscle cells are arranged irregularly.
- C. As located in skin, arrector pili muscle is most likely derived from ectodermal tissue.
- D. Relaxation of arrector pili muscle causes hair to stand on end.

27. The figure below shows the perceived intensity of taste sensations of three different locations on human tongue during thermal stimulation.

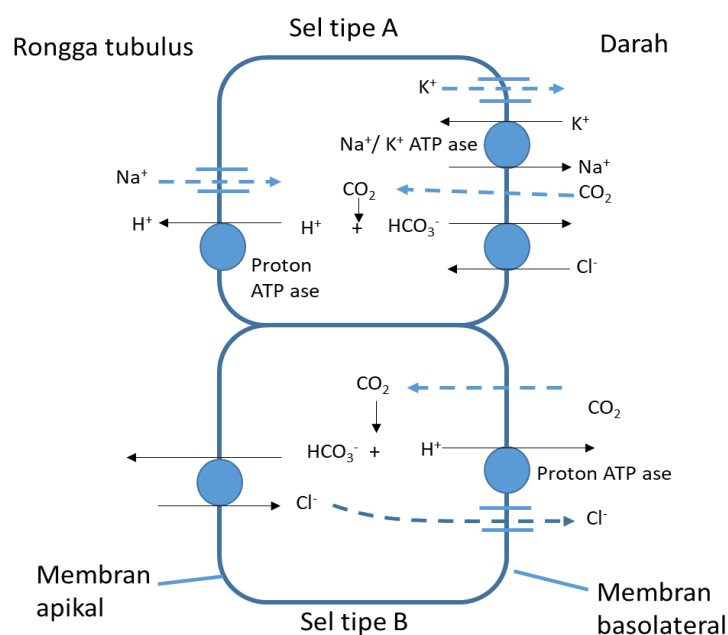


Letters along the right y-axis describes taste sensation intensity: **BD** (barely detected), **W** (weak), and **M** (moderate). Vertical bars denote standard error of the means.

Indicate if each of the following statement is True (B) or False (S)!

- Figure a indicates the results of thermal stimulation conducted on the tongue tip.
- Figure b and c indicate the results of thermal stimulation experiment conducted on the side portion of the tongue .
- Hot-sweetened tea tastes sweeter when ice cubes added.
- Isotonic drink tastes saltier when drink with ice cube.

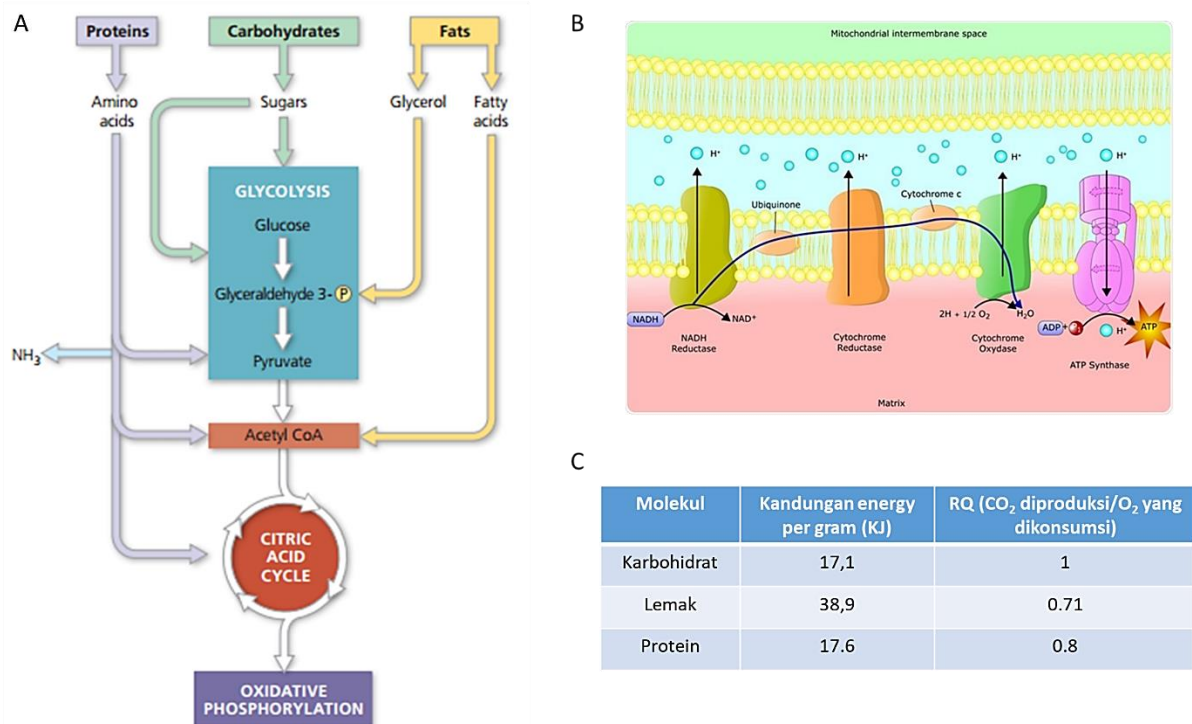
28. Gambar di bawah ini menunjukkan dua tipe sel yang menyusun tubulus distal.



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

- A. Aktivitas kedua jenis sel menurun apabila terpapar oleh racun yang menghambat aliran elektron pada rantai transfer elektron.
- B. Kedua sel terlibat dalam pengaturan pH darah.
- C. Pembuangan CO_2 yang berlebihan dari dalam darah akibat adanya hiperventilasi berakibat pada meningkatnya aktivitas sel tipe A.
- D. Olahraga dengan intensitas tinggi dapat meningkatkan konsentrasi asam laktat di dalam darah. Kondisi tersebut akan meningkatkan aktivitas sel tipe B.

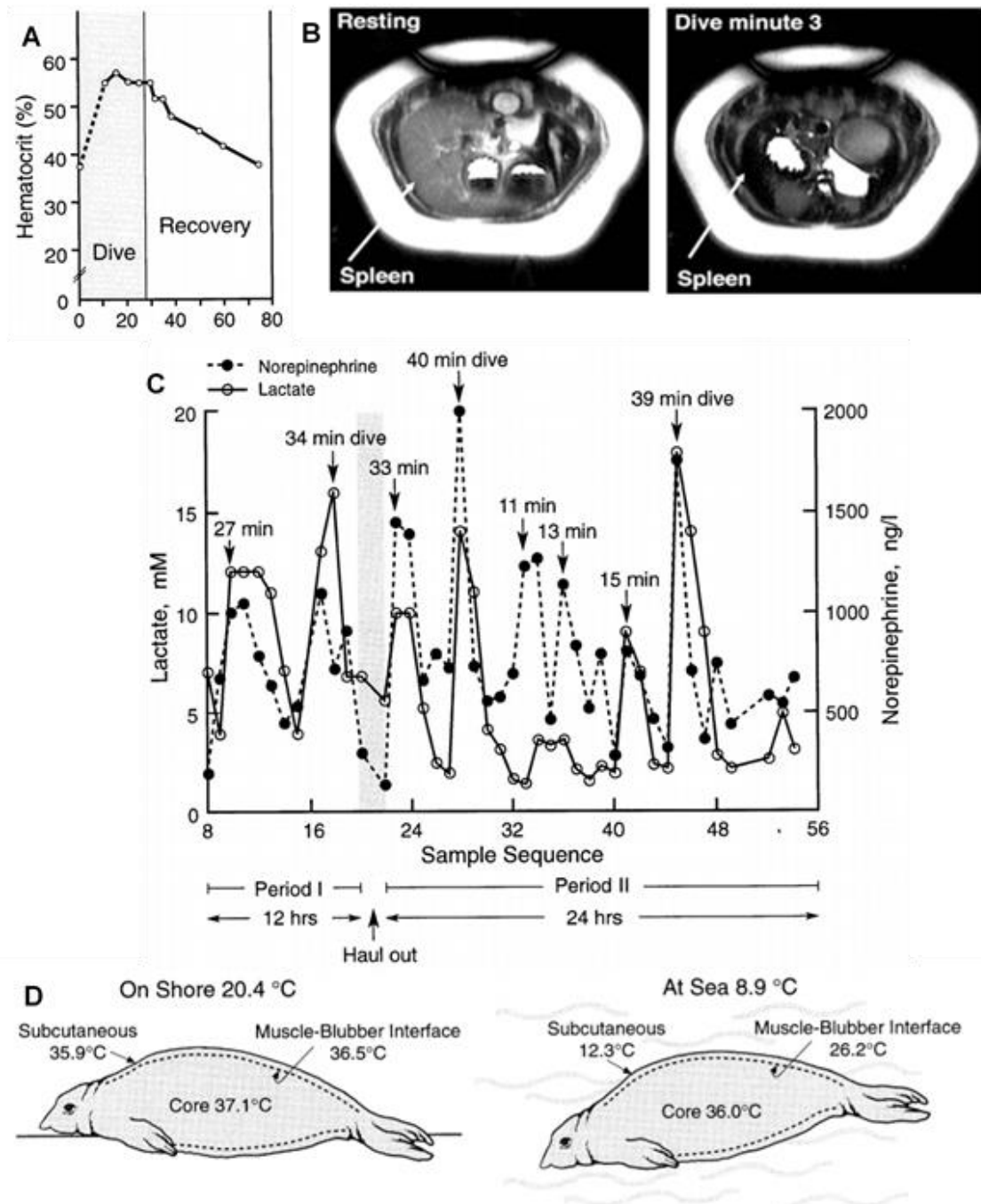
29. ATP merupakan bentuk energi yang dapat dimanfaatkan langsung bagi setiap sel penyusun makhluk hidup termasuk manusia. Manusia dapat menggunakan protein, karbohidrat, ataupun lemak sebagai sumber energi tersebut (A). Pada respirasi aerob, molekul-molekul tersebut teroksidasi menjadi CO_2 , sedangkan energi dari elektron yang terlepas digunakan untuk memproduksi ATP melalui fosforilasi oksidatif (B). Perbandingan energi yang terkandung setiap gram dari molekul yang bersangkutan beserta nilai RQ-nya tersaji pada gambar (C).



