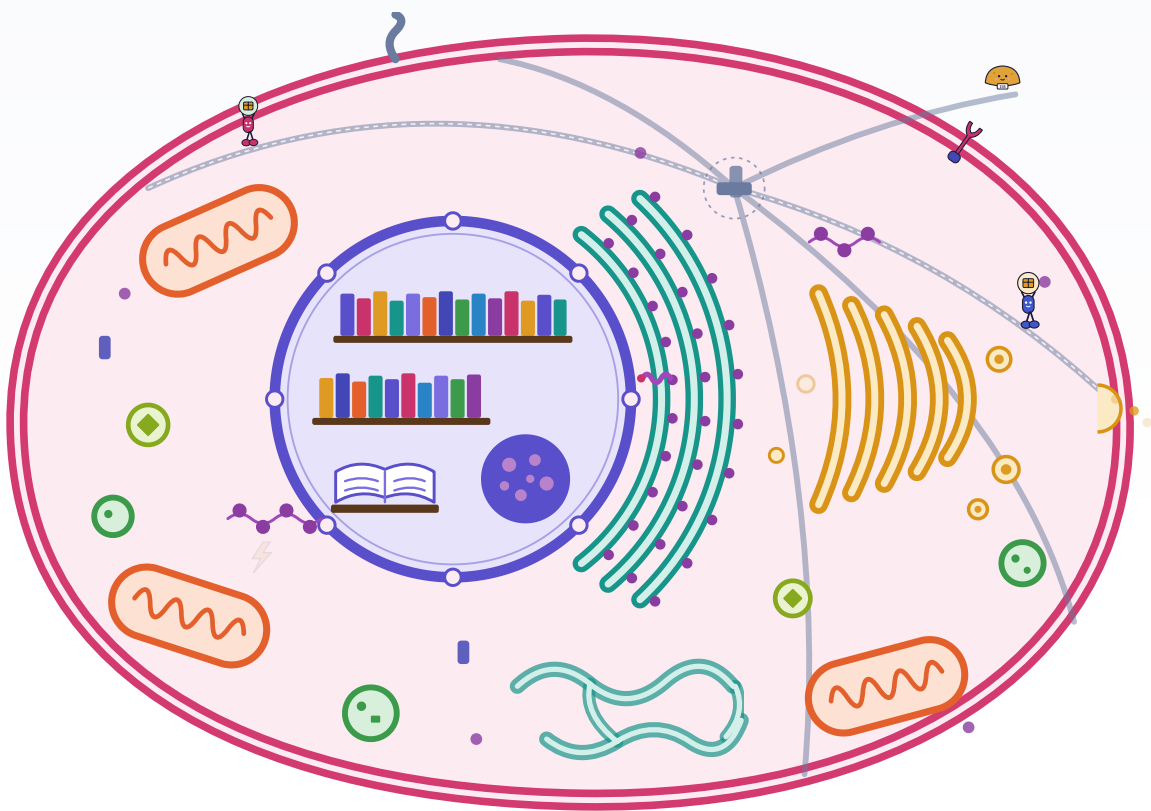


Negara Bernama Sel

740 soal: 8 SMP, 8 SMA, dan 4 kuliah untuk setiap bab



dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD

Bagian Biologi Kedokteran, Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya

Editor: Abdullah Hanif Hidayat

Didukung oleh Aurumgen Academy • Edisi 5 • 2026

Cellpedia: Negara Bernama Sel

Bank soal berjenjang · edisi siswa

Penulis	dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD Bagian Biologi Kedokteran, Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
Editor	Abdullah Hanif Hidayat
Didukung oleh	Aurumgen Academy
Edisi	Edisi 5, 2026
Versi interaktif	aurumgen.my.id/cellpedia

© 2026 dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD · Didukung oleh Aurumgen Academy.

