



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS**



**OLIMPIADE SAINS NASIONAL
BIOLOGI**

*Test Seleksi Calon Peserta
International Biology Olympiad (IBO) 2017*

**16–21 Mei 2016
Palembang, Sumatera Selatan**

**TES TEORI - BAGIAN B
LEMBAR PERTANYAAN**

Total Point: 50
Waktu: 180 Menit



www.tobi.or.id

PETUNJUK

- **Bacalah petunjuk** pengerjaan soal dengan baik.
- Tuliskan nama, asal sekolah, dan nomor peserta pada lembar pertanyaan.
- Tuliskan identitas (nama dan nomor peserta) pada lembar jawaban komputer (LJK) yang telah disediakan.
- Setiap pertanyaan berisi **empat pernyataan** yang mengindikasikan **Benar (B)** atau **Salah (S)**
 - Jika menjawab **semua pernyataan** dengan benar, maka akan mendapatkan nilai 1
 - Jika menjawab **tiga pernyataan** dengan benar, maka akan mendapatkan nilai 0,6
 - Jika menjawab **dua pernyataan** dengan benar, maka akan mendapatkan nilai 0,2
 - Jika hanya menjawab **satu pernyataan** benar, maka anda tidak akan mendapatkan nilai (0)
- Tidak ada sistem minus
- **Hitamkan jawaban yang benar pada Lembar Jawaban Komputer (LJK).** Gunakan pensil 2B. Jika jawaban yang anda pilih dirasa kurang tepat, maka hapuslah jawaban sebelumnya dan bulati jawaban yang benar.
- Anda boleh menggunakan kalkulator.

⌘SELAMAT BEKERJA ⌘

BIOLOGI SEL DAN MOLEKULER

- Jordan menemukan strain bakteri X yang dapat menghasilkan enzim amilase dengan potensi aplikasi industri yang menjanjikan dan selanjutnya ingin melakukan optimasi pertumbuhan bakteri tersebut untuk dapat digunakan sebagai kultur produksi enzim. Jordan merencanakan penggunaan metode *Total Plate Count* (TPC) untuk menghitung jumlah bakteri selama pembuatan kurva tumbuh. Sebelum melakukan eksperimen kurva tumbuh, validasi rentang jumlah koloni *plate* yang optimal dilakukan untuk digunakan dalam perhitungan jumlah bakteri X. Validasi dilakukan dengan menganalisis data kolektif pertumbuhan grup koloni bakteri X pada plate agar. Data jumlah koloni bakteri dianggap konsisten dengan rata-rata (*mean*) untuk tiap grupnya jika nilai jumlah koloni yang terhitung tidak lebih (*too high*) atau kurang (*too low*) dari 20% nilai rata-rata. Tabel di bawah menunjukkan data kolektif terkait konsistensi pengukuran jumlah koloni bakteri untuk tiap grup.

Group	Checked Within 20 Percent of Average		Discrepant Plates, Did Not Check Within 20 Percent of Average				Total Number of Plates in Group
	Number	Percent	Too Low	Too High	Total Number	Percent	
0 to 10	98	22,3	172	169	341	77,7	439
10 to 20	97	53,9	29	54	83	46,1	180
20 to 30	54	72,9	6	14	20	27,1	74
30 to 50	67	66,3	11	23	34	33,7	101
50 to 100	162	84,8	17	12	29	15,2	191
100 to 200	179	93,2	8	5	13	6,8	192
200 to 400	105	78,9	25	3	28	21,1	133
Over 400	100	44,4	114	11	125	55,6	225
0 to 30	249	35,9	207	237	444	64,1	693
20 to 400	567	82	67	57	124	18	691
30 to 400	513	83,1	61	43	104	16,9	617
20 to 200	470	82,9	43	54	97	17,1	567
30 to 200	416	84,3	37	40	77	15,7	493
40 to 200	376	86	23	28	61	14	437
Over 400	100	44,4	114	11	125	55,6	225

Berdasarkan data dan informasi diatas, tentukanlah mana diantara pernyataan dibawah ini yang Benar atau Salah.

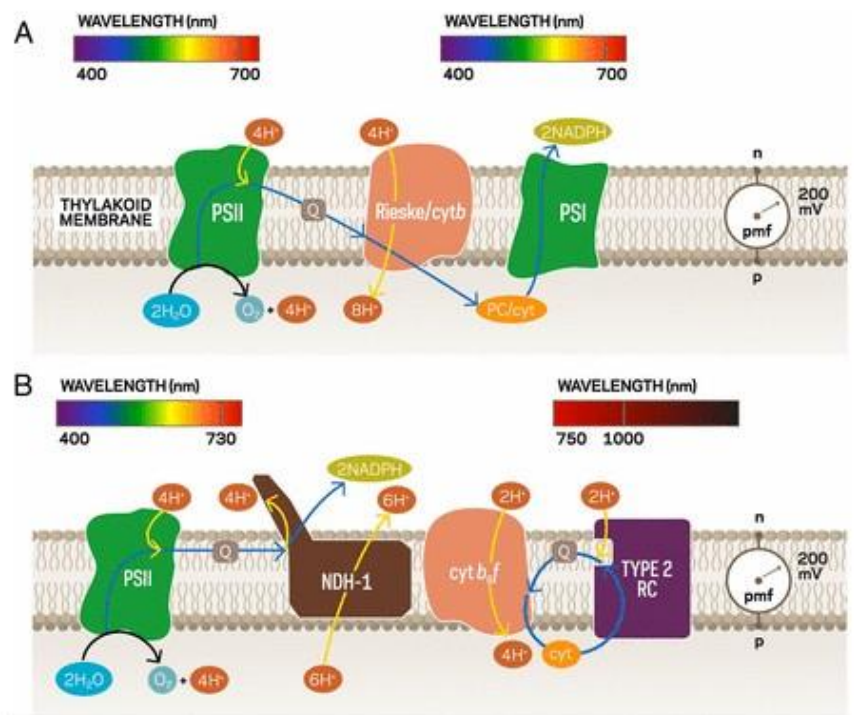
- Grup jumlah koloni bakteri 0-10 memiliki konsistensi data jumlah koloni yang paling tinggi untuk tiap platenya jika dibandingkan dengan data grup rentang koloni bakteri lainnya.
 - Kecenderungan nilai penyimpangan jumlah koloni bakteri yang lebih tinggi dari rata-rata pada data grup koloni bakteri yang <50 kemungkinan dikarenakan adanya pengaruh yang signifikan dari kehadiran bakteri kontaminan.
 - Secara statistik, berdasarkan data diatas, jumlah koloni bakteri antara 20-400 relatif memiliki validitas yang tinggi untuk disertakan dalam penghitungan jumlah koloni bakteri X dikultur produksi nantinya menggunakan metode TPC.
 - Kecenderungan nilai penyimpangan jumlah koloni bakteri yang lebih rendah dari rata-rata pada data grup koloni bakteri yang >50 kemungkinan dikarenakan adanya pengaruh *overcrowded* koloni bakteri pada *plate* agar.
- Informasi urutan DNA dari suatu *primer forward* yang rencananya akan digunakan untuk mengamplifikasi salah satu gen dari DNA bakteri tertentu adalah sebagai berikut:

5'-CCCCGAATTCACATGACGAGGGCCC-3'

Berdasarkan informasi tersebut, tentukanlah benar atau salahnya pernyataan-pernyataan di bawah ini terkait desain *primer forward*.

- A. Jumlah *amplicon* yang dihasilkan kemungkinan relatif rendah dikarenakan primer yang digunakan membentuk struktur *hairpin* dan menghambat proses amplifikasi DNA.
- B. Primer diatas digunakan untuk memindahkan DNA ke suatu vektor yang lain.
- C. Nilai T_m (*melting temperature*) dari primer forward diatas adalah 60°C .
- D. Berdasarkan informasi yang diberikan, kemungkinan *primer forward* membentuk dimer dengan *primer reverse* adalah 75%.

3. Gambar di bawah ini menunjukkan diagram skematik membran yang dipasangkan dengan energi untuk fotosintesis pengoksidasi air dan sintesis NAD(P)H.

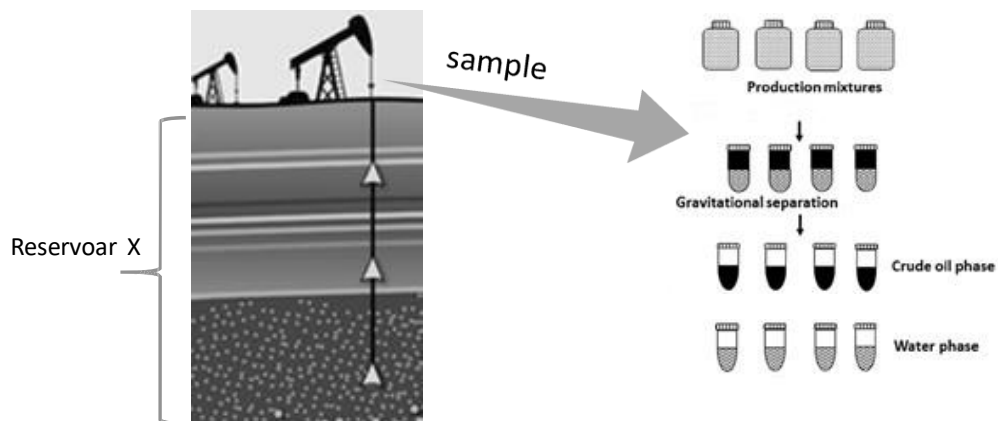


Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini.

- A. Fotosintesis pengoksidasi air hanya menggunakan setengah dari foton yang kompeten secara energetik dari sinar matahari.
- B. Dua fotosistem yang beroperasi secara seri untuk melakukan reaksi redoks dari oksidasi air ke reduksi NADP^+ dan memompa proton untuk menyediakan *proton motive force* (pmf).
- C. Pusat reaksi (RC) PSII mengirim elektron dari oksidasi air untuk reduksi quinon, sedangkan kompleks RC tipe 2 dan cytb6f berkolaborasi menjaga pmf melalui transfer elektron siklik.
- D. Kompleks NDH-1 mengkonsumsi beberapa pmf untuk menstimulasi transfer elektron dari oksidasi air ke NAD(P)^+ dan sisanya digunakan untuk ATP sintase.

4. Reservoir/sumur minyak bumi merupakan salah satu lingkungan dengan kondisi fisika dan kimia yang relatif ekstrim untuk pertumbuhan mikoorganisme. Temperatur, salinitas dan kehadiran senyawa toksik yang cukup tinggi merupakan contoh faktor yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba untuk dapat hidup di lingkungan tersebut. Suatu penelitian dilakukan untuk menganalisis karakteristik mikroorganisme yang dapat hidup di reservoir/sumur minyak bumi X.

Sampel minyak mentah yang diproduksi dari dalam bumi dipisahkan antara komponen/fraksi air dan minyaknya melalui proses sentrifugasi. Masing-masing komponen air dan minyak selanjutnya dianalisis secara terpisah (Gambar 1) dan kehadiran mikroba dikarakterisasi melalui kehadiran gen-gen yang ditemukan pada setiap sampel.



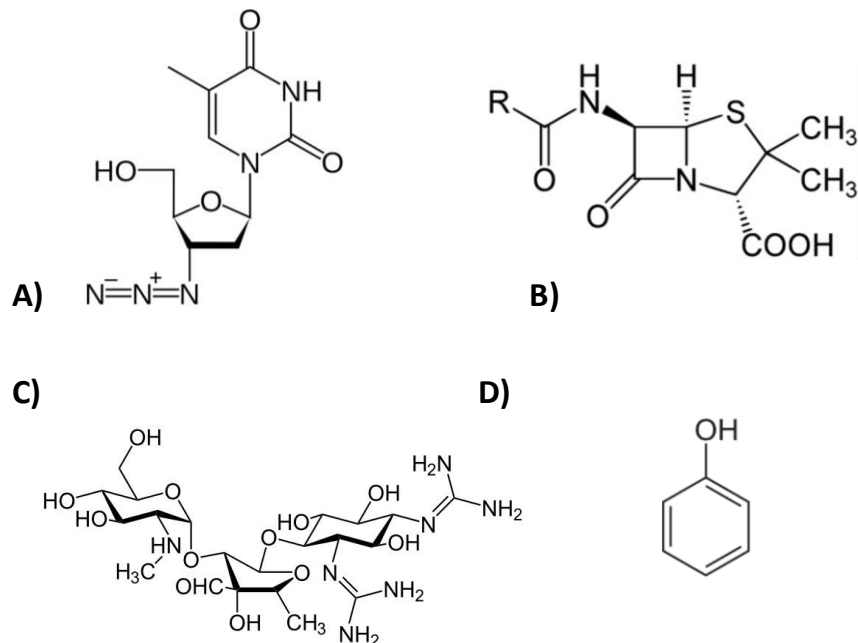
Gambar 1. Ilustrasi proses produksi minyak mentah dari dalam bumi dan penyiapan sampel untuk analisis biomolekuler.

Di bawah ini ditampilkan hasil analisis molekuler terhadap jumlah relatif gen-gen yang ditemukan dari kedua sampel.