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

- A. Lemak merupakan cadangan energi yang lebih baik bagi hewan yang hidup secara aerob.
- B. Pada kondisi anaerob, organ dapat menggunakan karbohidrat sebagai sumber energi, namun tidak dengan lemak dan protein.
- C. Oksidasi 1 gram lemak melepaskan elektron yang lebih banyak dibandingkan karbohidrat dan protein.
- D. Secara umum, hewan tidak menggunakan protein sebagai sumber energi utama sebab katabolisme protein menghasilkan senyawa yang sangat beracun.

30. *Elephant seal (Mirounga angustirostris)* merupakan salah satu mamalia dengan kemampuan menyelam yang paling baik. Hewan tersebut dapat menyelam selama 2 jam dan mencapai kedalaman 1,5 km. Berikut merupakan beberapa data yang menunjukkan perubahan fisiologis *elephant seal* ketika menyelam.



Gambar A menunjukkan perubahan hematokrit ketika dan setelah menyelam. **Gambar B** menunjukkan hasil *scanning* pada sayatan transversal rongga perut (12 cm dari diafragma) sebelum (kiri) dan ketika menyelam (kanan). **Gambar C** menunjukkan perubahan konsentrasi laktat dan norepinefrin selama siklus menyelam dan istirahat. **Gambar D** menunjukkan profil suhu tubuh sebelum (kiri) dan ketika menyelam (kanan).

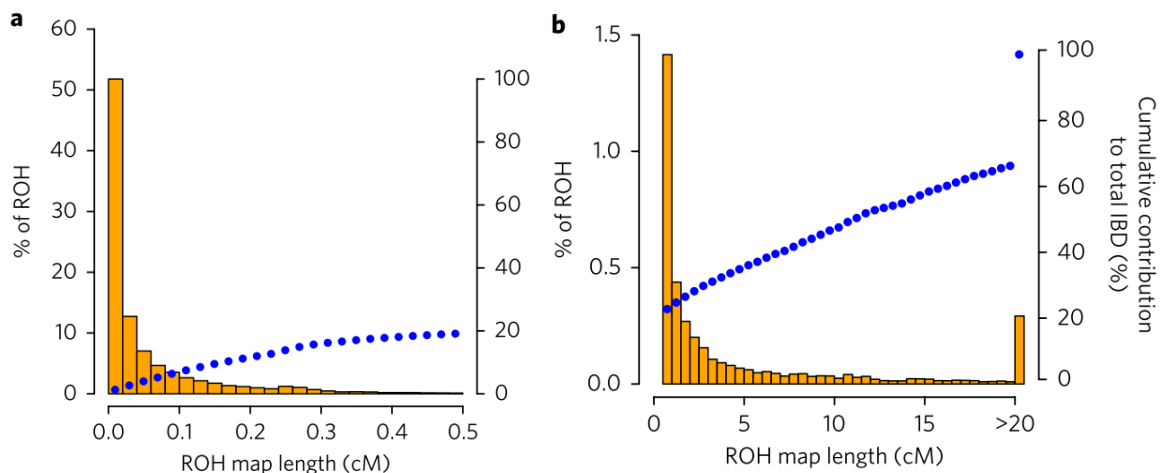
Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- Kapasitas pengangkutan oksigen *elephant seal* meningkat ketika menyelam.
- Selama periode menyelam yang relatif lama, *elephant seal* mengandalkan respirasi anaerob untuk menghasilkan energi.
- Data menunjukkan bahwa aktivitas saraf parasimpatik meningkat selama periode menyelam.
- Elephant seal* merupakan hewan endotermik sejati.

GENETIKA DAN EVOLUSI

31. After a long period of population decline, wolves become functionally extinct from the Scandinavian Peninsula during 1960-1970. Contemporary Scandinavian wolf population was founded by two individuals in the early 1980s and has been isolated from any wolf populations. To understand the extent of inbreeding within the population, genome of 97 individuals were sequenced to look for parts of genome that are identical by descent (IBD). This is usually marked by segments of genome that are homozygous up to a size that is unlikely to be a result of linkage disequilibrium called **runs of homozygosity** (ROH). ROHs are estimated from ~7 million single nucleotide polymorphism (SNP).

Segments of ROHs were described in genetic map length as shown below. Figure (a) shows ROHs shorter than 0.5 cM whereas b shows ROH equal to or larger than 0.5 cM. The blue points show the cumulative contribution of ROH of different lengths to the total length of regions that are identical by descent (IBD, right vertical axis).



Indicate if each of the following statement is True (B) or False (S)!

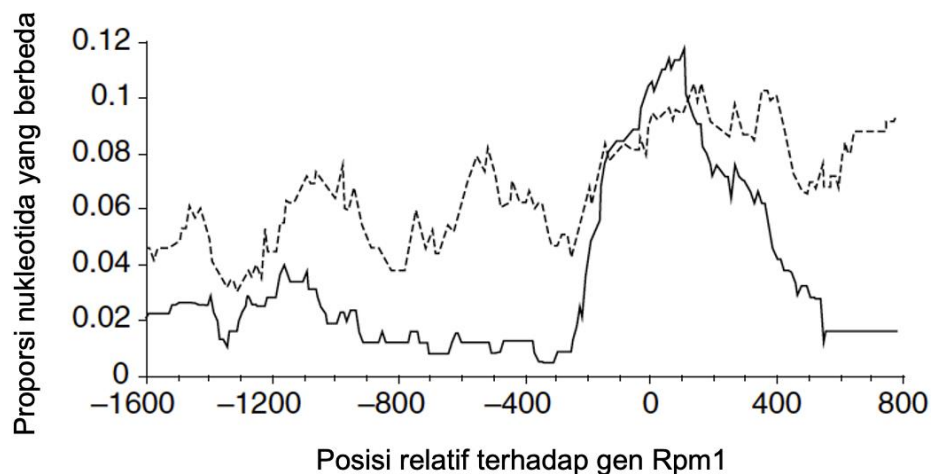
- ROHs that are longer than 0.5 cM are more abundant than ROHs that are shorter.
 - Segments that are identical by descent are mostly consisted of runs of homozygous area shorter than 0.5 cM.
 - Assuming that there will be one crossover for every 100 cM of the genome, we can say that more than 50% of the wolves are first cousins.
 - The alleles in the segments of homozygous region of the genome could contain lethal mutations.
32. Salah satu sifat kode genetik adalah universal. Artinya setiap organisme menggunakan kode genetik yang sama. Tapi temuan baru-baru ini menunjukkan adanya pengecualian pada beberapa spesies, terutama prokariot. Beberapa pengecualian tersebut terangkum dalam tabel berikut.

Known Deviations from the Universal Genetic Code			
Codon	Universal code	Unusual code*	Occurrence
UGA	Stop	Trp	<i>Mycoplasma</i> , <i>Spiroplasma</i> , mitochondria of many species
CUG	Leu	Thr	Mitochondria in yeasts
UAA, UAG	Stop	Gln	<i>Acetabularia</i> , <i>Tetrahymena</i> , <i>Paramecium</i> , etc.
UGA	Stop	Cys	<i>Euplotes</i>

Jika diasumsikan kodon-kodon selain di atas selalu mengikuti kaidah umum, tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau salah (S)!

- A. Kloning gen dari *Escherichia coli* ke *Tetrahymena* akan menghasilkan protein yang lebih pendek, sebaliknya kloning dari *Tetrahymena* ke *E. coli* mungkin akan menghasilkan protein yang lebih panjang.
- B. Jika mitokondria utuh dari *yeast* ditransfer ke manusia, maka kodon CUG akan mengkode asam amino Leusin.
- C. Jika gen virus yang menyerang *Mycoplasma* diklon ke *Euplotes*, maka protein yang diekspresikan dari gen tersebut kemungkinan mengalami *misfolding*.
- D. Peristiwa di atas menguatkan teori bahwa mitokondria memiliki nenek moyang yang sama dengan prokariot.