Hak cipta dilindungi Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi karya ini dalam bentuk apa pun tanpa izin tertulis dari pemegang hak cipta, kecuali untuk kegiatan pembelajaran di kelas dengan menyebutkan sumbernya.

Buku ini untuk belajar dan bukan pengganti nasihat medis. Versi cetak menampilkan setiap animasi sebagai rangkaian gambar. Simulator dan permainan interaktif dapat dicoba di versi online.

Daftar isi bank soal

BAB 1	Selamat Datang di Negara Sel 20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	5
BAB 2	Perpustakaan Genetik 20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	9
BAB 3	Menyalin Resep Rahasia Pempek 20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	13
BAB 4	Dapur Ribosom Memasak Pempek 20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	17
BAB 5	Packing, Ekspedisi & Pelabuhan 20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	21
BAB 6	Surat-Menyurat Antarsel 20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	25
BAB 7	Insulin, Pintu Glukosa & Diabetes 20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	29
BAB 8	PLN Negara Sel 20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	33
BAB 9	Dinas Kebersihan & Daur Ulang 20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	37
BAB 10	Perbatasan & Jalan Raya 20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	41
BAB 11	Negara Membelah Diri 20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	45
BAB 12	Warisan Dua Edisi 20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	49
BAB 13	Membangun Negara Baru 20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	53
BAB 14	Sel yang Memberontak 20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	58
BAB 15	Warga Serba Bisa 20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	62
BAB 16	Tentara Negara Sel 20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	66
BAB 17	Terluka, Gugur, lalu Pulih 20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	70
BAB 18	Desa Tanpa Perpustakaan 20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	75

BAB 19	Penyusup Pembawa Flashdisk	79
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	
BAB 20	Negara Berbenteng	83
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	
BAB 21	PLTS & Dapur Gula	87
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	
BAB 22	Jaringan Kabel Kilat	91
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	
BAB 23	Tim Tarik Tambang	95
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	
BAB 24	Mesin Fotokopi Resep	99
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	
BAB 25	Anjing Pelacak Protein	103
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	
BAB 26	Resep Latihan untuk Tentara	107
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	
BAB 27	Surat-Surat Penyembuh	111
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	
BAB 28	Mengirim Tukang, Mengirim Paket	117
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	
BAB 29	Armada Sungai Merah	124
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	
BAB 30	Siaran dari Istana	130
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	
BAB 31	Tembok Bata Hidup	135
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	
BAB 32	Tamu yang Membayar Sewa	139
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	
BAB 33	Juru Masak Kilat	145
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	
BAB 34	Mata untuk yang Tak Kasatmata	150
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	
BAB 35	Dari Warga ke Kota	155
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	
BAB 36	Silsilah Negara Sel	160
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	
BAB 37	Salah Ketik di Perpustakaan	165
	20 soal · pilihan ganda, benar-salah, isian, uraian	