Gene category	Oil	Water
Aromatics	21.3838	20.2162
Pesticides related compound	0.7909	0.6744
Other Hydrocarbons	1.1394	1.1251
Other organic compound	1.0459	1.1181
Herbicides related compound	2.5452	2.3168
Chlorinated solvents	0.8642	0.9914
Stress	22.1109	21.7755
Antibiotic resistance	4.0065	4.4057
Carbon cycling	12.9068	12.5281
Metal Resistance	12.9366	13.1897
Nitrogen	7.5521	8.4471
Sulfur	3.149	3.2970
Other category	2.0064	2.0351
Virulence	4.0099	4.0839
Bacteria phage	0.4629	0.5593
Energy process	1.3421	1.4778
Phosphorus	1.7477	1.7589

Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini.

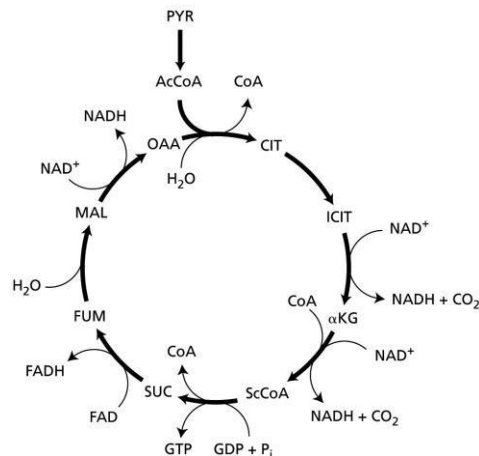
- A. Tingginya persentase kehadiran gen-gen untuk metabolisme hidrokarbon mengindikasikan adaptasi dominan mikroba yang hadir dilingkungan reservoir dalam memanfaatkan jenis substrat yang ditemukan berlimpah.
 - B. Karakterisasi gen-gen yang ditemukan disampel reservoir dapat dilakukan dengan menggunakan teknik PCR dan DNA *Microarray*.
 - C. Pada fase air, mikroba tumbuh dalam suatu mikrohabitat *droplet* air yang terpisah satu dengan yang lainnya, menyebabkan proses transfer gen horizontal lebih sulit terjadi yang dapat diamati dari perbandingan persebaran gen *bacteriophage* yang ditemukan antara sampel minyak dan air reservoir.
 - D. Hasil karakterisasi gen mengindikasikan bahwa banyak mikroorganisme yang hidup dilingkungan reservoir merupakan *extremotolerant*.
5. Berbagai senyawa antimikroba memiliki mekanisme yang khas dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Di bawah ini ditampilkan informasi struktur molekul dari empat senyawa antimikroba yang berbeda.



Berdasarkan informasi struktur tersebut dan juga pengetahuan yang anda miliki, tentukanlah mana diantara pernyataan dibawah yang benar atau salah.

- A. Senyawa A merupakan suatu purin analog yang dapat digunakan untuk pengobatan infeksi virus.
- B. Penghambatan proses sintesis dinding sel bakteri gram positif oleh senyawa B dapat mengganggu fungsi regulasi osmotik sel tersebut dan meningkatkan terjadinya lisis sel.
- C. Interaksi senyawa C dengan komponen *peptidyl transferase* dari sub unit kecil ribosom bakteri, mengganggu proses translasi protein dan pada akhirnya menghambat proses pertumbuhan bakteri tersebut.
- D. Molekul D merupakan senyawa antimikroba dengan spektrum luas yang dapat merusak membran plasma dan menyebabkan lisis sel.

6. Perhatikan siklus asam sitrat pada gambar berikut ini.



Melalui observasi, Hans Adolf Krebs berhasil mendeduksi adanya keterlibatan siklus metabolisme asam sitrat pada proses oksidasi substrat karbon di sel hewan. Pengamatan dilakukan dari hasil pengukuran konsumsi oksigen oleh sampel sel otot dada hewan (*pigeon flight muscle extract*) dalam kehadiran dan ketidakhadiran tambahan molekul asam sitrat (Tabel 1). Disamping itu, informasi penting lain juga diperoleh dari hasil pengamatan percobaan penambahan dua senyawa inhibitor, *arsenite* dan *malonate* (tanpa penambahan senyawa asam sitrat), terhadap konsumsi oksigen dan pengamatan kehadiran kandidat senyawa intermediet.

Dalam kehadiran arsenite, sekitar 5,5 mmol asam sitrat ($C_6H_8O_7$) dikonversi menjadi ~5 mmol α -ketoglutarate ($C_5H_6O_5$). Pada penambahan malonate, konversi mol yang sama juga terjadi untuk perubahan asam sitrat menjadi suksinat ($C_4H_6O_4$). Pada kedua percobaan tersebut juga diamati adanya penurunan konsumsi oksigen oleh sel hewan, berturut-turut menjadi ~2,5 mmol dan ~5 mmol untuk penambahan *arsenite* dan *malonite*.

Table 2–5 Respiration in minced pigeon breast in the presence and absence of citrate (Problem 2 126).

TIME (minutes)	OXYGEN CONSUMPTION (mmol)		
	NO CITRATE	3 mmol CITRATE	DIFFERENCE
30	29	31	2
60	47	68	21
90	51	87	36
150	53	93	40

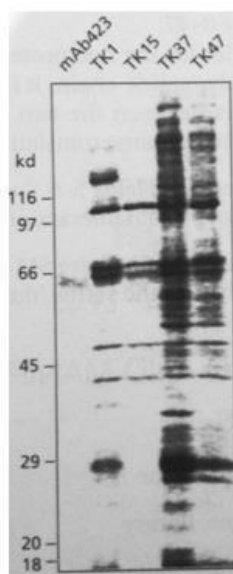
*eksperimen yang dilakukan oleh peneliti lain juga menunjukkan adanya efek stimulasi respirasi seluler pada penambahan molekul lainnya seperti fumarate, oksaloasetat, dan suksinat

Pada penelitian lanjutan, Krebs juga mengamati bahwa ketika semua oksigen pada kondisi percobaan dihilangkan, sel otot hewan tetap dapat mensintesis asam sitrat dari senyawa oksaloasetat yang ditambahkan. Tidak ada kandidat senyawa intermediet lainnya yang diamati dapat mensintesis asam sitrat tanpa kehadiran oksigen.

Berdasarkan informasi diatas, tentukanlah mana diantara pernyataan dibawah ini yang benar atau salah.

- A. Ketidakberhasilan Krebs mengamati fungsi stimulasi sitrat terhadap proses respirasi sel di *E. coli* dan ragi kemungkinan dikarenakan sel *E. coli* dan ragi tidak dapat mengambil sitrat dari medium ke dalam sel.
 - B. Asam sitrat berperilaku sebagaimana katalis yang dapat menstimulasi peningkatan konsumsi oksigen.
 - C. Sintesis asam sitrat menjadi oksaloasetat tidak membutuhkan oksigen.
 - D. Penambahan senyawa inhibitor mengindikasikan adanya penghambatan fungsi perilaku katalis dari sitrat, dan pada suatu sistem siklus metabolisme.
7. Anda menghasilkan empat antibodi monoklonal yang berbeda terhadap Orc1 *Xenopus* yang merupakan salah satu komponen *DNA replication origin recognition complex* (ORC) yang ditemukan pada eukaryot. Anda ingin menggunakan antibodi tersebut untuk melakukan *immunopurify* anggota ORC yang lain.

Untuk menentukan mana antibodi monoklonal – TK1, TK15, TK 37, atau TK 47 – yang paling cocok untuk tujuan tersebut, anda mengikatkan secara kovalen pada suatu *beads*, menginkubasinya dengan ekstrak telur *Xenopus*, mengumpulkan *beads* dengan sentrifugasi, dan mencucinya dengan hati-hati, dan kemudian melarutkan protein yang terikat dengan SDS. Anda menggunakan SDS-PAGE untuk memisahkan protein terlarut dan mewarnai protein tersebut, seperti terlihat pada gambar berikut:

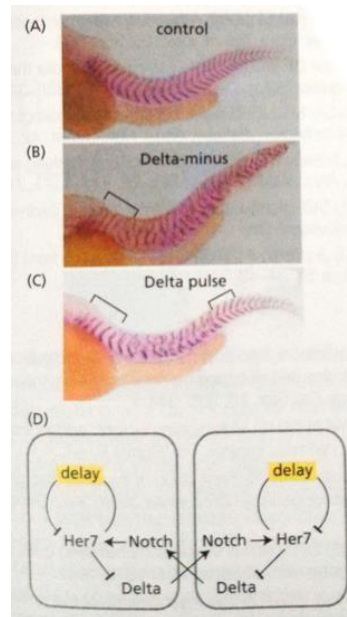


Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini.

- A. Hanya pita protein dengan berat molekul berkisar 66 kDa yang merupakan protein komponen ORC.
- B. Antibodi monoklonal yang paling spesifik adalah TK 1 dan TK15.
- C. Setiap antibodi monoklonal yang dihasilkan kemungkinan spesifik mengenali *epitope* tertentu pada Orc1.
- D. Antibodi monoklonal yang spesifik mengenali Orc1 dapat diidentifikasi dengan *immunoblotting*.

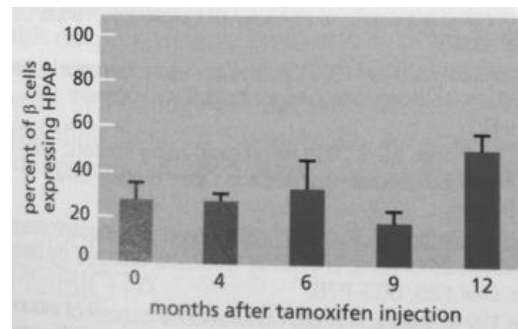
8. Jam osilasi (*oscillatory clock*) yang memicu pembentukan somit pada vertebrata melibatkan tiga komponen esensial, yaitu Her7 (represor tidak stabil pada sintesis dirinya sendiri), Delta (molekul sinyaling transmembran), dan Notch (reseptor transmembran untuk Delta).

Gambar di bawah ini menunjukkan pembentukan somit pada embrio zebrafish. Gambar (A) menunjukkan somit normal dari embrio wild-type; (B) Pembentukan somit pada embrio tanpa Delta; (C) Pembentukan somit pada embrio tanpa Delta, tapi menerima ekspresi Delta pada saat daerah yang diberi garis kurung; (D) interaksi antar komponen jam osilasi pada sel yang bersebelahan.



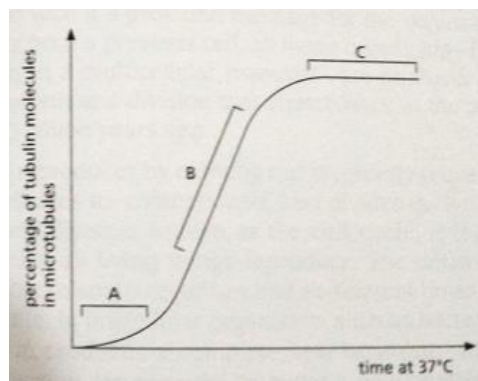
- Berdasarkan informasi di atas, tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan ini.
- A. Sistem pada gambar A bekerja secara tidak sempurna untuk menciptakan somit dengan batas yang jelas.
 - B. Pada saat tidak ada Delta, hanya somit bagian posterior yang terbentuk secara normal.
 - C. Jika ekspresi Delta ditambahkan pada embrio tanpa Delta, maka pembentukan somit kembali ke keadaan semula.
 - D. Pada kehadiran Delta, pola resiprokal sinyaling ditentukan oleh sel yang berdekatan sehingga sel tetap sinkron.
9. Asal dari sel beta pankreas yang baru – dari sel punca atau dari sel beta yang sudah ada – belum terdeteksi sampai 10 dekade yang lalu, ketika teknik penelusuran keturunan sel telah ditemukan. Dengan menggunakan mencit transgenik yang mengekspresikan bentuk Cre rekombinase yang diaktifkan oleh *tamoxifen* dibawah kontrol promotor insulin, yang hanya aktif pada sel beta, seorang peneliti mampu menghilangkan segmen inhibitori DNA sehingga menyebabkan ekspresi *placental alkaline phosphatase* (HPAP), yang dapat dideteksi dengan pewarnaan histokimia. Setelah pemberian *tamoxifen* yang mengubah sekitar 30% sel beta pada mencit muda menjadi sel pengeksresi HPAP, peneliti tersebut

mengikuti persentase sel beta yang terlabel selama 1 tahun, yaitu selama waktu jumlah sel beta total di pankreas meningkat menjadi 6,5 kali.



Tentukan apakah pernyataan di bawah ini benar atau salah.