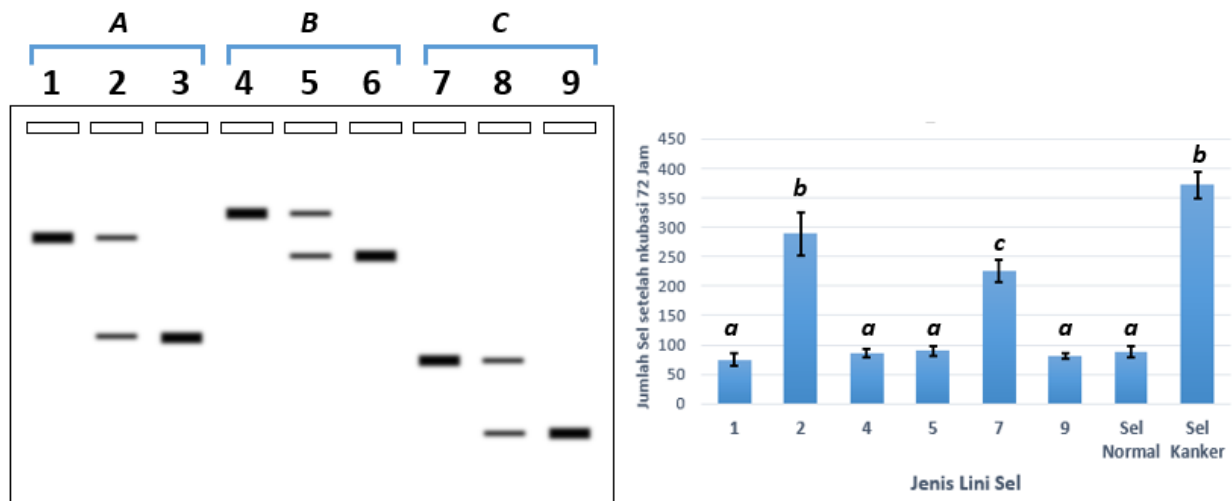
33. Pada tumbuhan *Arabidopsis thaliana*, terdapat gen *Rpm1* yang dapat mengenali patogen *Pseudomonas* yang memiliki alel *AvrRpm1* dan *AvrB*. Individu *A. thaliana* yang tidak memiliki alel resisten *Rpm1* akan rentan infeksi *Pseudomonas*. Analisis terhadap keragaman nukleotida menunjukkan proporsi nukleotida yang berbeda antara alel resisten dan rentan (garis solid) dan antara *A. thaliana* dan *A. lyrata* (garis putus-putus) di sekitar gen *Rpm1*. Peruntutan DNA dan pencuplikan populasi *A. thaliana* menunjukkan bahwa frekuensi alel resisten di alam sebesar 0.52.



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

- A. Alel resisten *Rpm1* telah ditemukan pada nenek moyang bersama *A. thaliana* dari *A. lyrata*.
- B. Sifat resisten/rentan *Pseudomonas* ditentukan oleh daerah yang berada pada 400 nukleotida di sisi *upstream* gen *Rpm1*.
- C. Masuknya populasi *Arabidopsis* dengan frekuensi alel resisten *Pseudomonas* sebesar 0,7 dapat meningkatkan frekuensi alel resisten.
- D. Populasi *A. thaliana* di alam mengalami seleksi direksional.

34. Joan melakukan penelitian terkait gen-gen yang berfungsi dalam pengaturan pembelahan sel mesenkim kulit. Ia berhasil mengidentifikasi 3 buah gen yang bertanggung jawab dalam pengaturan tersebut, yaitu gen A, B, dan C beserta mutasinya. Ia melakukan visualisasi elektroforesis dari ketiga gen pada 9 lini sel berbeda. Tetapi karena keterbatasan biaya, Joan hanya dapat menumbuhkan beberapa lini sel tersebut. Hasil yang ia dapatkan adalah sebagai berikut.



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

- Sampel yang dielektroforesis dapat diperoleh dari PCR genomik dari gen-gen yang bersangkutan.
- Gen A *wildtype* merupakan onkogen.
- Dapat dipastikan bahwa gen B dan C merupakan *tumor supressor*.
- Setiap mutasi yang menyebabkan sel berubah menjadi kanker merupakan delesi.

35. Martin berhasil mengidentifikasi gen-gen yang mengatur munculnya warna ungu pada braktea Bunga Asmara. Diketahui fenotip warna bunga tersebut hanya ada 2 macam, yaitu ungu (*wildtype*) dan putih (mutan). Dengan kejeniusannya, Martin memastikan bahwa gen penentu warna bunga tersebut diatur oleh lebih dari 1 gen. Oleh karena itu ia mencoba untuk melakukan persilangan beberapa tumbuhan mutan galur murni dan mendapatkan hasil sebagai berikut.

		Individu Jantan							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Individu Betina	1	0	+			+	0	+	+
	2		0	+	0			+	
	3	+		0		0	+	0	+
	4	0		+	0			+	
	5		+		+	0			+
	6		+		0	+	0	+	+
	7					0		0	+
	8		0		0				0

Keterangan: (+) fenotip ungu muncul; (0) fenotip putih muncul; kosong: persilangan tidak dilakukan

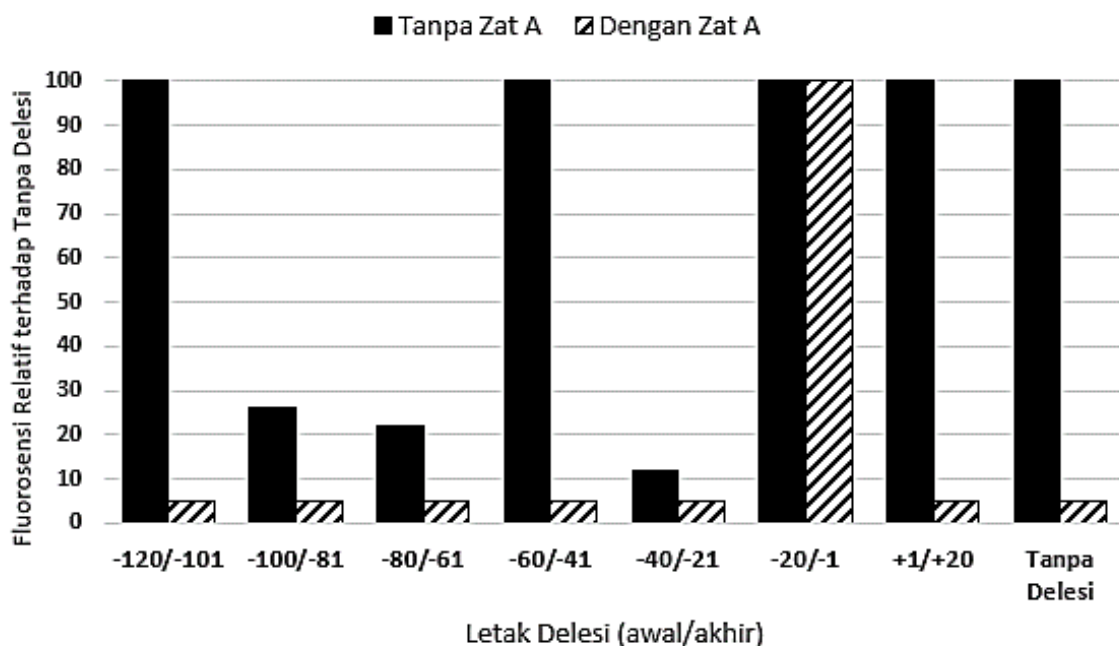
Jika alel mutan selalu bersifat resesif, tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- Individu 4, 6, dan 8 mengalami mutasi pada gen yang sama.
- Fenotip bunga ungu diatur oleh minimal 2 gen.
- Martin menyilangkan individu 2 dan 7 sehingga menghasilkan F1 yang seragam. Kemungkinan F2 yang dihasilkan berfenotip bunga putih adalah lebih dari 50%.
- Persilangan individu 1 dan 4 tidak akan pernah menghasilkan individu berbunga ungu sekalipun dilakukan persilangan hingga banyak generasi.

36. Diketahui, fenotip warna rambut kucing di Desa Josgandhos ditentukan oleh 3 buah gen. Gen M berada pada kromosom X, memiliki dua buah alel, yaitu alel M yang mengatur warna hitam dan m mengatur warna coklat. Kedua alel tersebut bersifat kodominan. Gen Q terletak pada kromosom 7 yang mana alel dominan Q menyebabkan kucing memiliki rambut warna putih di bagian perut. Sedangkan alel resesif q menyebabkan tidak adanya rambut putih. Gen R berada pada kromosom yang sama dengan Q dan terpaut sejauh 40 cM. Alel dominan R menyebabkan kucing berambut belang sedangkan alel resesif r menyebabkan kucing berambut rata. Mas Gendhon menyilangkan kucing betina coklat putih galur murni $X^mX^m QQRR$ dengan kucing jantan hitam $X^MY qqrr$ sehingga menghasilkan F1 jantan dan betina. Kedua kucing F1 tersebut kemudian disilangkan.