Bab 1 • Selamat Datang di Negara Sel

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Pada tahun 1665, siapakah ilmuwan yang mengamati irisan gabus dengan mikroskop buatannya dan melihat ruang-ruang kecil mirip kamar biara? [SMP • C1]
A. Rudolf Virchow
B. Robert Hooke
C. Theodor Schwann
D. Lynn Margulis
2. Badan Golgi diibaratkan kantor ekspedisi di Negara Sel karena... [SMP • C2]
A. Golgi memodifikasi, menyortir, dan mengemas protein lalu mengirimnya ke tujuan
B. Golgi menghasilkan ATP sebagai token listrik sel
C. Golgi menyimpan DNA dan memilih resep yang dibaca
D. Golgi mencerna organela tua dan kuman
3. Pernyataan Virchow *omnis cellula e cellula* mengandung arti... [SMP • C2]
A. semua makhluk hidup tersusun dari sel
B. sel dapat muncul dengan sendirinya dari benda mati
C. setiap sel memiliki tepat satu inti
D. setiap sel berasal dari sel yang sudah ada sebelumnya
4. Lisosom berukuran $\pm 0,5 \mu\text{m}$. Jika diperbesar 1 miliar kali seperti pada bagian 1.2, lisosom akan berukuran kira-kira... [SMP • C3]
A. $\pm 50 \text{ m}$, seukuran rumah makan besar
B. $\pm 5 \text{ km}$, seukuran kecamatan
C. $\pm 500 \text{ m}$, seukuran tempat pengolahan sampah
D. $\pm 5 \text{ m}$, seukuran mobil
5. Pernyataan yang benar tentang inti sel pada sel otot rangka dan sel darah merah dewasa adalah... [SMP • C2]
A. keduanya memiliki tepat satu inti seperti sel lain
B. sel otot rangka memiliki ratusan inti, sedangkan sel darah merah dewasa tidak memiliki inti
C. sel darah merah dewasa memiliki ratusan inti, sedangkan sel otot rangka tidak memiliki inti
D. keduanya tidak memiliki inti karena selnya sangat khusus
6. Sitoplasma sel hampir seperti air encer, sehingga paket di dalam sel cukup hanyut sendiri menuju tujuannya. [SMP • C2]
Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Sel tumbuhan memiliki kloroplas, tetapi tetap memiliki mitokondria seperti sel hewan. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Bagian di dalam nukleus yang membuat rRNA dan merakit subunit ribosom, dijuluki bengkel perakitan dapur, disebut ____ . [SMP · C1]

9. Sebuah sel berukuran $\pm 2 \mu\text{m}$ diamati dengan mikroskop elektron. Sel itu tidak memiliki selubung inti, DNA-nya berada di daerah nukleoid, dan ribosomnya bertipe 70S. Sel tersebut paling mungkin adalah... [SMA · C3]

- A. sel ragi
- B. sel darah merah dewasa
- C. sel bakteri
- D. sel epidermis bawang merah

10. Seorang siswa mencatat ciri tiga sel. Sel P: berdinding sel, memiliki kloroplas dan vakuola sentral besar. Sel Q: tanpa dinding sel, memiliki sentriol dan lisosom. Sel R: tanpa inti bermembran, membawa plasmid. Pasangan yang tepat adalah... [SMA · C4]

- A. P = sel tumbuhan, Q = sel hewan, R = sel bakteri
- B. P = sel hewan, Q = sel bakteri, R = sel tumbuhan
- C. P = sel bakteri, Q = sel tumbuhan, R = sel hewan
- D. P = sel tumbuhan, Q = sel bakteri, R = sel hewan

11. Sel beta pankreas membuat dan melepaskan insulin dalam jumlah besar setiap hari. Dibandingkan sel yang jarang mengirim protein ke luar sel, organela yang diperkirakan paling berkembang pada sel beta adalah... [SMA · C4]

- A. kloroplas dan vakuola sentral
- B. RE halus dan peroksisom
- C. silia dan flagela
- D. RE kasar dan badan Golgi

12. Obat X diketahui merusak mikrotubulus. Pada sel yang diberi obat X, proses yang paling langsung terganggu adalah... [SMA · C3]

- A. penyimpanan DNA di dalam nukleus
- B. pengangkutan paket jarak jauh oleh kurir kinesin dan dinein
- C. penangkapan energi cahaya oleh kloroplas
- D. penguraian H_2O_2 oleh peroksisom

13. Versi modern teori sel menambahkan gagasan bahwa... [SMA · C2]

- A. sel menyimpan informasi keturunan dalam DNA yang diwariskan saat sel membelah
- B. sel dapat muncul spontan dari cairan tubuh
- C. hanya hewan dan tumbuhan yang tersusun dari sel
- D. setiap sel wajib memiliki dinding sel

L4. Pada sel prokariota, transkripsi dan translasi dapat berlangsung serentak karena tidak ada ____ yang memisahkan DNA dari ribosom. [SMA · C2]