- A. Hampir semua sel beta pankreas yang baru dihasilkan dari sel beta yang sudah ada sebelumnya.
 - B. Jika sel beta berasal dari sel punca, maka frekuensi sel yang mengekspresikan HPAP akan menurun dari 30% menjadi 5%.
 - C. Jika semua sel beta baru diturunkan dari sel beta yang sudah ada sebelumnya, maka jumlah sel pengeskspresi HPAP akan konstan sekitar 30%.
 - D. Sel beta pankreas dewasa dibentuk baik dari duplikasi sel beta dan juga diferensiasai sel punca yang sejalan dengan duplikasi tersebut.
10. Tipikal waktu dan proses polimerisasi tubulin yang dipurifikasi untuk membentuk mikrotubul ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

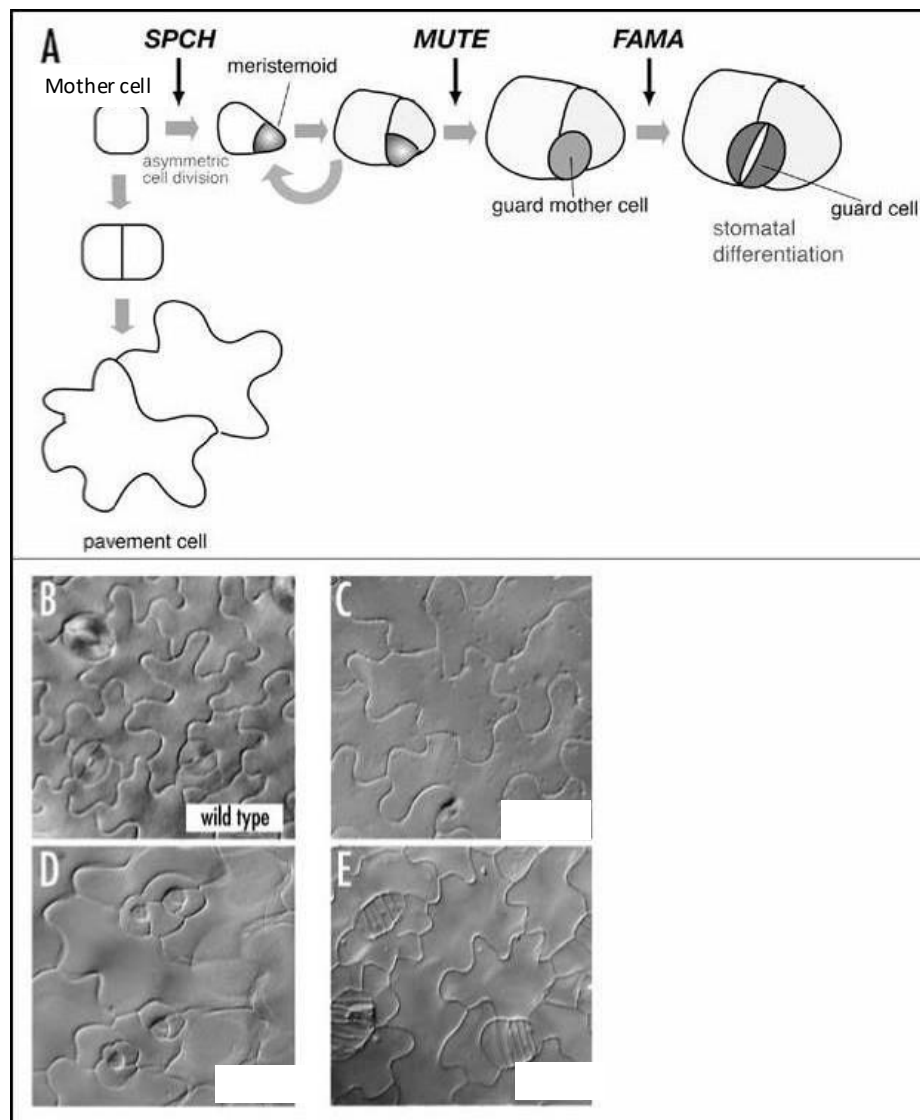


Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini.

- A. Fase A menunjukkan molekul tubulin berkumpul untuk membentuk pusat reaksi yang membutuhkan ATP.
- B. Setelah fase A, diikuti fase B yang cepat karena tubulin membentuk dimer yang ditambahkan pada ujung mikrotubul yang sedang memanjang.
- C. Fase C menunjukkan fase equilibrium dimana semua populasi mikrotubul yang sedang tumbuh mengalami penyusutan.
- D. Jika sentrosom ditambahkan maka akan terjadi penambahan situs nukleasi sehingga fase A tidak terjadi.

ANATOMI DAN FISILOGI TUMBUHAN

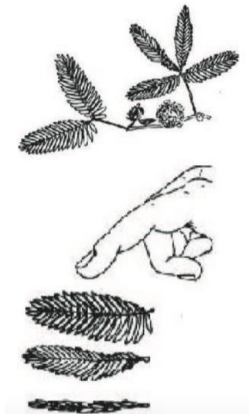
11. Pembentukan stomata pada *Arabidopsis* melibatkan serangkaian pembelahan sel yang dimulai dengan pembelahan asimetri pada sel induk meristematis menghasilkan meristemoid. Diferensiasi dan orientasi sel penutup dari meristemoid sangat ditentukan oleh berbagai gen seperti *SPCH*, *MUTE* dan *FAMA*. Diagram berikut memperlihatkan proses diferensiasi sel penutup pada *wild type* (A dan B) serta ketiga mutan *spch*, *mute* dan *fama*



Tentukan apakah pernyataan berikut benar atau salah.

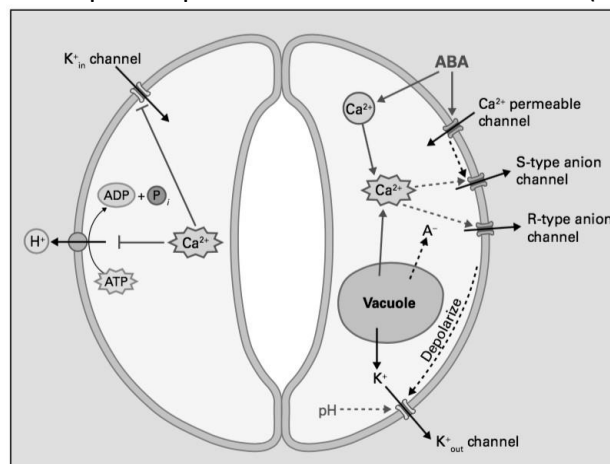
- A. Meristemoid merupakan sel induk sel penutup yang berasal dari turunan protoderm.
B. Gambar C menunjukkan mutan *fama*.
C. Gambar D menunjukkan mutan *mute*.
D. Gambar E menunjukkan mutan *spch*.

12. Tumbuhan memiliki kemampuan dalam menanggapi rangsang dari lingkungan. Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan suatu tumbuhan yang menanggapi rangsang sentuhan.



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- A. Peristiwa yang digambarkan tersebut melibatkan peranan plasmodesmata.
 - B. Terjadi aliran sinyal elektrik di sepanjang sel-sel parenkim.
 - C. Sinyal elektrik mengakibatkan penurunan permeabilitas membran sel target terhadap ion kalium.
 - D. Sel-sel pulvinus mengalami penurunan tekanan turgor dalam waktu yang singkat karena lonjakan ion kalium yang keluar dari sel.
13. Gambar berikut ini menunjukkan model jejaring dari fungsi saluran ion yang berperan sebagai perantara dalam penutupan stomata oleh asam absisat (ABA) dan stimulus lainnya.

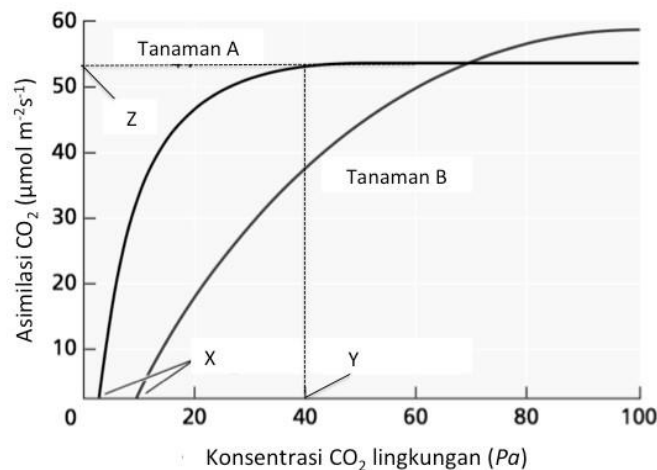


Saluran ion tipe R dan tipe S memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal potensial listrik yang mengaktifkannya dan sifat-sifat yang bergantung pada waktu.

Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

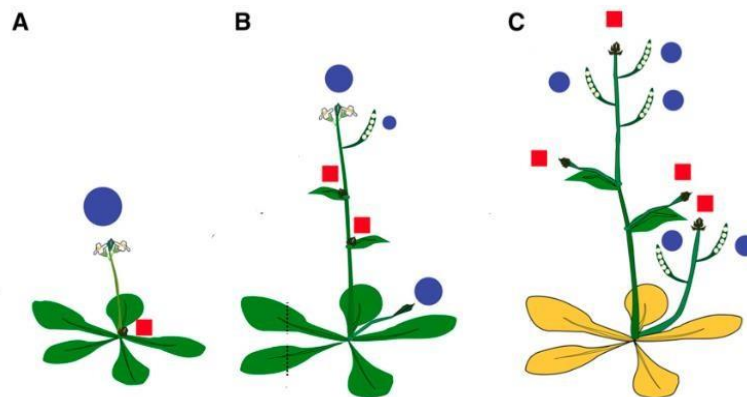
- A. Peningkatan kadar karbon dioksida di dalam rongga daun memicu terbukanya saluran ion kalium.
- B. Asam absisat secara langsung memicu aktivasi pompa proton/ATPase.
- C. Saluran ion kalium dihambat aktivitasnya oleh anion yang disekresikan oleh vakuola.
- D. Terdapat dua tipe saluran ion kalium pada membran plasma sel penjaga.

14. Perhatikan grafik di bawah ini.



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- A. Kedua kurva menunjukkan respon fotosintesis C_3 pada tanaman ternaungi (tanaman A) dan terdedah matahari (tanaman B) terhadap karbondioksida.
 - B. Pada titik Z, laju fotosintesis dibatasi oleh kadar karbondioksida.
 - C. Tanaman A memiliki kemampuan dalam mengumpulkan karbondioksida dalam bentuk asam 4C (misal malat).
 - D. Tanaman B memiliki rasio transpirasi/asimilasi CO_2 yang lebih besar dari tanaman A.
15. Gambar berikut menunjukkan model pola dominansi dan hubungan *source-sink* (sumber-penampung) yang berubah selama pembentukan buah dan biji pada tanaman Arabidopsis. Lingkaran biru menunjukkan titik dominansi dan jaringan *sink*; kotak merah menandakan penghambatan tunas aksiler. Daun hijau menunjukkan jaringan hidup, sementara daun kuning menunjukkan jaringan yang mengalami senesensi.



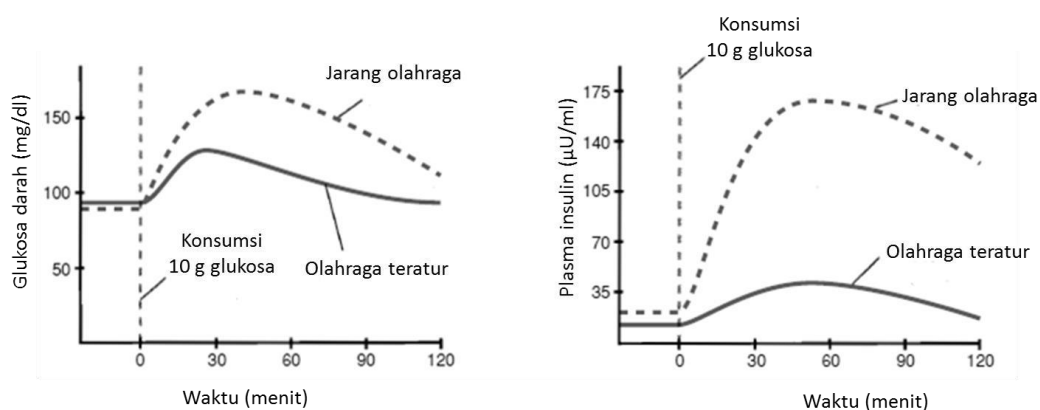
Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.

- A. Pada saat transisi ke perbungaan, satu tunas perbungaan saja dapat menghambat perkembangan tunas aksiler.
- B. Perkembangan biji dapat menghambat perkembangan dari tunas aksiler.
- C. Percabangan yang sedikit dapat memicu perkembangan biji yang berukuran besar.
- D. Tanaman steril akan mengalami senesensi yang lebih cepat dibandingkan dengan tanaman yang menghasilkan bunga/perbungaan.

16. Tumbuhan dapat menanggapi cekaman biotik melalui peristiwa hipersensitif. Tentukan apakah kondisi berikut ini dapat menyebabkan terjadi reaksi hipersensitif (BENAR) atau tidak (SALAH) saat terjadi serangan bakteri patogen pada tumbuhan.
- Bakteri memiliki gen *avr* di kromosomnya dan tumbuhan inang tidak memiliki genotipe heterozigot *Rr*.
 - Bakteri tidak memiliki gen *avr* di kromosomnya dan tumbuhan memiliki genotipe heterozigot *Rr*.
 - Bakteri memiliki gen *avr* di kromosomnya dan tumbuhan memiliki genotipe homozigot *rr*.
 - Bakteri tidak memiliki gen *avr* di kromosomnya dan tumbuhan memiliki genotipe homozigot *RR*.
17. Jenis tumbuhan yang tahan rendaman air (hidrofit) memiliki serangkaian adaptasi yang memungkinkannya untuk menolerir cekaman atau menghindarinya. Berkaitan dengan adaptasi oleh hidrofit untuk bertahan dari kondisi anoksia pada lahan basah, tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah.
- Terjadi perubahan kondisi hormonal tumbuhan yaitu peningkatan kadar etilen saat terjadi hipoksia.
 - Terbentuknya akar adventif sedikit di atas zona anaerobik ketika tumbuhan herba toleran terendam air.
 - Terjadi penumpukan osmolit pada sel-sel akar untuk menurunkan potensial osmotik sel.
 - Terjadi pemanjangan batang pada tanaman semiakuatik seperti padi saat terendam air.