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

- Kedua individu F1 memiliki fenotip yang identik.
 - Perbandingan gamet mQR terhadap Mqr pada F1 betina adalah 1:1.
 - Tiga di antara banyak macam fenotip individu F2 yang mungkin dihasilkan di antaranya betina 3 warna belang, betina 3 warna rata, dan jantan hitam coklat belang.
 - Kemungkinan dihasilkan F2 dengan kriteria jantan hitam putih rata adalah kurang dari 10%
37. Bambang melakukan penelitian untuk mencari tahu fungsi dari beberapa region di sekitar daerah inisiasi transkripsi dari operon yang baru saja ia temukan. Oleh karena itu ia memberi perlakuan delesi pada beberapa tempat. Selain itu, ia mengganti gen struktural di hilir daerah inisiasi tersebut dengan gen *Green Fluorescence Protein* (GFP). Diketahui, operon tersebut dikontrol oleh zat A untuk aktivasi/inaktivasi ekspresi gennya. Berikut adalah hasil penelitian yang diperoleh Bambang.



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

- Sistem regulasi operon di atas bersifat inducibel.
- Minimal terdapat 3 region yang penting untuk inisiasi transkripsi.
- Daerah antara -40 hingga -20 mengkode protein represor.
- Daerah di sisi *upstream* dari nukleotida yang ditranskripsi lebih penting dibandingkan sisi *downstream*.

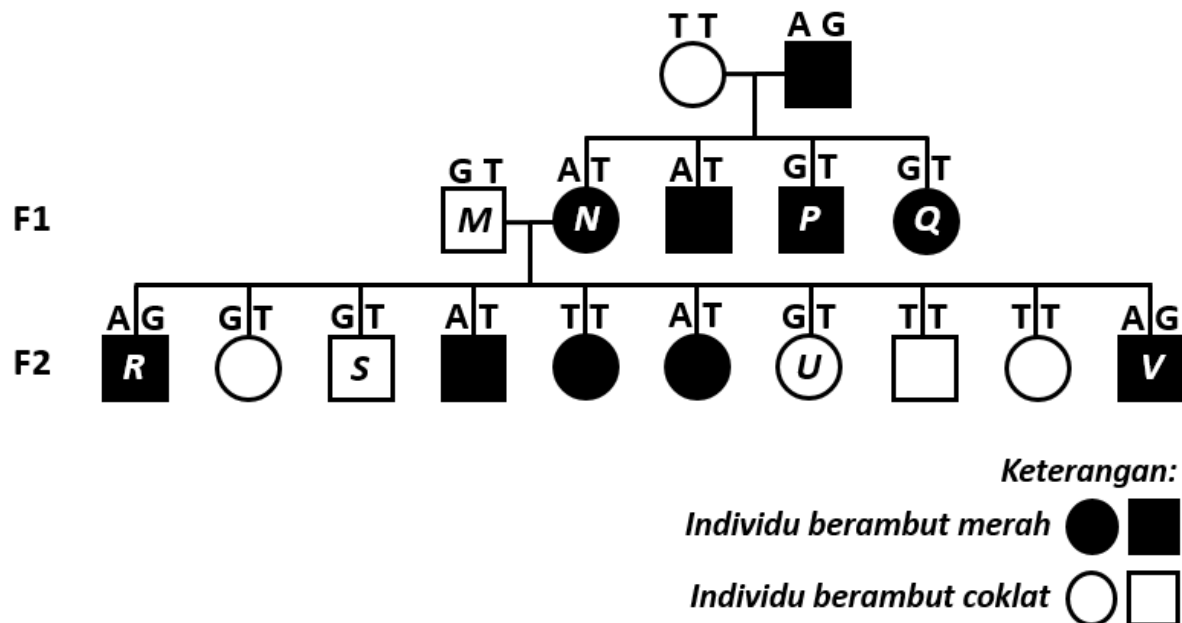
38. Farrel sedang menguji validitas sebuah marka genetik (*genetic marker*) berupa alel-alel polimorfisme pada suatu region DNA di sisi *upstream* dari gen penentu warna rambut hewan Wumbo. Ia menemukan terdapat beberapa alel SNP (*single nucleotide polymorphism*) pada marka tersebut seperti berikut ini.

A: 5' GCAGGT~~A~~CGATGAAA 3'

G: 5' GCAGGT~~G~~CGATGAAA 3'

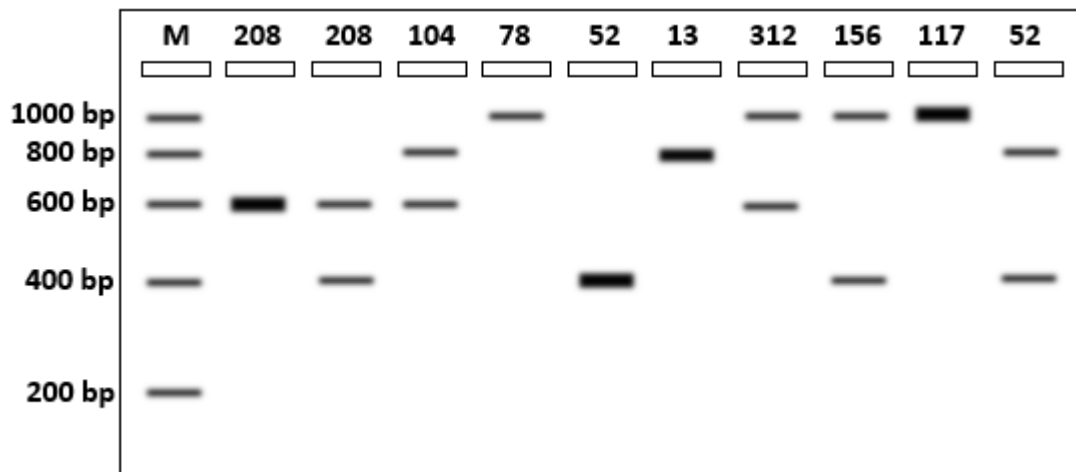
T: 5' GCAGGT~~T~~CGATGAAA 3'

Farrel menemukan bahwa region tersebut terpaut pada gen M, yang mengatur warna rambut dan berada pada kromosom 3. Alel dominan M menjadikan rambut berwarna merah, sedangkan alel resesif m menjadikan rambut berwarna coklat. Diketahui alel SNP T terpaut dengan alel m pada gen tersebut. Farrel mencoba menyilangkan dua individu hewan Wumbo galur murni untuk gen penentu warna rambut sampai pada keturunan F2. Ia juga melakukan *gentotyping* (penentuan genotip) untuk alel SNP yang dimiliki tiap individu. Berikut hasil persilangan yang didapatkan (huruf di atas individu menunjukkan alel SNP yang dimiliki).



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

- Marka SNP yang diteliti Farrel terpaut sempurna dengan gen M.
 - Apabila individu M dan N menghasilkan anak ke-11, maka kemungkinan anak tersebut memiliki genotip SNP TT dan berambut merah adalah lebih dari 5%.
 - Individu P, Q, R, dan V memiliki genotip dari gen penentu warna rambut yang persis sama satu sama lain.
 - Jika individu S dan U disilangkan, maka semua anak mereka yang bergenotip GG dan GT tidak mungkin berambut merah.
39. Anda melakukan survey di suatu pulau terpencil untuk mendata frekuensi alel-alel dari gen penentu warna rambut pada kelinci. Namun sayangnya, ketika sampai pulau tersebut yang berjarak 500 km dari daratan utama, Anda baru sadar bahwa Anda lupa membawa alat sekuensing. Untung saja di laptop Anda terdapat satu artikel ilmiah yang mengatakan terdapat sebuah lokus SSR (*simple sequence repeat*) yang terpaut sempurna terhadap lokus gen penentu warna rambut tersebut. Anda kemudian mengambil sampel acak beberapa kelinci untuk dilakukan *genotyping* lokus SSR tersebut. Setelah melakukan PCR dan elektroforesis, Anda menemukan hasil sebagai berikut.



Keterangan: M = marker; angka di atas *well* merupakan jumlah individu yang memiliki hasil elektroforesis di bawahnya.

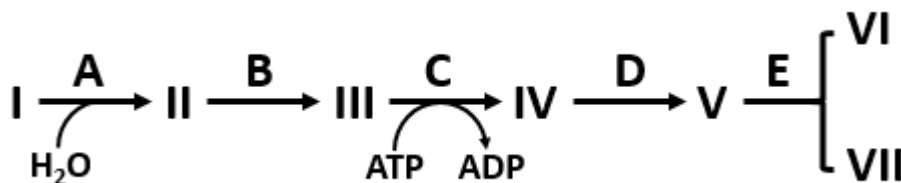
Diketahui lokus SSR terpaut lokus penentu warna rambut seperti yang tercantum pada tabel berikut. Alel-alel penentu warna rambut memiliki hierarki dominansi $A1 > A2 > A3 = A4$

Ukuran SSR	Alel warna rambut	Warna
400	A1	Hitam
600	A2	Abu-abu
800	A3	Coklat
1000	A4	Putih

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

- Alel-alel SSR dan penentu warna rambut berada dalam kesetimbangan Hardy-Weinberg.
- Perbandingan frekuensi alel A1 terhadap A2 adalah 1:2.
- Persilangan 2 individu coklat tidak akan mungkin menghasilkan progeni berfenotip putih.
- Anda menyilangkan 2 Individu hitam secara acak, maka kemungkinan anak yang dihasilkan berfenotip coklat adalah kurang dari 8%

40. Berikut adalah ilustrasi jalur pemecahan asam amino X pada kecoa. Huruf A-E menunjukkan nama enzim yang bekerja di tahap yang bersangkutan.