L5. Bima berkata, “Sel darah merah itu sel yang cacat karena tidak punya inti dan mitokondria.” Analisislah pendapat Bima: apa keuntungan dan kerugian hilangnya kedua organela itu bagi sel darah merah? [SMA · C4]

L6. Kurir kinesin berjalan ± 800 nm per detik. (a) Hitunglah waktu yang dibutuhkan kinesin untuk membawa paket dari dekat inti ke membran sel yang berjarak ± 10 μm . (b) Jelaskan mengapa sel memerlukan kurir dan jalan tol, bukan menunggu paket hanyut sendiri. [SMA · C3]

L7. Pernyataan berikut yang **bukan** merupakan bukti teori endosimbiosis mitokondria adalah... [Kuliah · C4]

- A. mitokondria memiliki membran ganda
- B. mitokondria memiliki DNA sirkuler sendiri
- C. mitokondria membelah dengan cara mirip bakteri
- D. mitokondria paling banyak ditemukan pada sel yang memerlukan banyak energi, seperti sel otot

L8. Sebuah antibiotik bekerja dengan menghambat ribosom bakteri (70S). Jika diberikan dalam dosis tinggi dan waktu lama, pembuatan protein di bagian sel manusia mana yang paling mungkin ikut terganggu? [Kuliah · C5]

- A. ribosom bebas di sitoplasma
- B. ribosom yang menempel pada RE kasar
- C. ribosom di dalam mitokondria
- D. nukleolus yang merakit subunit ribosom

19. Pada bakteri, ribosom sudah dapat mulai membaca mRNA sebelum transkripsinya selesai, sedangkan pada sel manusia hal ini tidak mungkin terjadi. Jelaskan dasar struktural perbedaan ini, lalu evaluasi satu keuntungan dan satu kerugian kompartementalisasi bagi sel eukariota. [Kuliah · C5]

20. Seorang mahasiswa menemukan organisme bersel satu baru di rawa gambut Sumatra Selatan. Rancanglah serangkaian pengamatan untuk menentukan (a) apakah organisme itu prokariota atau eukariota, dan (b) jika eukariota, apakah organela bermembran gandanya mendukung teori endosimbiosis. Sebutkan kriteria yang kamu pakai untuk mengambil keputusan. [Kuliah · C6]

Bab 2 • Perpustakaan Genetik

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

- Dalam analogi perpustakaan, pori inti diibaratkan... [SMP • C1]
 - rak tempat buku disimpan
 - ruang baca perpustakaan
 - pintu berpenjaga yang memeriksa siapa yang boleh keluar-masuk
 - bengkel perakitan dapur
- Satu nukleotida DNA tersusun atas... [SMP • C1]
 - fosfat, gula deoksiribosa, dan basa nitrogen
 - fosfat, gula ribosa, dan asam amino
 - glukosa, basa nitrogen, dan histon
 - asam amino, fosfat, dan lemak
- Urutan tingkatan informasi genetik dari yang paling besar ke yang paling kecil adalah... [SMP • C2]
 - nukleus → DNA → kromosom → nukleotida → gen → kodon
 - nukleus → kromosom → DNA → gen → kodon → nukleotida
 - kromosom → nukleus → gen → DNA → kodon → nukleotida
 - nukleus → kromosom → gen → nukleotida → DNA → kodon
- Satu untai DNA berurutan 5'-GGATCC-3'. Untai pasangannya (ditulis dari 3' ke 5') adalah... [SMP • C3]
 - 3'-GGATCC-5'
 - 3'-CCUAGG-5'
 - 3'-TTCGAA-5'
 - 3'-CCTAGG-5'
- Dalam analogi perpustakaan, heterokromatin diibaratkan... [SMP • C2]
 - buku yang diikat tali dan disimpan di gudang
 - buku yang terbuka di meja baca
 - satpam yang menjaga pintu
 - salinan resep yang dibawa ke dapur
- Pasangan basa G–C diikat oleh 3 ikatan hidrogen, sedangkan pasangan A–T hanya oleh 2 ikatan hidrogen. [SMP • C1]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Sel otot tidak menyimpan gen insulin karena sel otot tidak membuat insulin. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Salah ketik pada urutan DNA yang menetap dan dapat diwariskan ke sel anak disebut ____ . [SMP · C1]