ANATOMI DAN FISILOGI HEWAN

18. Kurva berikut ini menyajikan data mengenai pengaruh olah raga terhadap kadar glukosa darah dan sekresi insulin.



Tentukan pernyataan berikut ini benar atau salah!

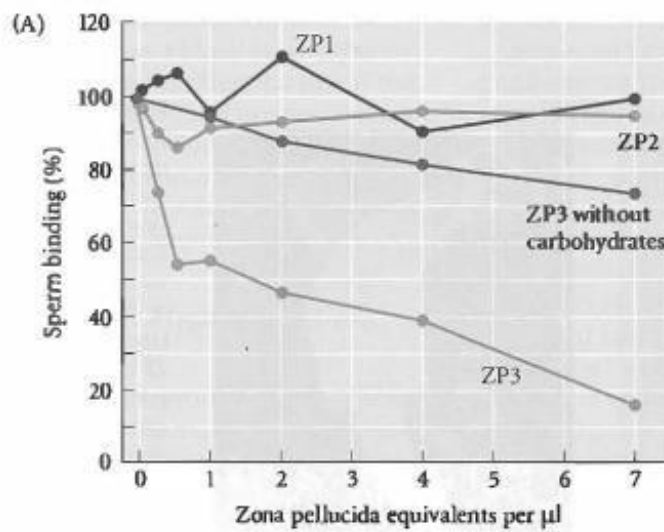
- Olahraga memicu peningkatan jumlah transporter glukosa di permukaan sel.
- Olahraga menekan produksi hormon insulin.
- Olahraga lebih cocok untuk terapai diabetes tipe I daripada diabetes tipe II.
- Kenaikan kadar insulin di dalam darah memicu peningkatan kadar glukosa darah.

19. Semua zat pada tabel berikut ini dapat difiltrasi di glomerulus.

Zat	Konsentrasi di dalam plasma (mEq/L)	Laju filtrasi glomerulus (L/Hari)	Jumlah yang disekresikan (mEq/Hari)
Na ⁺	140	180	100
Cl ⁻	105	180	100
HCO ₃ ⁻	24	180	2

Tentukan pernyataan berikut ini benar atau salah!

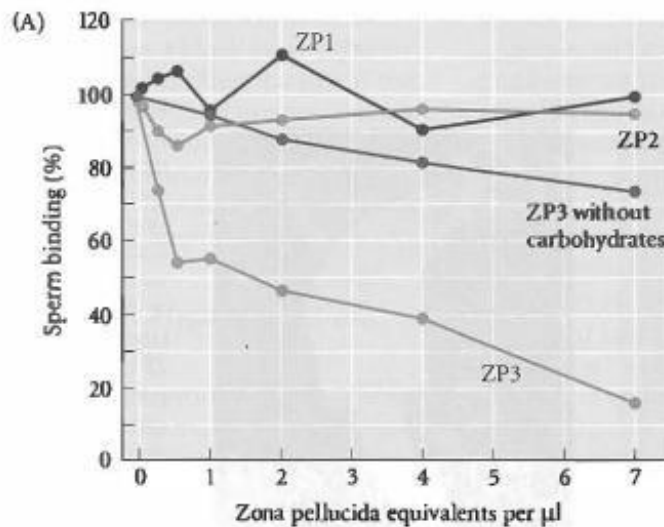
- A. Berdasarkan data pada tabel, semua zat di atas di reabsorpsi di ginjal.
 B. Persentase reabsorpsi HCO₃⁻ lebih tinggi dari Na⁺.
 C. Jumlah Cl⁻ yang terfiltrasi setiap harinya adalah 25. 200 mEq.
 D. Persentase Na⁺ yang terserap setiap harinya adalah sebesar 99,6%.
20. Fertilisasi pada mencit diawali dengan melekatnya sperma pada zona pelusida sel telur yang diikuti oleh reaksi akrosomal. Terdapat tiga protein utama pada zona pelusida sel telur mencit yaitu ZP1, ZP2 dan ZP3. Uji in vitro dilakukan untuk mengetahui peranan dari ketiga protein dalam memfasilitasi pelekatan sperma ke sel telur. Pertama-tama sperma diinkubasi pada larutan yang mengandung ZP1, ZP2, ZP3 atau ZP3 yang karbohidratnya telah dihilangkan. Setelah itu, kemampuan dari masing-masing sperma untuk melekat pada sel telur di uji dengan hasil penelitian adalah sebagai berikut:



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah!

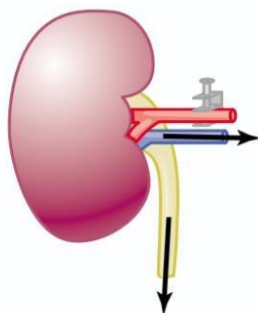
- A. Sperma melekat pada semua jenis protein ZP sel telur mencit.
 B. Sperma melekat pada bagian karbohidrat dari glikoprotein yang terdapat pada zona pelusida.
 C. Antibodi yang diinduksi menggunakan ZP3 utuh akan lebih efektif dalam menghambat pelekatan sperma ke sel telur dari pada antibodi yang diinduksi dengan menggunakan ZP3 tanpa komponen karbohidrat.
 D. Konsentrasi ZP3 di permukaan sel telur sangat penting dalam menentukan sukses tidaknya fertilisasi.

21. Fertilisasi pada mencit diawali dengan melekatnya sperma pada zona pelusida sel telur yang diikuti oleh reaksi akrosomal. Terdapat tiga protein utama pada zona pelusida sel telur mencit yaitu ZP1, ZP2 dan ZP3. Uji in vitro dilakukan untuk mengetahui peranan dari ketiga protein dalam memfasilitasi pelekatan sperma ke sel telur. Pertama-tama sperma diinkubasi pada larutan yang mengandung ZP1, ZP2, ZP3 atau ZP3 yang karbohidratnya telah dihilangkan. Setelah itu, kemampuan dari masing-masing sperma untuk melekat pada sel telur di uji dengan hasil penelitian adalah sebagai berikut:



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah!

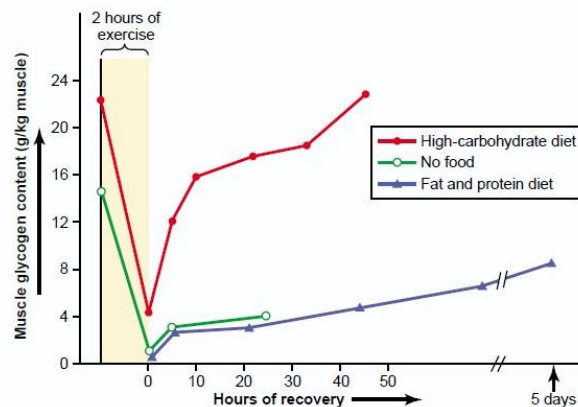
- Sperma melekat pada semua jenis protein ZP sel telur mencit
 - Sperma melekat pada bagian karbohidrat dari glikoprotein yang terdapat pada zona pelusida
 - Antibodi yang diinduksi menggunakan ZP3 utuh akan lebih efektif dalam menghambat pelekatan sperma ke sel telur dari pada antibodi yang diinduksi dengan menggunakan ZP3 tanpa komponen karbohidrat
 - Konsentrasi ZP3 di permukaan sel telur sangat penting dalam menentukan sukses tidaknya fertilisasi.
22. Pada suatu percobaan, Dr. Goldblatt melakukan pembedahan pada anjing dan kemudian memasang alat penjepit pada arteri renalis. Pemasangan alat penjepit hanya berfungsi mengurangi diameter dari arteri renalis. Tanda panah menunjukkan aliran darah pada vena renalis dan aliran urin ke vesika seminalis.



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah!

- A. Percobaan tersebut menyebabkan penurunan produksi urin pada anjing.
- B. Percobaan tersebut menyebabkan peningkatan tekanan darah sistemik anjing.
- C. Kadar renin dalam darah anjing meningkat akibat percobaan diatas, kadar renin akan tetap tinggi selama penjepit belum dilepas.
- D. Percobaan diatas memicu peningkatan kadar kadar aldosterone di dalam darah.

23. Glikogen merupakan sumber energi bagi otot. Olahraga yang intensif dapat menurunkan kadar glikogen dengan cepat. Kemampuan otot untuk mengembalikan kandungan glikogen setelah olahraga intensif sangat tergantung dari tipe nutrisi yang di konsumsi atlet.

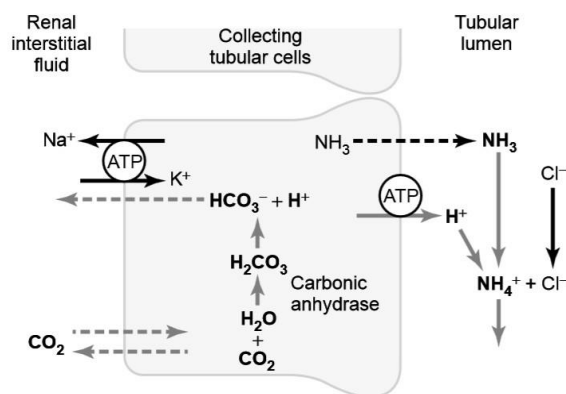


Sepak bola merupakan olahraga permainan yang banyak di gemari oleh masyarakat. Dalam permainan ini para pemain berlari secara terus-menerus selama 2 x 45 menit.

Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah!

- A. Pemain sepak bola sebaiknya mengkonsumsi makanan kaya karbohidrat dan bukan kaya protein sebelum terlibat dalam turnamen sepakbola.
- B. Jarak minimum yang paling ideal untuk pertandingan sepak bola adalah setiap 3 hari sekali.
- C. Sebaiknya seorang pemain sepakbola hanya mengikuti satu pertandingan dalam satu hari.
- D. Berat badan pemain sepakbola akan menurun setelah pertandingan.

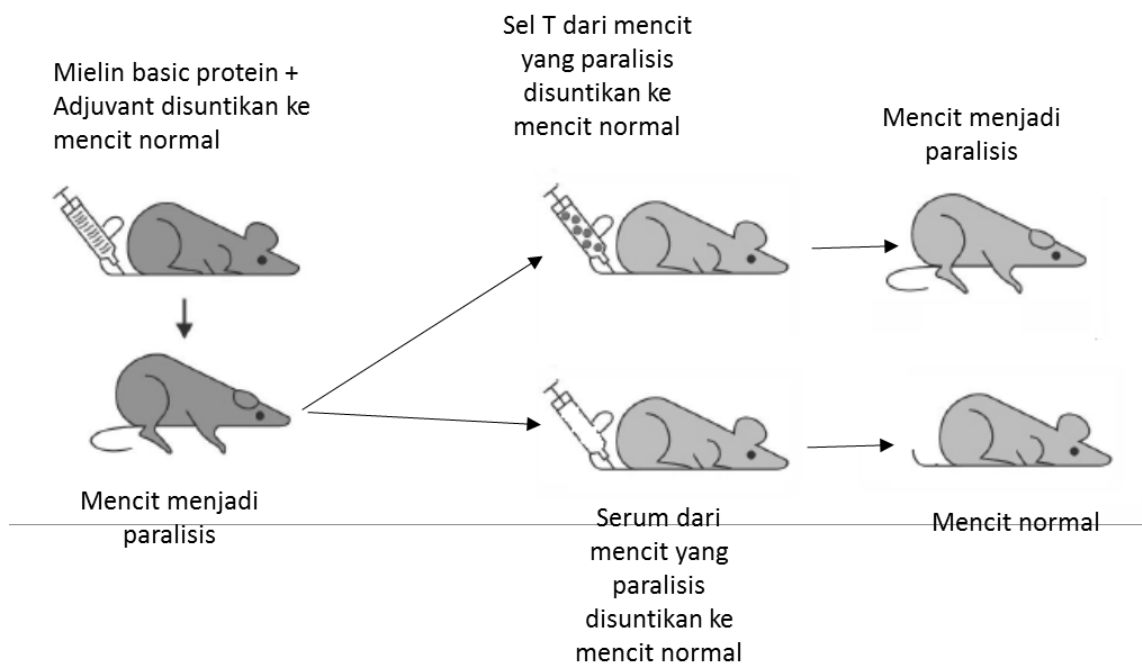
24. Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan aliran molekul di tubulus distal ginjal.



Berikut ini adalah faktor-faktor yang dapat mempengaruhi sekresi H^+ dan reabsorpsi HCO_3^- di tubulus distal. Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah!

- A. Penurunan volume cairan ekstraseluler akan meningkatkan reabsorpsi HCO_3^- dan menurunkan sekresi H^+ .
- B. Hiperkalemia akan meningkatkan reabsorpsi HCO_3^- dan meningkatkan sekresi H^+ .
- C. Peningkatan kadar aldosteron di dalam darah akan menurunkan reabsorpsi HCO_3^- dan sekresi H^+ .
- D. Peningkatan tekanan parsial CO_2 di dalam darah akan meningkatkan reabsorpsi HCO_3^- dan sekresi H^+ .