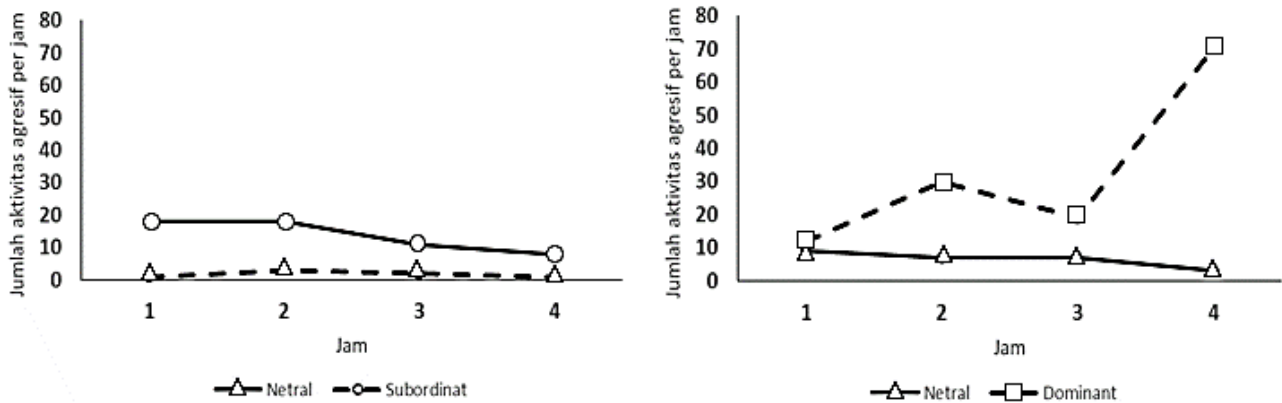


Diketahui enzim A dikode oleh gen A, enzim B dikode oleh gen B, dan seterusnya. Setiap gen hanya memiliki 2 alel, dengan alel resesif bersifat nonfungsional. Penyakit *zombie* disebabkan karena hilangnya fungsi dari enzim A. Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S).

- Terdapat lebih dari 50 macam genotip berbeda untuk individu yang berfenotip *zombie*.
- Kemungkinan dihasilkan anak berfenotip *zombie* dari persilangan dua individu heterozigot untuk semua gen adalah lebih dari 25%.
- Penyakit lain bernama *puyeng*, disebabkan karena terjadi penumpukan senyawa IV. Jika dua individu AaBBCCDDEE disilangkan, dan diharapkan memiliki 4 anak, maka kemungkinan minimal 1 anak mereka menderita *puyeng* adalah kurang dari 50%.
- Dengan persilangan sama seperti poin C, maka kemungkinan anak yang dihasilkan memiliki penyakit *zombie* dan *puyeng* adalah 1/16.

ETOLOGI

41. Suatu penelitian dilakukan terkait dengan agresivitas pada anak burung. Anak burung yang sering kalah (subordinat) dan menang (dominan) digabungkan dengan anak burung yang tidak memiliki pengalaman. Hasil penelitian ditampilkan dengan grafik di bawah.

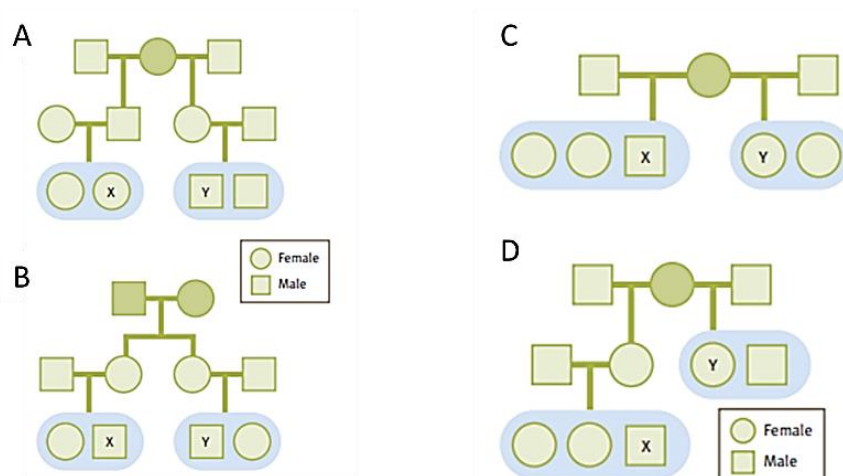


Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- Terdapat hirarki pada tingkatan agresivitas di anak burung.
 - Burung yang sering mengalami kekalahan akan memiliki agresivitas lebih tinggi dibandingkan anak burung yang tidak berpengalaman.
 - Burung yang dominan memiliki agresivitas tinggi terhadap burung tidak berpengalaman dan selalu meningkat selama pengamatan.
 - Agresi merupakan perilaku yang dipelajari.
42. Salah satu teori pada ilmu perilaku hewan yang dikemukakan oleh W.D. Hamilton adalah *Kinship Theory*. Teori ini merupakan dasar dari perilaku *altruism*. Teori ini secara garis besar menghubungkan antara tingkat kekerabatan genetik dengan kemungkinan individu untuk membantu individu yang lain. Teori Hamilton ini selanjutnya diterjemahkan pada bentuk model matematika sebagai berikut.

$$\left(\sum_{i=1}^n rb \right) - c > 0$$

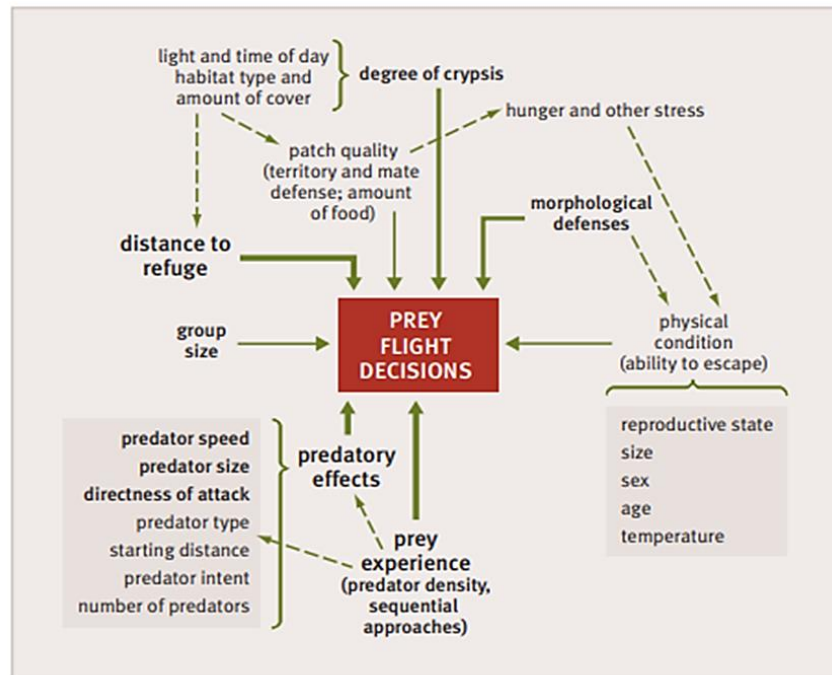
Keterangan: r adalah hubungan kekerabatan genetik, b adalah keuntungan yang diterima oleh individu lain, dan c adalah kerugian yang diderita oleh individu lain bila menolong individu lain.



Gambar di atas menunjukkan peta silsilah antara individu X dan Y. Tentukan apakah pernyataan berikut Benar (B) atau Salah (S)!

- Hubungan kekerabatan X dan Y terendah terdapat pada keluarga A.
- Hubungan kekerabatan X dan Y pada keluarga B dan D berbeda.
- Kemungkinan untuk individu X menolong Y pada keluarga A adalah saat keuntungan yang didapatkan 8 kali dari kerugian yang akan diterima.
- Individu X akan selalu menolong individu Y pada keluarga C bila keuntungan yang diterima adalah minimal 5 kali dari kerugian yang akan diterima.