9. Sebuah sampel DNA untai ganda mengandung 30% adenin (A). Berapa persen kandungan guanin (G)-nya? [SMA · C3]

- A. 30%
- B. 40%
- C. 20%
- D. 70%

10. Pada anemia sel sabit, urutan GAG pada gen hemoglobin- β berubah menjadi GTG. Pernyataan yang paling tepat tentang peristiwa ini adalah... [SMA · C3]

- A. seluruh gen hemoglobin- β hilang sehingga hemoglobin tidak dibuat
- B. jumlah kromosom berubah dari 46 menjadi 47
- C. histon terlepas sehingga DNA tidak dapat digulung
- D. satu huruf berubah sehingga satu asam amino berganti dan hemoglobin menggumpal

11. Peneliti mengambil DNA dari sel kulit dan sel hati seorang pasien, lalu membaca urutan gen insulin pada kedua sampel. Hasil yang paling mungkin adalah... [SMA · C4]

- A. gen insulin hanya ditemukan di sel hati
- B. urutan gen insulin pada kedua sel sama, tetapi gen itu tidak aktif dibaca di kedua jenis sel tersebut
- C. gen insulin di sel kulit lebih pendek daripada di sel hati
- D. gen insulin tidak ditemukan di kedua sel karena insulin hanya dibuat di pankreas

12. Pada sel beta pankreas, daerah DNA di sekitar gen insulin kemungkinan besar berada dalam keadaan... [SMA · C3]

- A. eukromatin yang longgar sehingga mudah disalin
- B. heterokromatin yang padat sehingga jarang dibaca
- C. terlepas dari kromosom dan mengapung di sitoplasma
- D. tersimpan di nukleolus bersama rRNA

13. Satu set genom manusia berisi $\pm 3,1$ miliar pasangan basa, dan hanya $\pm 1,5\%$ yang benar-benar berisi resep protein. Jumlah pasangan basa pengode protein dalam satu set genom kira-kira... [SMA · C3]

- A. $\pm 4,6$ juta
- B. ± 460 juta
- C. ± 46 juta
- D. $\pm 1,5$ miliar

L4. Replikasi DNA disebut ____ karena setiap DNA baru terdiri atas satu untai lama dan satu untai baru.

[SMA · C2]

L5. Padi memiliki ± 37.000 gen pengode protein, lebih banyak daripada manusia (± 20.000). Seorang teman menyimpulkan bahwa padi pasti lebih rumit daripada manusia. Analisislah kesimpulan itu.

[SMA · C4]

L6. DNA sepanjang ± 2 meter harus muat di dalam inti selebar $\pm 6 \mu\text{m}$, tetapi sel tetap dapat menemukan dan membaca gen tertentu dalam hitungan menit. Analisislah bagaimana cara DNA dikemas memungkinkan kedua hal ini terjadi sekaligus. [SMA · C4]

L7. Enzim polimerase hanya dapat menambahkan nukleotida baru pada ujung 3'. Jika untai cetakan dibaca dari arah 3' ke 5', untai baru akan... [Kuliah · C4]

- A. tumbuh ke arah 3'→5' dan sejajar dengan cetakan
- B. tumbuh ke arah 5'→3' dan antiparalel terhadap cetakan
- C. tumbuh ke dua arah sekaligus dari tengah cetakan
- D. tumbuh tanpa arah tertentu karena kedua ujungnya sama

L8. Sepasang kembar identik memiliki urutan DNA yang sama. Pada usia 50 tahun, salah satunya menunjukkan metilasi yang jauh lebih tinggi di daerah CpG promoter sebuah gen penekan tumor. Interpretasi yang paling tepat adalah... [Kuliah · C5]