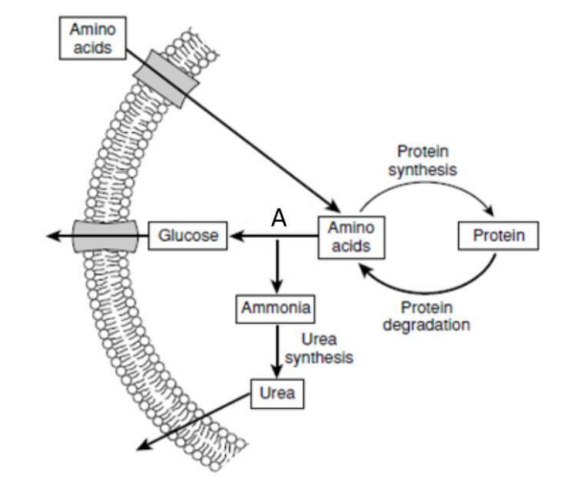
25. *Autoimmune encephalomyelitis* (EAE) merupakan penyakit autoimmunitas yang menyerang sistem saraf pusat dan mengakibatkan terjadinya kelumpuhan. Penderita penyakit ini mengalami demielinasi pada aksonnya. Diduga bahwa demielinasi disebabkan adanya respon imun terhadap protein dasar pada *myelin membrane*. Untuk menjawab dugaan tersebut dilakukan langkah sebagai berikut ini:



Tentukan pernyataan berikut ini benar atau salah!

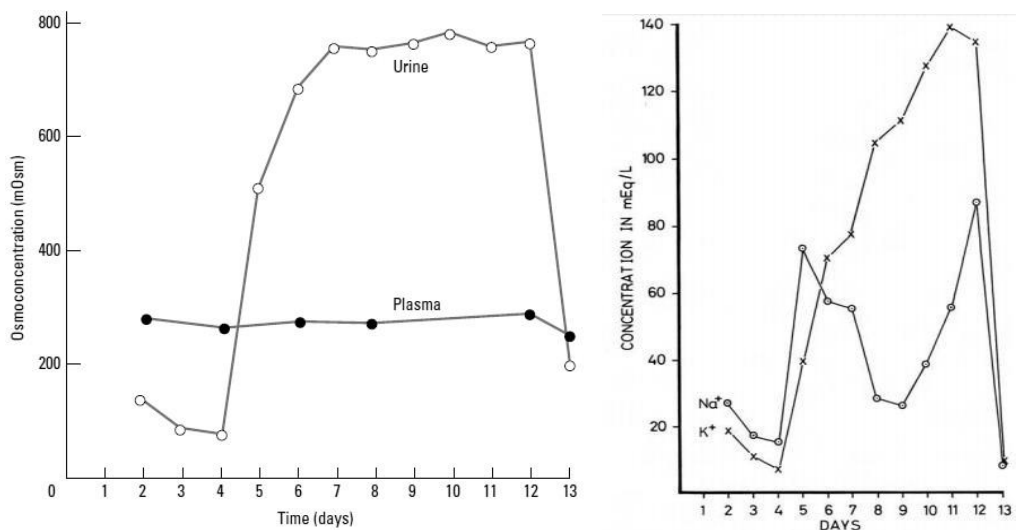
- A. Hasil percobaan menunjukkan bahwa myelin protein dasar merupakan target dari sistem imun pada penderita EAE.
- B. EAE melibatkan sistem imun humoral.
- C. EAE melibatkan sistem imun yang diperantarai sel.
- D. Transfusi darah yang berasal dari mencit normal dapat memicu EAE.

26. Berikut ini adalah respon yang terjadi pada salah satu organ tubuh akibat adanya induksi hormon.



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah!

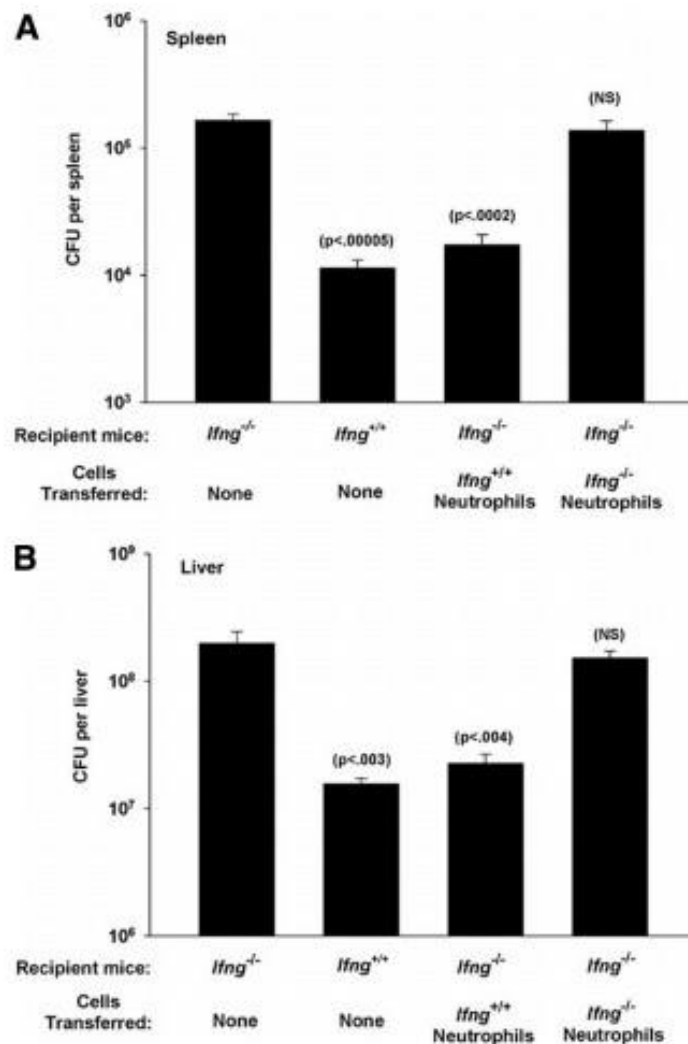
- A. Peristiwa diatas diinduksi oleh hormon yang diproduksi oleh pankreas.
 B. Proses A merupakan proses glikogenolisis
 C. Peristiwa di atas terjadi di sel-sel otot rangka
 D. Peristiwa diatas akan terjadi jika tubuh kekurangan asupan karbohidrat
27. Kurva berikut ini menyajikan data kepekatan urin dan plasma darah dari burung onta (sebelah kiri) dan konsentrasi Na^+ dan K^+ di urin burung onta (kanan) (Louw et al., 1993).



Tentukan pernyataan berikut ini benar atau salah!

- A. Burung onta mengalami dehidrasi dari hari ke 4 sampai 12.
 B. Data Na^+ dan K^+ di urin pada hari ke 5 sampai 7 menunjukkan adanya peningkatan kadar hormone aldosterone di dalam darah.
 C. Data hari ke 4 dan 12 mengindikasikan adanya peningkatan kadar ADH di dalam darah.
 D. Data diatas menunjukkan bahwa pada hari ke 4-9 terjadi reabsorpsi Na^+ di ginjal.

28. Yin dan Ferguson (2009) melakukan penelitian untuk mengetahui respon imun tubuh terhadap infeksi *Listeria monocytogenes*. Pada penelitian ini dua tipe mencit digunakan yaitu mencit mutan yang tidak mampu mensintesis interferon gamma ($Ifng^{-/-}$) dan mencit normal ($Ifng^{+/+}$).

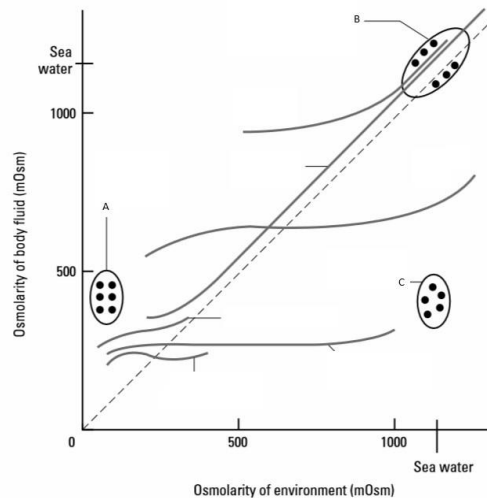


Sumbu Y pada kurva diatas menunjukkan jumlah koloni yang diperoleh pada mencit resepien tiga hari setelah proses transfer (larutan fisiologis atau Sel neutrophil, NS). NS pada kurva berarti tidak signifikan.

Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah!

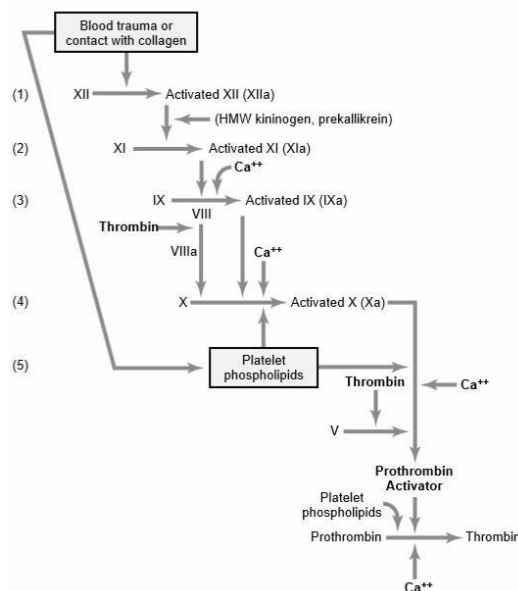
- Interferon gamma berperan penting dalam menghambat pertumbuhan *Listeria monocytogenes* di dalam tubuh.
- Sel-sel neutrofil memiliki kemampuan untuk memproduksi interferon gamma.
- Fagositosis merupakan salah satu kemampuan dari sel neutrofil. Data diatas menunjukkan bahwa kemampuan fagositosis dari neutrofil berperan penting dalam menghambat pertumbuhan *Listeria monocytogenes* di dalam tubuh.
- Mencit mutan yang tidak mampu memproduksi sel neutrofil akan mudah terinfeksi oleh *Listeria monocytogenes*.

29. Kurva berikut menggambarkan interaksi antara osmolaritas cairan tubuh dengan osmolaritas lingkungan.



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah!

- A. Manusia termasuk ke dalam organisme tipe A.
 B. Ikan tuna (ikan air laut bertulang keras) termasuk ke dalam organisme tipe C.
 C. Ikan hiu termasuk ke dalam organisme tipe C.
 D. Sebagian besar invertebrate laut termasuk ke dalam organisme tipe B.
30. Berikut ini adalah mekanisme terjadinya pembekuan darah. Defisiensi salah satu faktor dapat memperlambat pembekuan darah.



Tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah!

- A. Konsumsi lemak yang rendah dapat memperlambat pembekuan darah.
 B. Penyumbatan saluran empedu dapat memperlambat pembekuan darah.
 C. Kerusakan hati dapat memperlambat pembekuan darah.
 D. Kerusakan pada sel-sel pulau Langerhans pancreas dapat memperlambat pembekuan darah.

GENETIKA DAN EVOLUSI

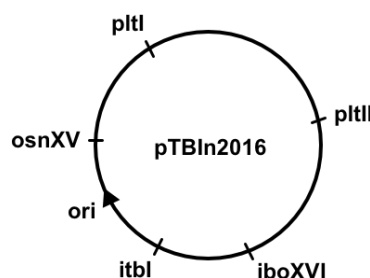
31. Sekitar 1000 tahun yang lalu, sebuah populasi ikan sungai terbagi akibat banjir besar. Akibatnya, sebagian kecil populasi terdampar dalam kolam yang terpisah dari sungai. Analisis genetik variasi sebuah gen dalam subpopulasi ikan ini ditunjukkan oleh tabel berikut:

Alel	Sungai	Kolam
sng1	0,72	0,08
sng2	0,28	0,63
klm1	-	0,29

Pada sebuah kesempatan langka, sungai mengalami banjir besar yang membawa sebagian ikan dari kolam kembali ke dalam sungai. Diduga bahwa 10% populasi ikan dalam sungai setelah banjir datang berasal dari kolam.

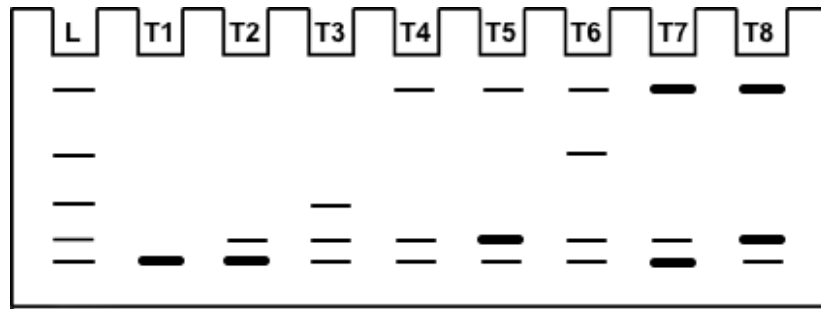
Berdasarkan informasi di atas, tentukan apakah pernyataan di bawah ini benar atau salah.

- A. Individu dengan alel *sng2* dalam kolam memiliki kesintasan relatif yang lebih tinggi.
 - B. Keberadaan *klm1* menandakan bahwa kedua kelompok ikan bukan lagi spesies yang sama.
 - C. Frekuensi alel hasil observasi menunjukkan adanya proses spesiasi.
 - D. Pada populasi setelah banjir, frekuensi alel *sng1* lebih dari dua kali lipat frekuensi *sng2*.
32. Sebuah strain bakteri berisi plasmid rekombinan telah disiapkan untuk uji coba pemetaan gen. Plasmid rekombinan memiliki sebuah faktor fertilitas (*F factor*) yang memungkinkan bakteri untuk melakukan konjugasi. Plasmid juga membawa beberapa gen rekombinan yang memiliki sisi restriksi enzim EcoRI. Diagram di bawah menggambarkan konstruk plasmid yang digunakan.