43. Gambar di bawah ini menunjukkan faktor-faktor yang memengaruhi hewan untuk melarikan diri dari musuh alami atau predator



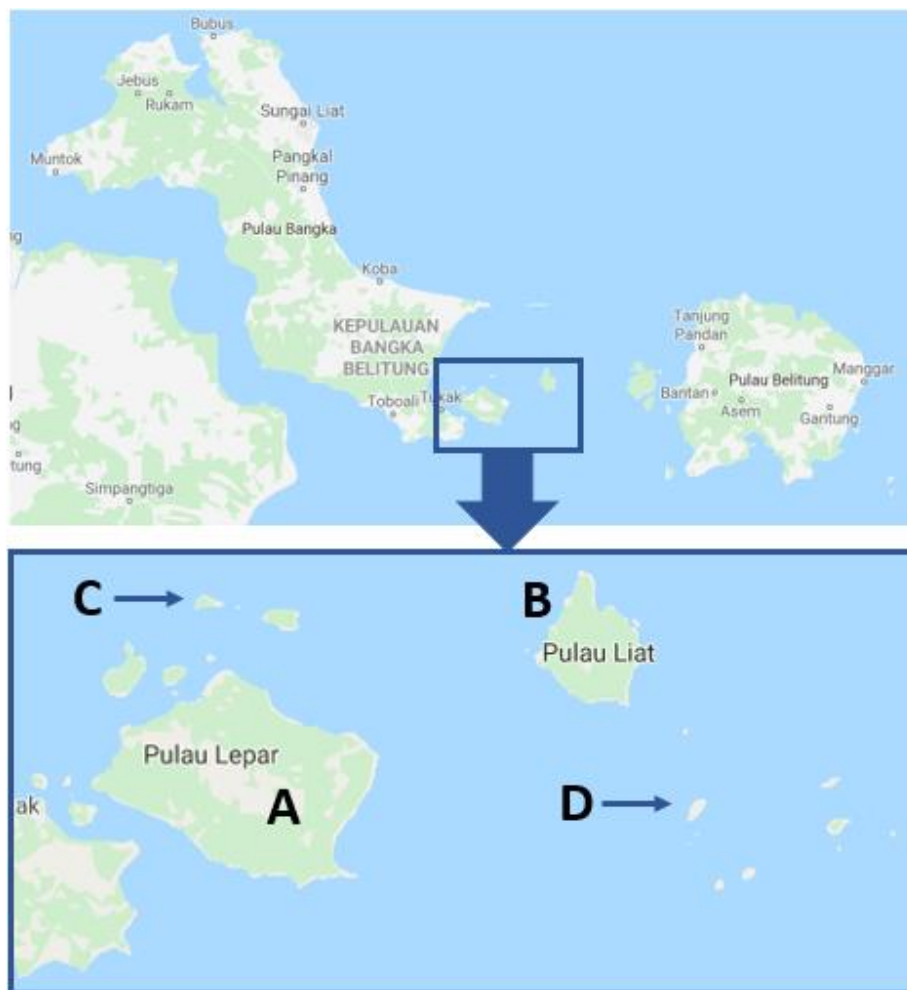
Keterangan: panah yang lebih tebal menunjukkan faktor yang lebih kuat.

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

- Hewan yang berada jauh dari daerah teritori atau perlindungan, memiliki kecenderungan untuk melawan pemangsa mereka karena energi untuk melarikan diri relatif besar.
- Hewan yang sedang mencari makan akan lebih lambat dalam melarikan diri dari pemangsa.
- Adanya struktur morfologi yang memungkinkan untuk mempertahankan diri dapat menurunkan persepsi dari mangsa terhadap keberadaan pemangsa.
- Hewan dewasa lebih mudah untuk ditangkap pemangsa dibandingkan dengan hewan yang belum dewasa.

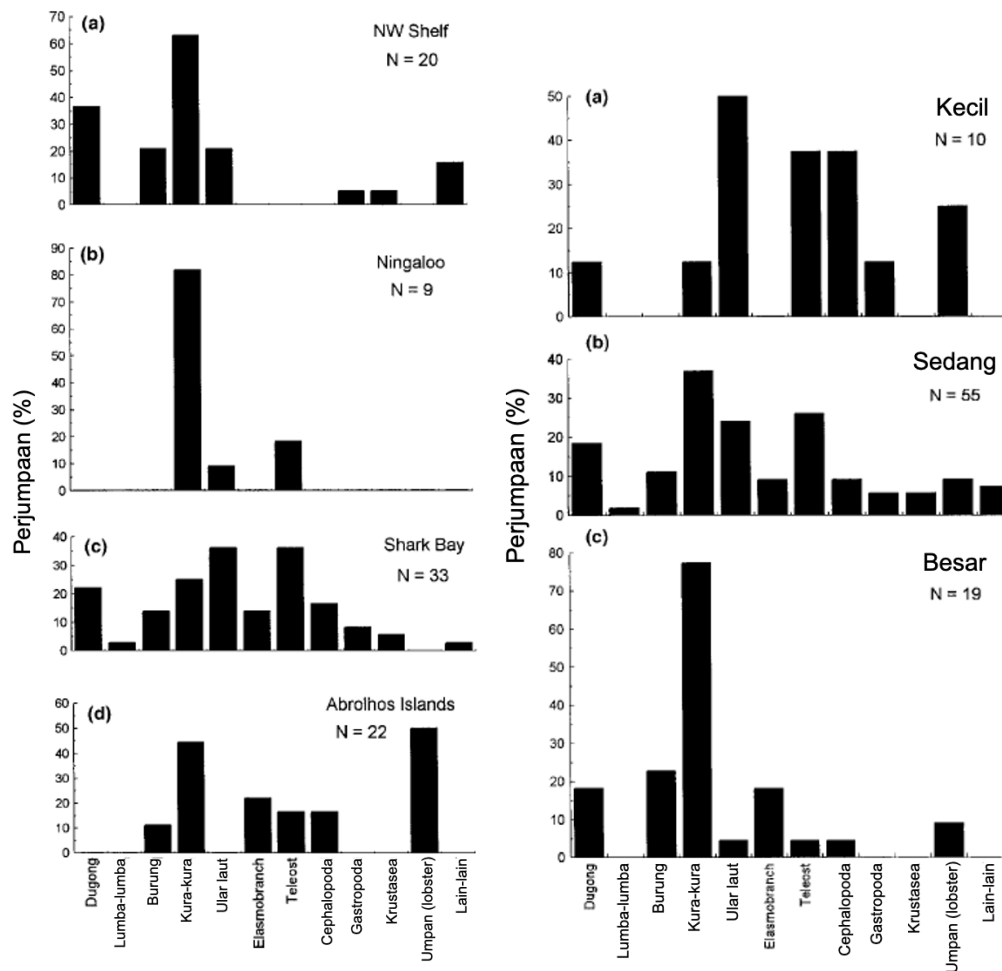
EKOLOGI

44. KSN 2020 will be held in June in Bangka Belitung province. The map below is depicting islands in Bangka Belitung province.



Assumed if Tukak is located in the mainland; Pulau Lepar is Island A; and Pulau Liat is Island B. Using your ecological knowledge, indicate if each of the following statements is True (B) or False (S)!

- A. Species diversity of rubber tree and its relatives in Island A > Island B.
 - B. Species diversity of birds in Island C > Island B.
 - C. Mouse (which are able to invade ship) population could disturb the existed community in island D.
 - D. Island's size and distance from mainland strongly influence intraspecies diversity of coconut plant.
45. Hiu macan, *Galeocerdo cuvier*, dikenal dengan komposisi dietnya yang beragam dan perilaku makan yang oportunistik. Sebuah studi dilakukan untuk menganalisis konten perut hiu macan dan melihat jenis-jenis mangsanya di perairan Australia. Hiu macan ditangkap menggunakan umpan pancing lobster. Hiu macan ditangkap di sekitar pantai barat Australia di empat lokasi geografis: NW Shelf, Ningaloo, Shark Bay, dan Abrolhos Islands. Mangsa dikategorikan ke dalam 12 kelompok taksa dan dihitung presentase perjumpaannya. Hasil analisis konten perut hiu macan diberikan berdasarkan lokasi geografis dan ukuran hiu macan dalam grafik berikut. Mangsa umpan yang digunakan dalam penelitian tidak dimasukkan ke dalam analisis namun lobster umpan yang umum digunakan pemancing di Australia yang tidak berasal dari penelitian dimasukkan.