- A. gen itu lebih aktif dibaca karena metilasi melonggarkan lilitan DNA
- B. urutan DNA gen itu pasti telah bermutasi
- C. metilasi hanya terjadi di sel kelamin sehingga tidak memengaruhi sel tubuh
- D. gen itu cenderung dibungkam pada kembar tersebut walaupun urutan hurufnya tidak berubah

19. Obat penghambat enzim histon deasetilase (HDAC) dapat “menghidupkan kembali” sebagian gen yang dibungkam pada sel kanker. Jelaskan mekanismenya, lalu evaluasi mengapa perubahan epigenetik lebih mungkin dibalikkan dengan obat daripada mutasi. [Kuliah · C5]

20. Rancanglah percobaan untuk membuktikan bahwa sel otot dan sel beta pankreas menyimpan gen insulin yang sama, tetapi hanya sel beta yang membacanya. Sebutkan sampel, apa yang diukur, kontrol, dan hasil yang kamu harapkan. [Kuliah · C6]

Bab 3 • Menyalin Resep Rahasia Pempek

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Proses menyalin informasi dari gen di DNA menjadi mRNA disebut... [SMP • C1]
 - A. transkripsi
 - B. translasi
 - C. replikasi
 - D. denaturasi
2. Dalam analogi Negara Sel, faktor transkripsi berperan sebagai... [SMP • C2]
 - A. juru salin yang merangkai huruf RNA
 - B. kertas salinan yang dibawa ke dapur
 - C. satpam yang menjaga pori inti
 - D. pustakawan yang menunjuk halaman resep dan memanggil juru salin
3. Perbedaan RNA dan DNA yang benar adalah... [SMP • C2]
 - A. RNA beruntai ganda, sedangkan DNA beruntai tunggal
 - B. RNA memakai gula ribosa dan huruf U, sedangkan DNA memakai gula deoksiribosa dan huruf T
 - C. RNA lebih tahan lama dan tidak pernah keluar dari inti
 - D. RNA dan DNA tersusun sama persis, hanya letaknya berbeda
4. Untai cetakan DNA 3'-TTT CAG-5' akan disalin menjadi mRNA... [SMP • C3]
 - A. 5'-AAA GTC-3'
 - B. 5'-UUU CAG-3'
 - C. 5'-AAA GUC-3'
 - D. 5'-TTT GUC-3'
5. Alasan utama sel menyalin gen menjadi mRNA dan tidak membawa DNA langsung ke ribosom adalah... [SMP • C2]
 - A. karena ribosom berada di dalam nukleus
 - B. karena DNA terlalu pendek untuk dibaca ribosom
 - C. agar buku resep asli tetap aman di dalam inti, sementara salinannya boleh rusak dan dibuat lagi
 - D. karena mRNA lebih tahan lama daripada DNA
6. Saat transkripsi, kedua untai DNA sama-sama dibaca untuk membuat dua mRNA sekaligus. [SMP • C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Ekor poli-A yang memendek sedikit demi sedikit ikut menentukan umur salinan mRNA. [SMP · C1]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Mesin yang mengenali batas ekson–intron lalu memotong intron keluar dalam bentuk laso disebut ____ . [SMP · C1]

9. Untai pengode sebuah gen berurutan 5'-ATG GCA TTC-3'. mRNA yang dihasilkan dari gen ini adalah... [SMA · C3]

- A. 5'-UAC CGU AAG-3'
- B. 5'-AUG GCA UUC-3'
- C. 5'-TAC CGT AAG-3'
- D. 5'-AUG GCA TTC-3'

10. Sebuah pra-mRNA tersusun atas ekson 1 (150 nukleotida), intron 1 (900), ekson 2 (120), intron 2 (1.500), dan ekson 3 (200). Setelah splicing normal, panjang bagian resep pada mRNA matangnya (tanpa topi dan ekor) adalah... [SMA · C4]