Plasmid ditransformasikan ke dalam bakteri dan dicampurkan ke dalam 8 tabung reaksi berisi bakteri kompeten. Bakteri dalam tabung diisolasi pada waktu tertentu dengan selang 2 menit (tabung 1 diberhentikan pada $t = 2$ menit; tabung 2 pada $t = 4$ menit, dst.).

Replikasi telah selesai saat pencuplikan sampel terakhir. Setelah diisolasi, fragmen DNA plasmid dalam proses transfer diinkubasi dengan enzim EcoRI dan dianalisis, menghasilkan hasil elektroforesis di bawah.



Ladder yang digunakan memiliki panjang kelipatan 250bp (e.g. 250bp, 500bp, dst.).

Berdasarkan informasi di atas, tentukan apakah pernyataan di bawah benar atau salah.

- A. Panjang total plasmid 4000 ± 100 bp.
 - B. Plasmid selesai direplikasi setelah 15 menit.
 - C. Masing-masing band pada T3 mengandung 1 gen.
 - D. Hanya sample plasmid T8 sebelum restriksi yang berbentuk sirkular.
33. Senyawa-senyawa C, D, G, M dan T terlibat di dalam suatu jalur metabolisme yang menghasilkan senyawa H. Terdapat 5 mutan yang terdapat pada jalur metabolisme tersebut, dimana setiap mutan mengalami mutasi pada satu langkah konversi. Umpamakan bahwa setiap langkah metabolik diatur oleh satu enzim yang dikode oleh satu gen. Ketika mutan-mutan ditumbuhkan pada berbagai substrat senyawa antara, mutan tersebut dapat mengkonversi substrat dan senyawa antara tersebut dikonversi menjadi berbagai senyawa antara lain seperti terlihat pada tabel dibawah:

Tipe Mutan	Metabolit					
	C	D	G	H	M	T
Mutan 1	H	C	G	H	M	H
Mutan 2	H	H	H	H	H	H
Mutan 3	H	H	H	H	H	H
Mutan 4	T	T	T	H	T	T
Mutan 5	C	C	C	H	C	H

Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini.

- A. Jalur biosintesis senyawa H merupakan suatu jalur biosintesis yang linier.
 - B. Senyawa G dan M akan dikonversi menjadi suatu senyawa antara lain yang identik.
 - C. Mutan 5 mengalami mutasi pada gen yang berperan lebih hulu pada jalur biosintesis dibandingkan mutan 1.
 - D. Prekursor dari jalur biosintesis senyawa H adalah D.
34. Warna cangkang suatu populasi keong dalam sebuah sungai diatur oleh sebuah gen. Alel dominan gen memberikan warna cangkang coklat tua (*ct*), sedangkan alel resesif menghasilkan warna kuning (*kn*). Keong bercangkang coklat muda (*cm*) heterozigot untuk

gen itu. Sampling pada populasi keong pernah dilakukan sebanyak 3 kali pada tahun 1996, 1999 dan 2002 seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini.

Fenotipe	1996	1999	2002
Coklat tua	18	44	55
Coklat muda	114	113	35
Kuning	118	243	30

Melihat data di atas, seorang mahasiswa biologi menduga adanya seleksi alam terhadap populasi. Ia menggunakan tabel *chi-square* bawah untuk menguji hipotesisnya.

Derajat Kebebasan	Nilai <i>p</i>						
	0,99	0,90	0,50	0,10	0,05	0,01	0,001
1	-	0,02	0,45	2,71	3,84	6,64	10,83
2	0,02	0,21	1,39	4,1	5,99	9,21	13,82
3	0,11	0,58	2,37	6,25	7,81	11,35	16,27

Berdasarkan informasi di atas, tentukan apakah pernyataan di bawah benar atau salah.

- A. Lebih dari 30% gen dalam populasi pada tahun 1996 berada dalam bentuk varian *kn*.
 - B. Hipotesis H_0 mengatakan bahwa populasi berada dalam kesetimbangan Hardy-Weinberg.
 - C. Hipotesis H_0 ditolak untuk populasi pada tahun 1999.
 - D. Data menunjukkan bahwa populasi berada di bawah tekanan seleksi diversifikasi.
35. Satu populasi kelinci hutan hidup di hutan temperata. Populasi kelinci memiliki 2 warna bulu utama: coklat dan abu-abu. Warna bulu ini diatur oleh sebuah gen yang berkorelasi langsung dengan jumlah pigmen yang diproduksi. Alel dominan A menghasilkan pigmen yang mengakibatkan warna bulu kelinci berwarna coklat (ck). Alel resesif a tidak menghasilkan pigmen sehingga warna bulu kelinci berwarna abu-abu (ab). Kelinci heterozigot menghasilkan sedikit pigmen yang mengakibatkan warna bulu menjadi abu kecoklatan (ak). Studi longitudinal perubahan jumlah kelinci untuk masing-masing warna bulu dan korelasinya terhadap temperatur rata-rata pada bulan Desember pada populasi kelinci ini telah dilakukan untuk beberapa tahun. Data studi dirangkum pada tabel di bawah.

Fenotipe	1964	1966	1968	1970	1972	1974	1976	1978
ck	85	112	203	155	138	23	55	62
ak	133	140	181	182	150	85	122	124
ab	82	68	36	43	52	112	93	74
Temp (°C)	5	8	12	10	9	-2	3	4

Anda dipersilahkan menggunakan tabel chi-square dibawah untuk menguji hipotesis.

Derajat Kebebasan	Nilai p						
	0,99	0,90	0,50	0,10	0,05	0,01	0,001
1	-	0,02	0,45	2,71	3,84	6,64	10,83
2	0,02	0,21	1,39	4,1	5,99	9,21	13,82
3	0,11	0,58	2,37	6,25	7,81	11,35	16,27

Berdasarkan informasi di atas, tentukan apakah pernyataan di bawah benar atau salah.

- A. Data menunjukkan bahwa kelinci dapat beradaptasi mengubah warna bulunya sesuai dengan musim
 - B. Perubahan frekuensi alel berdasarkan gradien temperatur merupakan salah satu contoh *cline*
 - C. Tekanan seleksi menyebabkan perubahan frekuensi alel saat temperatur berubah lebih dari 4°C dari 5°C.
 - D. Tekanan seleksi berlaku secara terarah.
36. Tiga gen pada kacang ercis diduga terletak pada kromosom yang sama. Persilangan antara kacang ercis berbunga putih, biji kuning bulat galur murni dengan kacang ercis bunga ungu, biji hijau keriput (generasi P) galur murni menghasilkan tanaman berbunga putih, berbiji kuning bulat (F1). *Test-cross* dilakukan pada F1 sehingga menghasilkan keturunan seperti di bawah.

Fenotipe	Jumlah
Bunga ungu, biji kuning bulat	214
Bunga putih, biji kuning bulat	223
Bunga ungu, biji kuning keriput	46
Bunga putih, biji kuning keriput	29
Bunga ungu, biji hijau bulat	51
Bunga putih, biji hijau bulat	34
Bunga ungu, biji hijau keriput	197
Bunga putih, biji hijau keriput	206

Berdasarkan informasi di atas, tentukan apakah pernyataan di bawah benar atau salah.

- A. Gen warna bunga dan warna biji pasti terletak pada kromosom yang berbeda.
- B. Keterpautan antar gen dapat dilihat melalui teknik hibridisasi zat fluoresen in-situ (FISH).
- C. Individu F2 dan P yang memiliki fenotipe yang sama juga memiliki genotipe yang sama.
- D. Sebagian anakan hasil persilangan individu F2 dan P dengan fenotipe yang sama memiliki fenotipe yang berbeda dengan induknya.

37. Uji komplementasi adalah uji yang digunakan untuk menentukan total gen yang terlibat dalam suatu jalur biosintesis. Suatu peneliti akan meneliti total gen untuk biosintesis X dari senyawa Y pada suatu bakteri yang memiliki 6 mutan. Mutan-mutan tersebut difusikan membentuk suatu diploid parsial dan kemudian menganalisis kemampuan mutan tumbuh pada media yang hanya mengandung Y. Hasil analisis dituangkan pada tabel dibawah dan tidak semua fusi dilakukan oleh peneliti tersebut.

	1	2	3	4	5	6
1	-	A	B	C	-	D
2		-	+	E	F	G
3			-	H	-	+
4				-	+	+
5					-	I
6						-

Tanda negatif menunjukkan bakteri hasil fusi tidak dapat tumbuh pada media minimal yang hanya mengandung senyawa Y.

Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini.

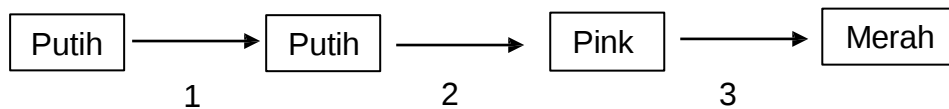
- A. Terdapat 4 kelompok mutan yang mengalami mutasi pada gen yang sama.
 - B. Jumlah gen minimal untuk biosintesis senyawa X dari Y adalah 3 gen.
 - C. Tanda pada H seharusnya adalah positif.
 - D. Jika terdapat mutan 7 yang dapat berkomplementasi (membentuk fenotipe seperti *wildtype*) dengan mutan 3 maka jumlah gen minimal untuk biosintesis senyawa tersebut bertambah 1.
38. Pada *Drosophila melanogaster* ditinjau 3 sifat yang mengatur 3 fenotipe yang berbeda. Masing-masing fenotipe diatur oleh satu gen, dan mutasi resesif pada masing-masing gen menyebabkan munculnya fenotipe *eyeless*, *short wings* dan *eboni* (warna tubuh gelap). Ketiga individu yang *wildtype* disilangkan dengan individu yang memiliki 3 mutasi tersebut, anaknya semua berfenotipe *wildtype*. Ketika *wildtype* F1 dilakukan *test-cross* hasilnya adalah seperti pada tabel berikut:

Fenotipe	Proporsi progeni (%)
Eyeless	20
Short wings	5
Eboni	5
Eyeless , Short wings	5
Short wings, eboni	20
Eyeless, Eboni	5
Eyeless, Short wings, Eboni	20
Wildtype	20

Berdasarkan informasi di atas, tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan ini.

- A. Jarak antara gen Eyeless dan Short Wings sebesar 50 cM
- B. Gen untuk Eboni bersegregasi bebas terhadap gen Short Wings
- C. Gen untuk Short Wings bersegregasi bebas terhadap gen untuk Eyeless
- D. Dapat dipastikan satu dari tiga gen yang dianalisis diatas terletak pada kromosom yang berbeda

39. Jalur biosintesis suatu pigmen warna merah ditunjukkan pada diagram dibawah ini:



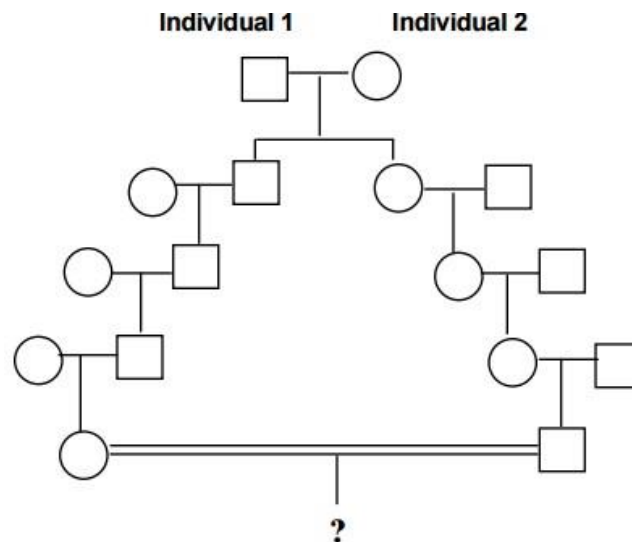
Pada setiap langkah biosintesis diatur oleh satu enzim yang dikode oleh 3 gen (A, B, dan C, belum berurutan). Hasil persilangan galur murni putih dan merah yang selalu menghasilkan warna merah disilangkan dengan tanaman yang galur murni putih (homozigot resesif pada ketiga gen).

Genotipe Hasil persilangan ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Genotipe	Proporsi
AaBbCc	15
AaBbcc	15
AabbCc	7.5
Aabbcc	7.5
aaBbCc	7.5
aaBbcc	7.5
aabbCc	15
aabbcc	15

Berdasarkan informasi di atas, tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini

- A. Pada hasil persilangan tersebut perbandingan untuk putih: pink : merah adalah 14:3:3.
 - B. Kemungkinan gen pada langkah 1 dan 2 terpaut pada satu kromosom.
 - C. Langkah 3 diatur oleh gen C.
 - D. Gen yang bertanggung jawab pada langkah 2 mengalami pemilahan bebas dengan gen yang bertanggung jawab pada langkah 3.
40. Perhatikan *pedigree* dibawah ini. *Pedigree* menunjukkan suatu silsilah keluarga pada suatu populasi yang berukuran besar. Tanda garis ganda menunjukkan bahwa terjadi perkawinan saudara (*inbreeding*) pertama pada keluarga tersebut. *Inbreeding coefficient* adalah parameter yang menunjukkan kemungkinan anak hasil perkawinan dari *inbreeding* (dalam kasus ini tanda ?) memiliki dua alel yang berasal dari satu nenek moyang (*identical by descent*).



Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini.