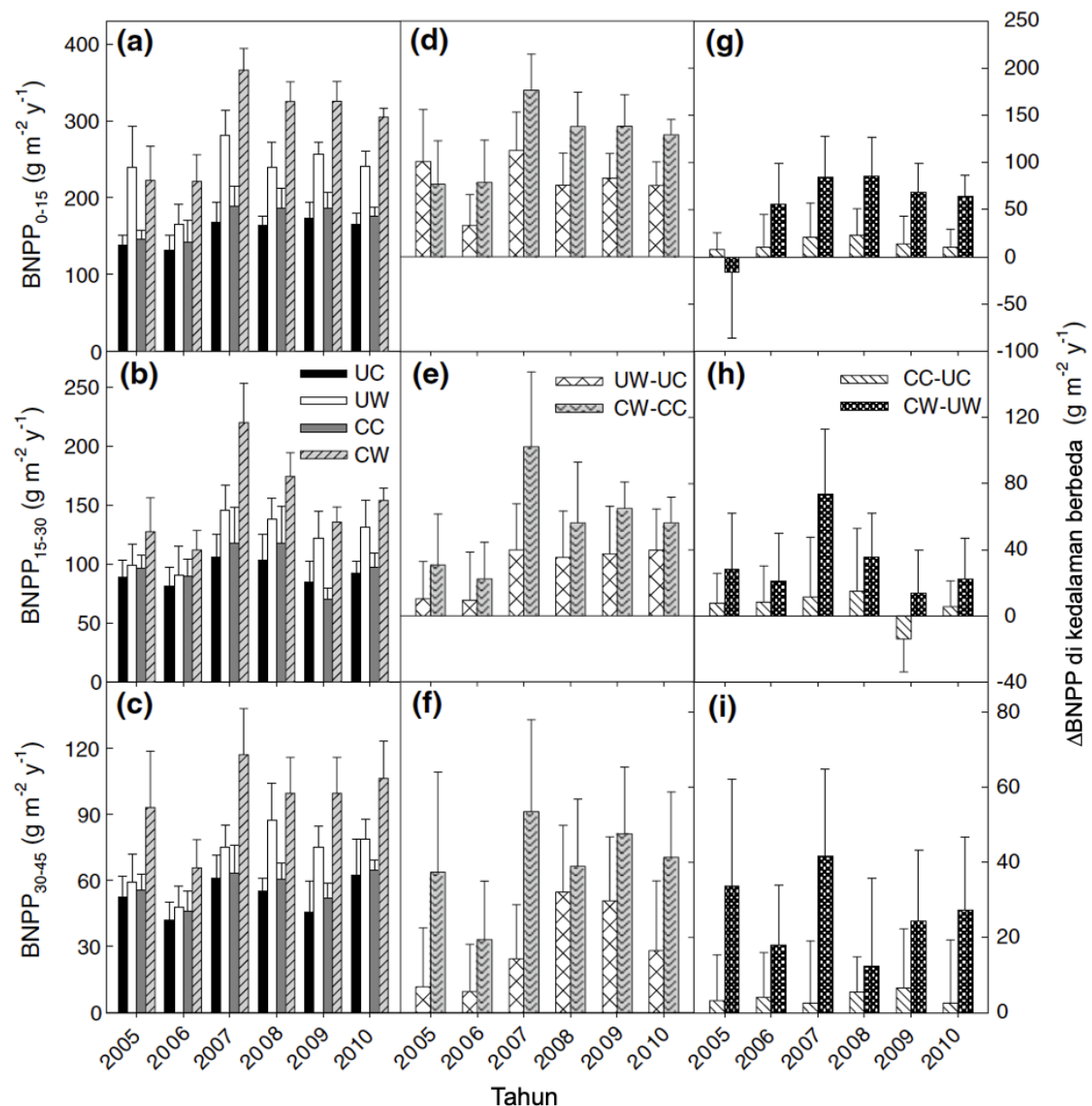
Perjumpaan=frekuensi ditemukan. Besar, sedang kecil: ukuran hiu

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

- Konversi energi dari mangsa yang berukuran besar tergolong efisien di hiu macan.
- Semakin besar hiu, semakin tinggi keanekaragaman mangsa yang dikonsumsi.
- Hiu macan merupakan pengontrol populasi kura-kura yang signifikan.
- Hilangnya hiu macan dari pantai barat Australia dapat menyebabkan ledakan populasi lumba-lumba.

46. Untuk mengetahui efek perubahan iklim terhadap produktivitas primer bersih biomassa bawah permukaan tanah (BNPP), suatu eksperimen dilakukan terhadap dua spesies semak C3 dan dua spesies rumput C4. Dua macam perlakuan diberikan: pemotongan untuk meniru efek pemanenan dan pemanasan permukaan tanah dengan sinar inframerah untuk meniru efek pemanasan global. Biomassa akar diukur pada tiga kedalaman: 0-15, 15-30, dan 30-45 cm dari permukaan tanah. Eksperimen ini dilakukan selama

Hasilnya ditampilkan dalam grafik berikut. Grafik a-c menunjukkan variasi produktivitas primer bawah tanah (BNPP), grafik d-f menunjukkan efek pemanasan, dan grafik g-i menunjukkan efek pemotongan pada BNPP di tiga kelompok kedalaman.

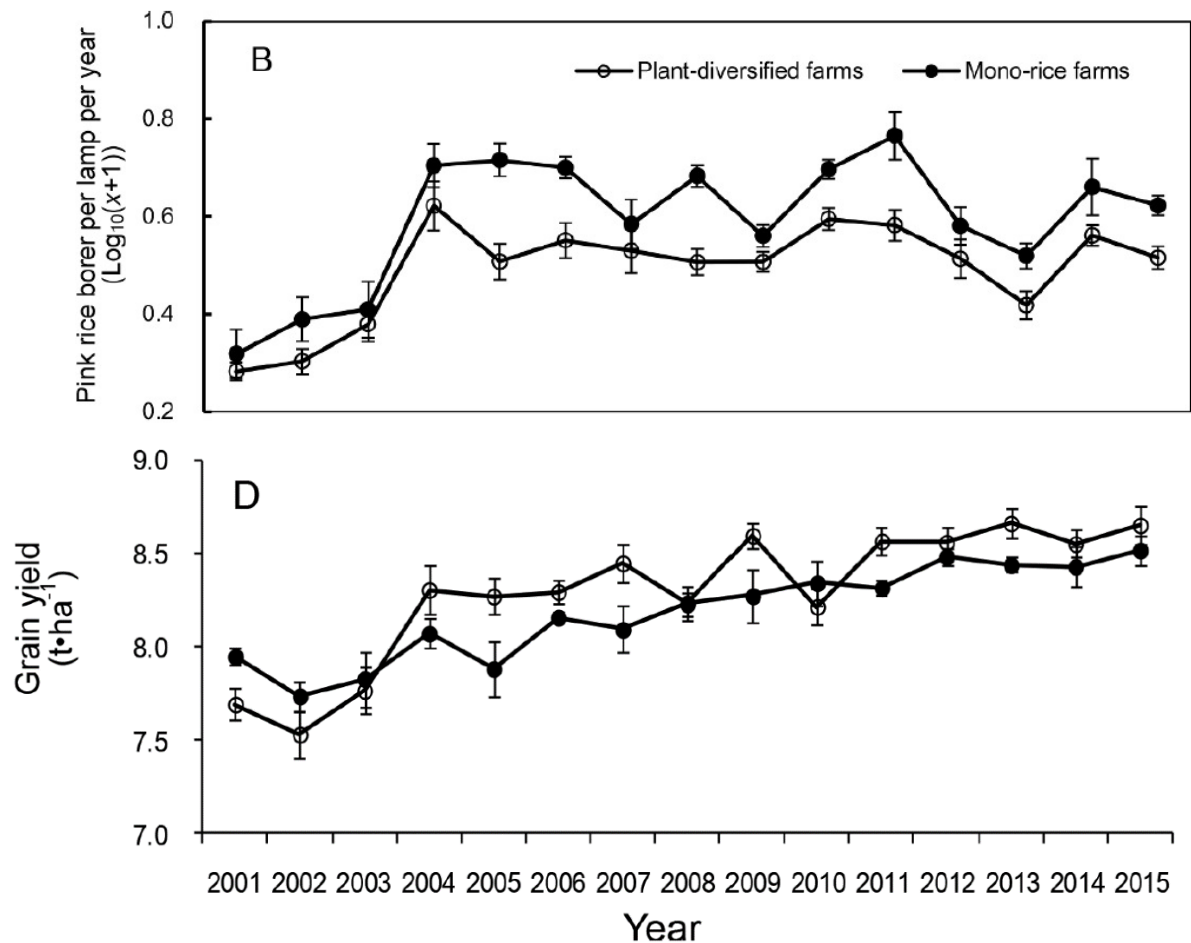


UC = kontrol (tidak dipanasi maupun dipotong); UW = tidak dipotong, dipanasi; CC = dipotong, tidak dipanasi; CW = dipotong dan dipanasi.

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

- Sebagian besar produktivitas primer bersih berada pada 15 cm pertama dari permukaan tanah.
- Pemanasan dan pemotongan meningkatkan produktivitas primer bawah tanah.
- Lapisan tanah hingga 45 cm merespons perubahan temperatur dengan pola yang sama dengan permukaan tanah.
- Pemanasan global dapat mengubah kemampuan penyimpanan karbon di bawah tanah.

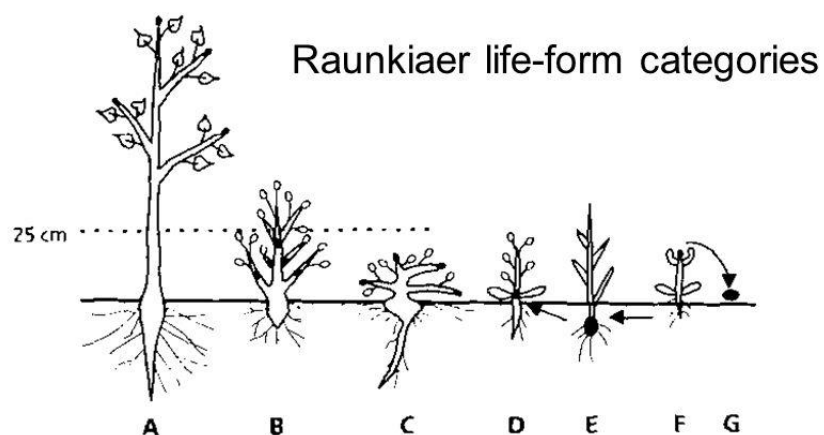
47. A study aimed to monitor rice pests' abundance as an effect of plant diversification in 34 community farms in Shanghai. Figure B shows the abundance of pink rice borer (*Sesamia inferens*) in rice fields evaluated with trapping lamps, while Figure D shows grain yield per hectare taken from 2001 to 2015.