- A. 2.400 nukleotida
- B. 2.870 nukleotida
- C. 1.170 nukleotida
- D. 470 nukleotida

11. Seorang peneliti memberikan zat yang menghambat pemasangan topi 5' pada mRNA di dalam sel. Akibat yang paling mungkin adalah... [SMA · C4]

- A. mRNA lebih cepat dihancurkan dan sulit dikenali ribosom, sehingga protein yang dibuat berkurang
- B. mRNA berubah menjadi untai ganda
- C. RNA polimerase membaca kedua untai DNA
- D. intron ikut diterjemahkan menjadi protein

12. Gen distrofin panjangnya ±2,2 juta pasang basa, tetapi mRNA matangnya hanya ±14.000 huruf. Kesimpulan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. RNA polimerase hanya menyalin 1% bagian gen distrofin
- B. ekor poli-A memotong mRNA distrofin menjadi pendek
- C. sebagian besar gen distrofin berupa intron yang dibuang saat splicing
- D. mRNA distrofin kehilangan ekson karena rusak di sitoplasma

13. Mutasi pada promotor gen insulin membuat faktor transkripsi tidak dapat menempel. Akibat yang paling langsung adalah... [SMA · C4]

- A. mRNA insulin tetap banyak, tetapi tidak diberi ekor poli-A
- B. gen insulin jarang atau tidak disalin, sehingga mRNA insulin berkurang
- C. urutan asam amino insulin berubah
- D. semua gen di kromosom 11 berhenti disalin

L4. Salinan pertama hasil transkripsi yang masih mengandung intron dan belum dirapikan disebut ____ .

[SMA · C2]

L5. Sel beta pankreas perlu membuat insulin lebih banyak setelah kamu makan pempek. Jelaskan tiga cara sel dapat mengatur jumlah protein insulin pada tahap transkripsi dan pengolahan mRNA, tanpa mengubah buku resep aslinya. [SMA · C4]

L6. Seorang peneliti mewarnai RNA di dalam sel. Ia menemukan RNA di nukleus maupun sitoplasma, tetapi RNA yang masih mengandung intron hanya ditemukan di nukleus. Jelaskan temuan ini berdasarkan urutan peristiwa transkripsi, pengolahan, dan ekspor mRNA. [SMA · C4]

L7. Fosforilasi ekor CTD RNA polimerase II oleh TFIIH penting bagi transkripsi eukariota karena...

[Kuliah · C4]

- A. memungkinkan Pol II mengenali kotak TATA tanpa faktor transkripsi umum
- B. mengubah Pol II menjadi Pol III yang menyalin tRNA
- C. membuat Pol II membaca untai cetakan dari arah 5' ke 3'
- D. menandai peralihan dari inisiasi ke elongasi dan menjadi tempat berlabuh enzim penambah topi, spliceosom, serta mesin poliadenilasi

L8. Sebuah jaringan dewasa menunjukkan pergeseran rasio isoform reseptor insulin ke arah IR-A (tanpa ekson 11). Interpretasi yang paling tepat adalah... [Kuliah · C5]

- A. pola splicing berubah sehingga lebih banyak reseptor bergaya janin yang juga mengikat IGF-II, seperti yang dilaporkan pada resistensi insulin dan beberapa kanker
- B. gen INSR telah kehilangan ekson 11 akibat delesi DNA
- C. sel berhenti mentranskripsi gen INSR
- D. IR-A dibuat oleh RNA polimerase I di nukleolus

19. Aktivator yang terikat pada enhancer dapat meningkatkan transkripsi gen yang promoternya berjarak ribuan pasang basa. Jelaskan (a) mengapa RNA polimerase II tidak dapat memulai transkripsi sendiri, dan (b) bagaimana sinyal dari enhancer yang jauh dapat sampai ke Pol II di promoter. [Kuliah • C4]