- A. Nilai Inbreeding coefficient pada pedigree tersebut adalah sebesar $1/256$
- B. Jika total gen pada manusia adalah sebanyak 20000, maka ada kurang dari 100 gen di individu ? yang disebabkan karena fenomena identical by *descent*
- C. Jika individu 1 homozigot dominan dan individu 2 *carrier* maka peluang ? bergenotipe homozigot resesif adalah sebesar $1/1024$
- D. Suatu sifat homozigot resesif ditemukan di populasi dengan frekuensi 10^{-6} , jika semua keluarga di populasi memiliki pola pedigree dan inbreeding yang sama maka pada generasi selanjutnya individu yang terkena sifat tersebut meningkat 4 kali lipat

EKOLOGI

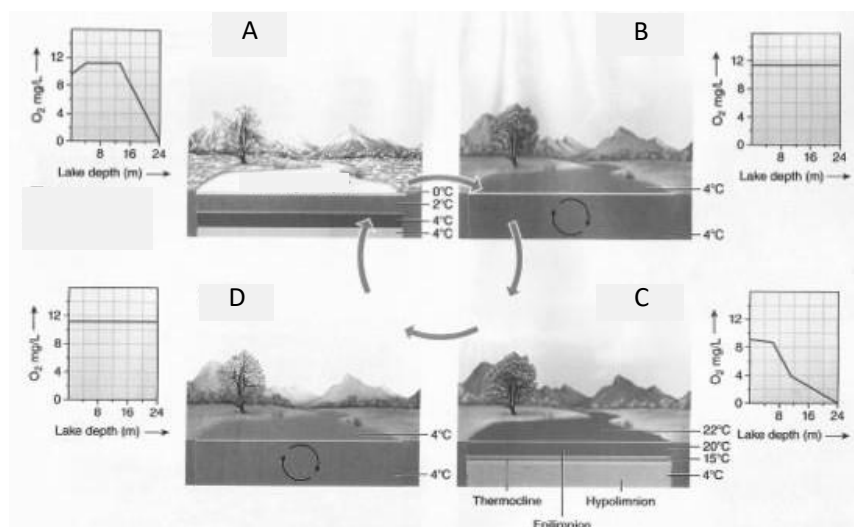
41. Daun jenis tumbuhan tertentu dapat menghasilkan metabolit sekunder sebagai cara melindungi dirinya serangga. Selama melakukan eksperimen di lahan pertanian, seorang peneliti menyadari bahwa ternyata beberapa individu dari populasi serangga tertentu toleran terhadap senyawa kimia dan memakan daunnya.

Selama 6 tahun penelitian, individu-individu serangga tersebut dapat dikelompokkan menjadi: Tipe 1 (individu serangga yang tidak memakan daun) dan Tipe 2 (individu serangga yang memakan daun) seperti yang tertera pada tabel di bawah ini.

Tahun ke-	Persentase populasi serangga (%)	
	Tipe 1	Tipe 2
1	97	3
2	92	8
3	65	33
4	40	58
5	22	78
6	12	88

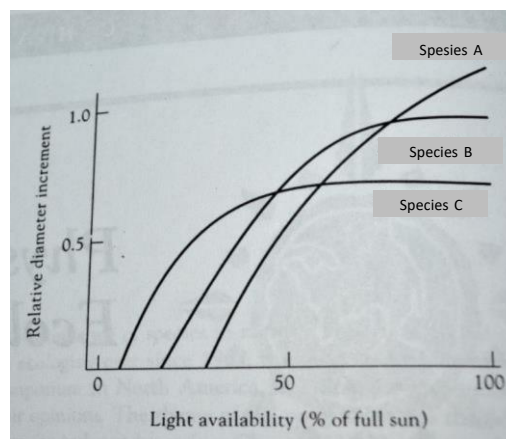
Berdasarkan data di atas, tentukan pernyataan-pernyataan berikut ini benar atau salah.

- A. Individu Tipe 1 dan Tipe 2 tidak dapat hidup bersama karena individu Tipe 2 akan hilang dari komunitas ini untuk mencari sumber makanan yang lain.
 - B. Individu Tipe 1 yang tidak memakan daun mengandung metabolit sekunder memiliki peluang dimakan predator lebih tinggi.
 - C. Individu Tipe 2 memiliki sukses reproduksi yang lebih tinggi dibanding dengan individu tipe 1.
 - D. Kompetisi interspesifik antara Tipe 1 dan Tipe 2 sangat tinggi karena memperebutkan sumber daya yang sama.
42. Kaktus *Opuntia* didatangkan dari Amerika ke Australia sebagai tanaman hias. Namun, populasi kaktus ini menyebar dengan sangat cepat dan menjadi hama yang dapat merusak kaktus asli (*native*) di Australia. Untuk mengontrol populasinya, ngengat *Cactoblastis cactorum* didatangkan dari Amerika selatan. Setelah kedatangan ngengat ini, populasi kaktus *Opuntia* menurun drastis karena larva memakan kaktus tersebut.
- Berdasarkan fenomena di atas, tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini.
- A. Interaksi antara kaktus *Opuntia* dengan ngengat adalah parasitisme.
 - B. Keberadaan jenis invasif seperti kaktus *Opuntia* dapat mengubah struktur komunitas di daerah tersebut.
 - C. Jaring-jaring makanan di komunitas ini tidak akan berubah karena predator asli (*native*) hanya akan memakan mangsa asli daerah tersebut.
 - D. Penambahan jenis baru seperti Kaktus *Opuntia* dan ngengat in akan menambah keanekaragaman hayati di Australia.
43. Gambar di bawah ini menunjukkan bahwa siklus tahunan pada danau di daerah temperata sangat dipengaruhi oleh karakteristik fisika perairan. Hubungan antara kepadatan dan suhu air dapat menjelaskan mengapa air pada danau atau sungai membeku dari bagian atas ke bawah dan aliran air terjadi di bagian bawah danau/sungai yang membeku.



Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut mengenai penjelasan siklus tahunan pada danau ini.

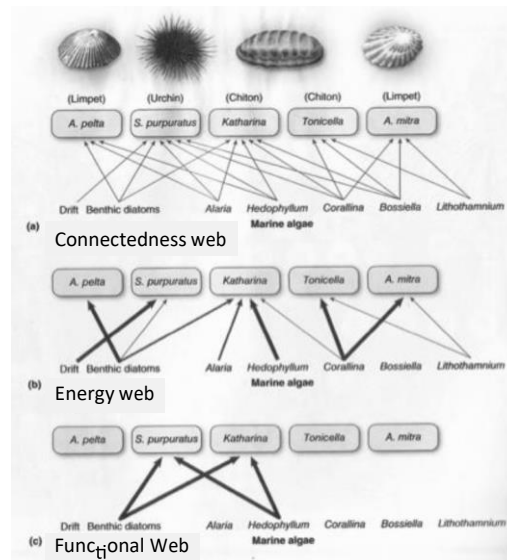
- A. Lapisan epilimnion pada danau merupakan zona yang mengalami fluktuasi suhu sangat tinggi dalam satu tahun, sedangkan hipolimnion relatif stabil.
 - B. Pada saat musim panas, bagian epilimnion akan terhangatkan oleh matahari sehingga konsentrasi oksigen akan lebih besar dibandingkan hipolimnion.
 - C. Pada saat musim dingin, suhu air meningkat seiring kedalaman air. Kandungan oksigen di bagian hipolimnion menurun akibat respirasi organisme bentos.
 - D. Pada saat musim semi dan musim gugur, kandungan oksigen di berbagai kedalaman air sama sehingga dapat terjadi peningkatan populasi alga secara signifikan.
44. Seorang siswa diberi tugas untuk melakukan pengamatan laju pertumbuhan pohon di hutan. Berdasarkan fungsi dari ketersediaan cahayanya, laju pertumbuhan beberapa pohon memiliki pola berbeda seperti yang ditunjukkan pada grafik di bawah ini.



Tentukan benar atau salahnya pernyataan-pernyataan berikut ini terkait dengan respon tumbuhan terhadap cahaya.

- A. Jika terjadi penebangan hutan, maka Spesies A akan tumbuh lebih cepat karena termasuk ke dalam *light tolerant species*.
- B. Gambaran komposisi tumbuhan pada stratifikasi hutan secara vertikal adalah sebagai berikut: Spesies A merupakan pohon yang paling tinggi sebagai pengisi lapisan paling atas, kemudian Spesies B yang menempati lapisan di bawah kanopi, dan Spesies C berada di lapisan paling bawah.
- C. Di alam, ketersediaan cahaya merupakan satu-satunya faktor yang menentukan laju pertumbuhan pohon.
- D. Suatu jenis organisme memiliki kemampuan beradaptasi pada kisaran kondisi lingkungan yang lebar, namun beberapa jenis lainnya hanya mampu beradaptasi pada kisaran kondisi lingkungan yang sempit.

45. Gambar berikut ini adalah model jaring makanan sebagai hasil eksperimen di ekosistem pasang surut (*intertidal*). Eksperimen ini membandingkan keterkaitan antar organisme (*connectedness*) dan aliran energi dalam jaring makanan. Garis yang tebal menyatakan interaksi lebih kuat berdasarkan pada banyaknya makanan yang dikonsumsi.



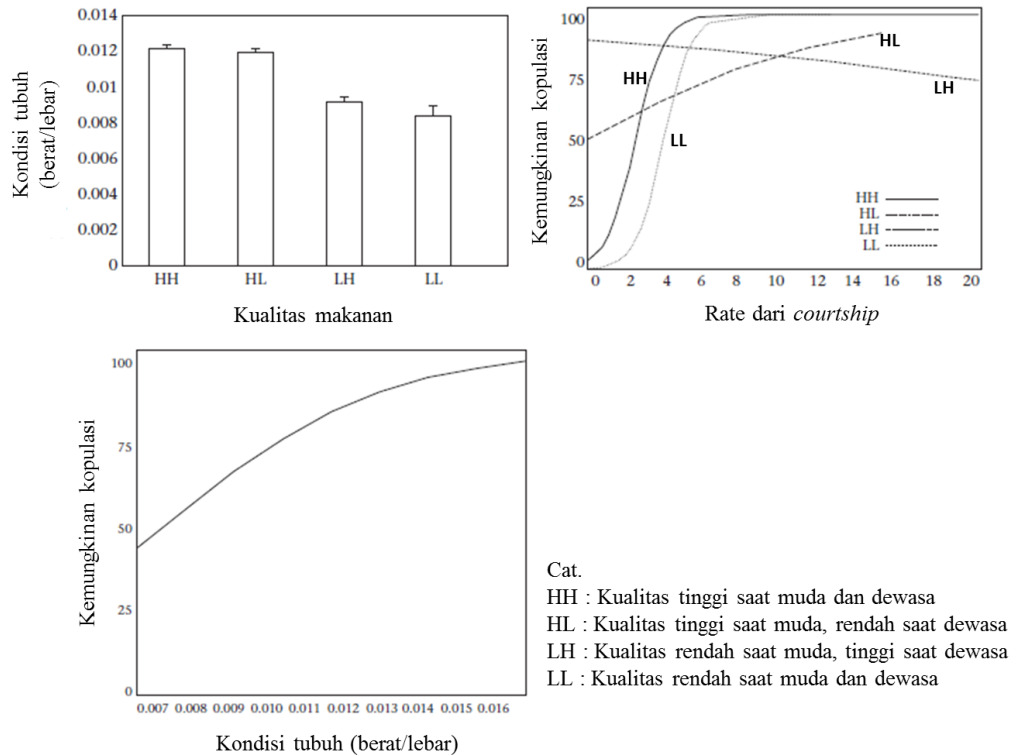
Berdasarkan gambar diatas, tentukan benar atau salahnya mengenai ketiga model *food web* tersebut.

- Pada ekosistem ini terdapat lima jenis herbivor yaitu: *Acmaea pelta*, *A. mitra*, *Katharina tunicate*, *Tonicella lineata*, dan bulu babi (*Strongylocentrotus purpuratus*).
- Connectedness web* mengindikasikan bahwa komunitas diatom akan berkurang lebih cepat di alam karena dimakan oleh banyak organisme.
- Energy web menyatakan bahwa herbivor memiliki prefensi tertentu dalam memilih makanan, walaupun jenis makanan banyak.
- Jika terdapat *keystone spesies*, maka model jarring makanan yang mungkin terjadi adalah *functional web*.

ETOLOGI

46. Di alam, kualitas makanan yang diperoleh oleh setiap individu sangat bervariasi. Kondisi ini diduga dapat mempengaruhi kemampuan fisiologis dari individu tersebut yang selanjutnya dapat memengaruhi kemampuan dalam melakukan proses reproduksi.

Suatu eksperimen dilakukan untuk melihat pengaruh nutrisi terhadap kesuksesan reproduksi laba-laba dengan cara memberi makanan yang bervariasi dalam kandungan nutrisinya selama fase hidup yang berbeda. Pengaruh perbedaan nutrisi ini dilihat pengaruhnya terhadap perilaku kawin (*courtship*), ukuran tubuh dan kemungkinan kopulasi. Data di bawah ini menunjukkan suatu hasil penelitian untuk menjawab pertanyaan tersebut.