Indicate if each of the following statements is True (B) or False (S)!

- Plant-diversified farms suffered more from pink rice borer than mono-rice farms.
- Plant-diversified farms have higher grain yield than mono-rice farms.
- Pink rice borer is the main factor affecting grain production in community farms.
- Assuming that no insecticide spraying has taken place in all years, the diversification of farms provides refugial habitat to the predators of pink rice borer.

48. Gambar di bawah menunjukkan pengelompokan tumbuhan yang dilakukan oleh Raunkiaer.



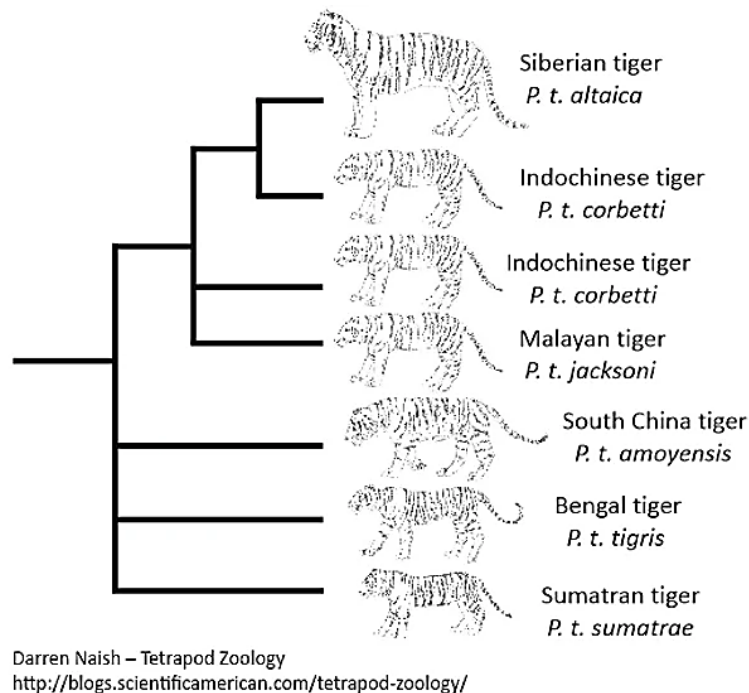
- A) phanerophyte: tree or shrub with perennating buds held >25cm above ground
- B) and C) chamaephyte: semishrub, buds <25cm
- D) hemicryptophyte: perennial herb with bud at ground level
- E) geophyte: herb with bulb or other perennating organ below ground
- F) therophyte: annual plant surviving only as seed (G)

Tentukan pernyataan berikut ini benar atau salah!

- A. Therophyte banyak ditemukan pada ekosistem dengan curah hujan yang tidak menentu atau ekosistem dengan tingkat gangguan (disturbance) yang tinggi.
- B. Geophyte banyak ditemukan di daerah savana dan padang gurun (desert)
- C. Hemichameophyte adalah tumbuhan pertama yang akan ditemukan pada savana yang mengalami kebakaran hutan.
- D. Sebagian besar pheophyte ditemukan di daerah tropis

BIOSISTEMATIKA

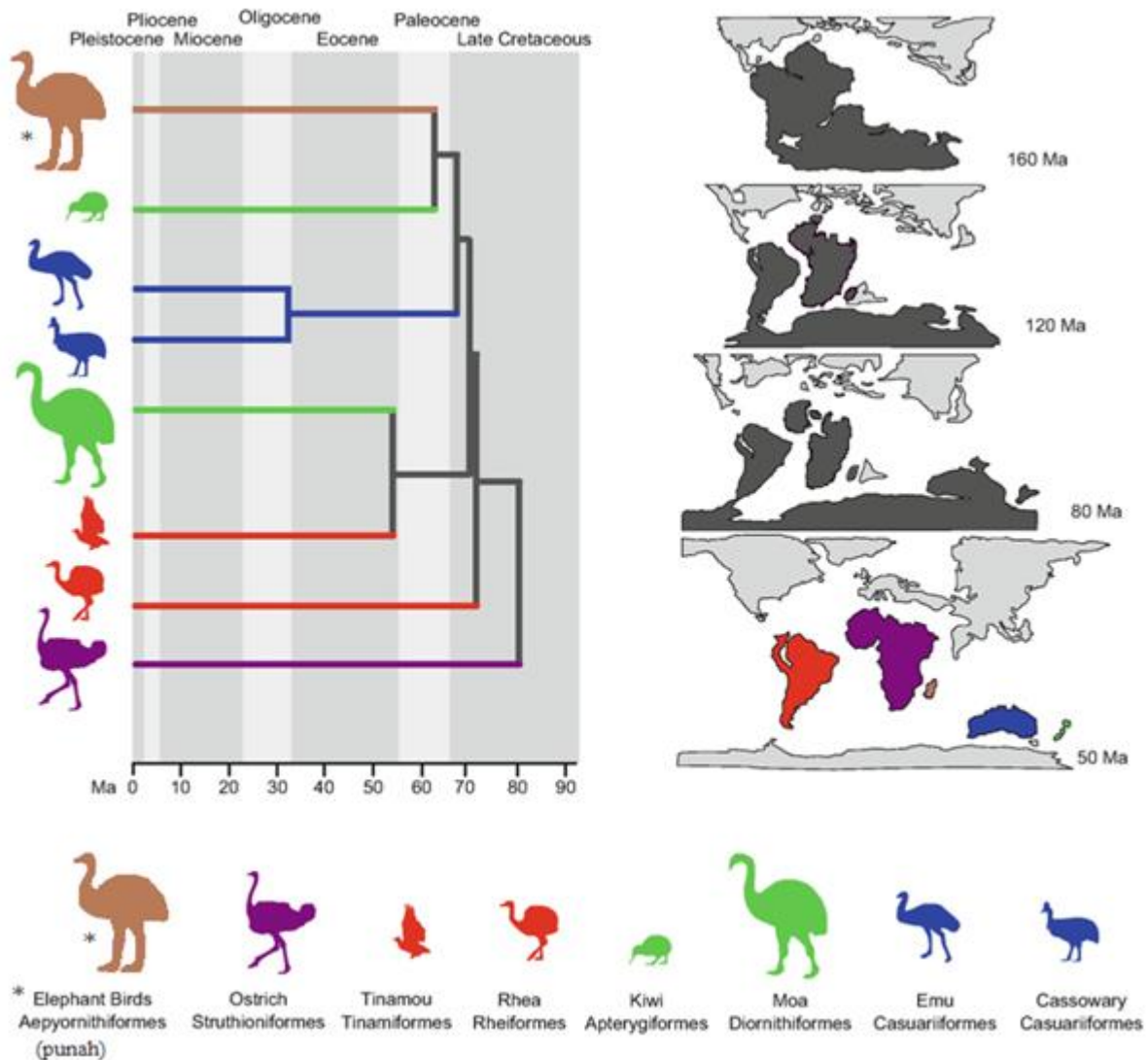
49. Perhatikan gambar pohon kekerabatan subspecies harimau di bawah ini!



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

- A. Harimau Sumatra merupakan garis keturunan yang pertama kali terpisah.
- B. Masih belum jelas apakah kerabat terdekat harimau Sumatra adalah harimau Bengala atau harimau Cina Selatan.
- C. Harimau Indochina merupakan taksa saudara dari harimau Siberia.
- D. Peninjauan lebih lanjut serta pemisahan harimau Indochina menjadi dua subspecies yang berbeda mungkin diperlukan.

50. Pohon kekerabatan di bawah kiri merupakan hipotesis filogenetik terkalibrasi (waktu) dari burung-burung Palaeognatha yang dibuat berdasarkan data genom dan morfologi. Gambar di sebelah kanan adalah proses pergeseran benua seiring berjalannya waktu. Bagian paling bawah dari gambar tersebut adalah persebaran anggota-anggota Paleognatha.



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

- Topologi pohon kekerabatan di atas sesuai dengan distribusi geografis dari anggota-anggotanya.
- Nenek moyang Paleognatha muncul ketika Gondwana masih bersatu.
- Nenek moyang dari Kiwi sampai di New Zealand secara terpisah dari nenek moyang Moa.
- Pohon di atas tidak mendukung hipotesis bahwa diversifikasi Paleognatha terjadi karena adanya kejadian vikarians (*vicariance event*) ketika Gondwana mulai terpisah.

----- AKHIR LEMBAR SOAL -----

----- PERIKSA KEMBALI JIKA ADA JAWABAN YANG KOSONG -----