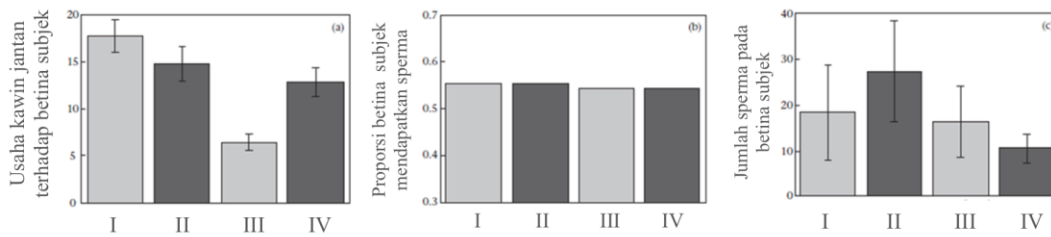
Berdasarkan data di atas tentukanlah apakah pernyataan di bawah ini benar atau salah.

- Kondisi tubuh dari jantan dipengaruhi kualitas makanan saat muda dan dewasa.
- Laju perilaku kawin (*courtship rate*) dipengaruhi kuat oleh nutrisi.
- Perilaku kawin merupakan sebuah sifat genetik.
- Kesuksesan reproduksi pada spesies ini merupakan gabungan antara faktor nutrisi dan faktor genetik.

47. Suatu penelitian dirancang untuk melihat pengaruh persepsi ukuran terhadap pemilihan pasangan dan produksi sperma pada ikan *holbrooki*. Ikan dihadapkan pada 4 macam perlakuan. Pada setiap perlakuan, ada ikan betina yang dijadikan sebagai betina subjek.

- Perlakuan I: Ikan jantan ditempatkan pada sebuah wadah bersama dengan 2 ekor betina: 1 ekor betina subjek dan 1 ekor betina yang lebih kecil daripada betina subjek.
- Perlakuan II: Ikan jantan ditempatkan pada sebuah wadah bersama dengan 2 ekor betina: 1 ekor betina subjek dan 1 ekor betina yang lebih besar daripada betina subjek
- Perlakuan III: Ikan jantan ditempatkan pada sebuah wadah bersama dengan 1 ekor betina, dipisahkan oleh sekat. Setelah 3 hari, ikan betina diganti dengan ikan betina yang lebih besar (betina subjek) dan sekat dipisah.
- Perlakuan IV: Ikan jantan ditempatkan pada sebuah wadah bersama dengan 1 ekor betina, dipisahkan oleh sekat. Setelah 3 hari, ikan betina diganti dengan ikan betina yang lebih kecil (betina subjek) dan sekat dipisah.

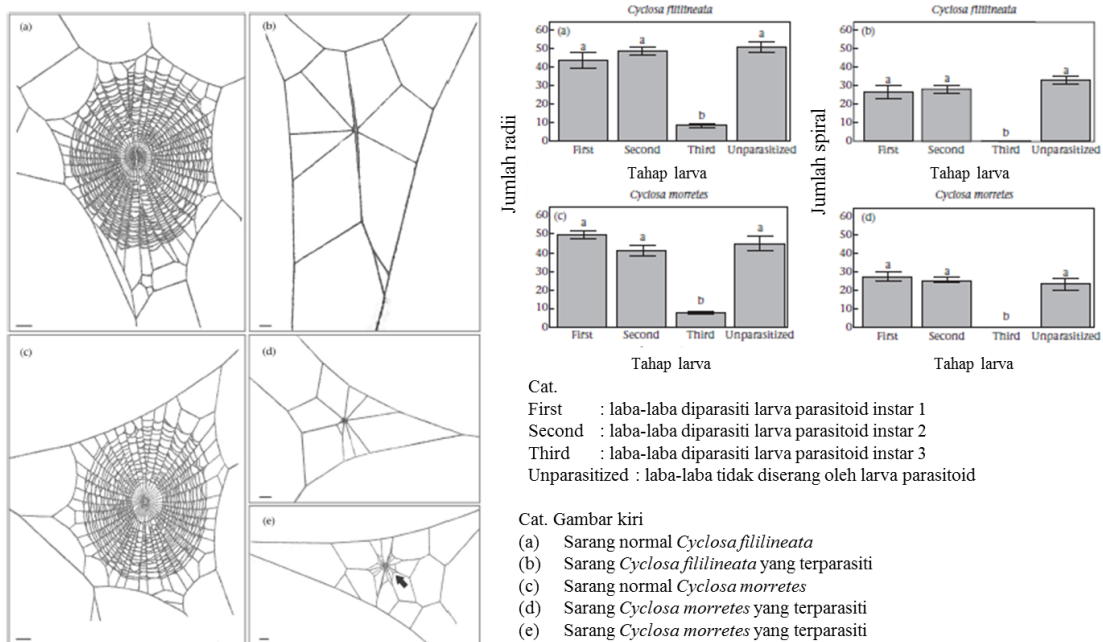
Data dari penelitian tersebut digambarkan dalam grafik di bawah ini.



Berdasarkan data di atas tentukanlah apakah pernyataan di bawah ini benar atau salah.

- A. Ikan jantan lebih memilih ikan betina yang berukuran lebih besar.
 - B. Inseminasi dilakukan lebih banyak terhadap ikan betina yang lebih besar.
 - C. Ikan jantan memiliki strategi untuk menginseminasi jumlah sperma yang berbeda tergantung pada ukuran betina.
 - D. Ikan jantan mengeluarkan lebih banyak usaha untuk memilih pasangan saat berhadapan dengan pasangan dalam jumlah lebih banyak.
48. Beberapa organisme parasit memiliki kemampuan untuk mengubah perilaku inang. Salah satu contoh adalah perubahan perilaku pembuatan sarang laba-laba yang diserang oleh parasitoid.

Data di bawah ini menunjukkan pengamatan arsitektur sarang yang dibuat oleh laba-laba (*Cyclosa fililineata* dan *Cyclosa morretes*) yang diserang oleh parasitoid. Perubahan pada sarang dilihat melalui perubahan jumlah bentuk *radii* dan spiral yang terdapat pada sarang.

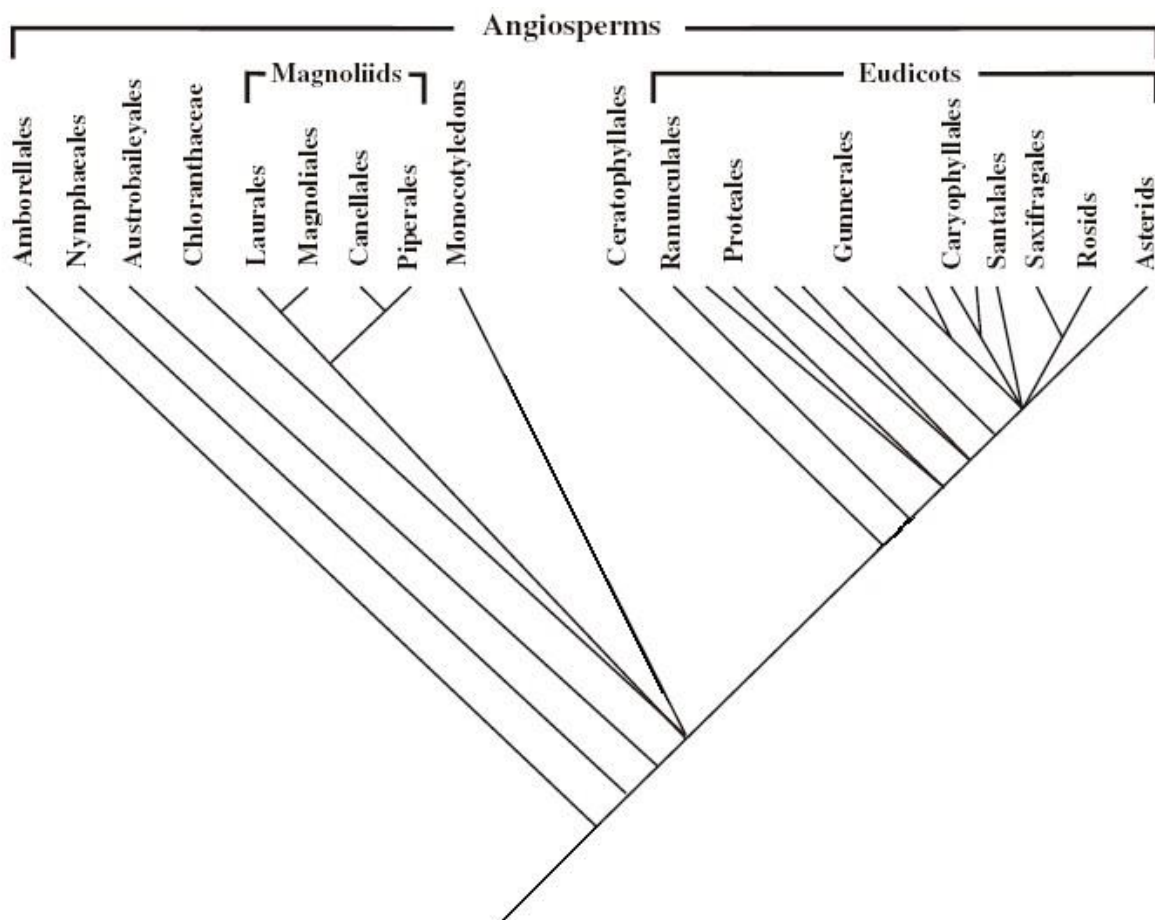


Berdasarkan data di atas tentukanlah apakah pernyataan di bawah ini benar atau salah.

- Serangan parasitoid dapat menurunkan kelulushidupan dari kedua jenis laba-laba.
- Proses pembuatan struktur *radial* pada kedua spesies semakin terganggu dengan peningkatan umur dari larva parasitoid.
- Seluruh tahapan instar parasitoid memiliki kemampuan untuk merubah perilaku pembuatan sarang laba-laba.
- Perubahan perilaku pembuatan sarang pada laba-laba kemungkinan berkaitan dengan kerusakan pada struktur tubuh yang berhubungan dengan proses pembuatan sarang.

BIOSISTEMATIK

49. Perhatikan pohon kekerabatan Angiospermae berikut ini:



Berdasarkan pohon kekerabatan di atas, tentukan apakah pernyataan ini benar atau salah.

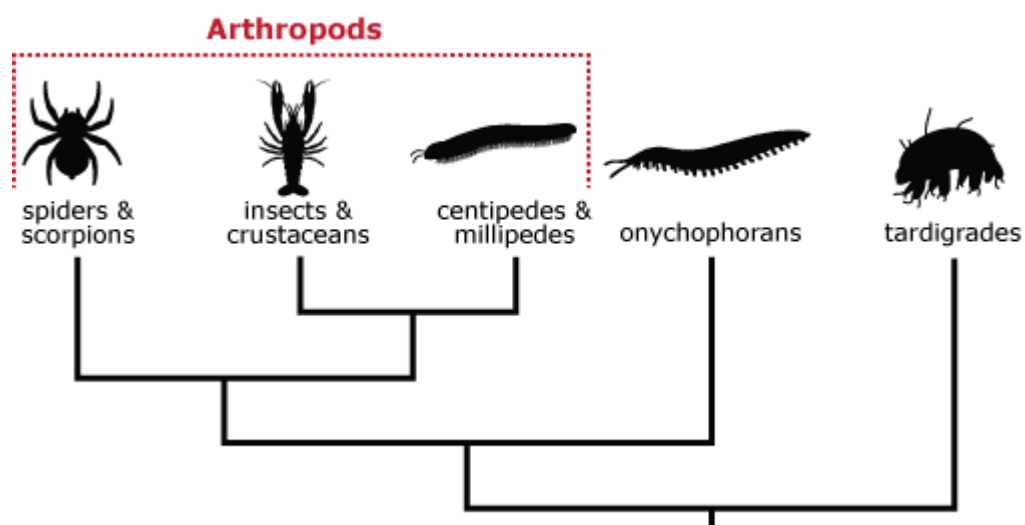
- Kelas tumbuhan berkotiledon dua (dikotil) tidak valid karena bersifat parafiletik.
- Salah satu sinapomorfi Angiospermae adalah adanya karpel dan dua integument.
- Memiliki kotiledon satu merupakan karakter yang plesiomorfik.
- Monokot merupakan sister taksa dari *magnoliids*.

50. Cacing beludru (*velvet worm*) atau *onychophorans* merupakan sebuah kelompok organisme yang hidup di daerah tropis dan menangkap/memerangkap mangsanya dengan memancarkan lendir lengket, a-la *Spider-Man*. Salah satu contoh anggota kelompok ini adalah *Eoperipatus totoro*. Panjangnya sekitar 2 inchi, tubuhnya seperti ulat dengan antenna yang beroyang-goyang (Gambar 1). *Onychophorans* ini menjadi kelompok yang menarik bagi para biologiwan karena peran pentingnya dalam menguak sejarah evolusi, terutama untuk membantu memahami evolusi salah satu grup hewan paling sukses hidup di bumi, yaitu arthropoda.



Gambar 1. *Eoperipatus totoro*. Salah satu anggota terbaru kelompok *Onychophorans* atau cacing beludru.

Kekerabatan *Onychophorans* dengan arthropoda dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Hubungan kekerabatan antara onychophorans dengan arthropoda

Berdasarkan informasi di atas, tentukan apakah pernyataan ini benar atau salah.

- A. Onychophorans dan arthropoda sama-sama melakukan *molting*.
- B. Keduanya makhluk deuterostom.
- C. Onychophorans berkerabat paling dekat dengan laba-laba dan kalajengking (*spiders and scorpions*).
- D. Arthropod memiliki nefridia bersilia sedangkan onychophorans tidak.