20. Rancanglah percobaan untuk membandingkan pola splicing ekson 11 gen INSR antara jaringan hati orang dewasa dan jaringan janin. Jelaskan bahan awal, langkah utama, kontrol, dan cara membaca hasilnya. [Kuliah • C6]

Bab 4 • Dapur Ribosom Memasak Pempek

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Kata translasi berarti “penerjemahan”. Dalam sel, yang diterjemahkan pada proses translasi adalah... [SMP • C2]
 - A. bahasa DNA menjadi bahasa RNA
 - B. bahasa nukleotida (kodon mRNA) menjadi bahasa asam amino (protein)
 - C. bahasa asam amino menjadi bahasa nukleotida
 - D. bahasa protein menjadi bahasa lemak
2. Dalam analogi dapur ribosom, tRNA berperan sebagai... [SMP • C2]
 - A. koki yang membaca resep
 - B. salinan resep dari perpustakaan
 - C. kurir belanja yang membawa bahan (asam amino)
 - D. petugas gudang yang memasang bahan ke kurir
3. Kodon yang menjadi tanda “mulai memasak” sekaligus kode metionin adalah... [SMP • C1]
 - A. AUG
 - B. UAA
 - C. UGA
 - D. CCU
4. Di dalam ribosom, meja P adalah tempat... [SMP • C2]
 - A. kurir baru datang membawa bahan
 - B. kurir kosong keluar dari ribosom
 - C. faktor pelepas menunggu kodon stop
 - D. kurir tRNA yang memegang rantai adonan
5. mRNA 5'-AUG AAA GAG UAG-3' akan diterjemahkan menjadi rantai... [SMP • C3]
 - A. metionin–prolin–asam glutamat
 - B. lisin–asam glutamat–metionin
 - C. metionin–lisin–asam glutamat
 - D. metionin–lisin–asam glutamat–tirosin
6. Di dalam ribosom, yang berperan sebagai “tangan koki” penyambung ikatan peptida adalah rRNA, bukan protein. [SMP • C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Satu mRNA hanya dapat dibaca oleh satu ribosom, lalu langsung dihancurkan. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Protein yang membantu rantai protein melipat dengan benar supaya tidak kusut atau menggumpal, ibarat asisten koki, disebut ____ . [SMP · C1]

9. Kurir tRNA berantikodon GGU akan menempel pada kodon mana, dan membawa asam amino apa? [SMA · C3]

- A. kodon CCA, membawa prolin
- B. kodon GGU, membawa glisin
- C. kodon CCT, membawa prolin
- D. kodon CCA, membawa metionin

10. Pada anemia sel sabit, kodon mRNA GAG (asam glutamat) pada rantai hemoglobin- β berubah menjadi GUG (valin). Pernyataan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. perubahan ini sinonim sehingga protein tidak berubah
- B. perubahan ini menciptakan kodon stop sehingga rantai terpotong
- C. perubahan ini hanya mengubah struktur kuaterner tanpa mengubah struktur primer
- D. perubahan ini mengganti satu asam amino sehingga struktur primer berubah dan hemoglobin menggumpal

11. Pada sebuah polisom, ribosom yang paling dekat dengan ujung 3' mRNA membawa rantai protein paling panjang. Penjelasan yang tepat adalah... [SMA · C3]

- A. ribosom itu berukuran paling besar
- B. ribosom itu mulai membaca paling awal dari AUG di dekat ujung 5', sehingga sudah memasak paling lama
- C. ribosom membaca mRNA dari ujung 3' ke ujung 5'
- D. rantai dari ribosom lain berpindah ke ribosom itu

12. Ribosom manusia menambah ± 5 asam amino per detik. Jika preproinsulin tersusun atas 110 asam amino, berapa lama kira-kira satu ribosom menyelesaikan satu rantai preproinsulin? [SMA · C3]

- A. ± 2 detik
- B. ± 220 detik
- C. ± 22 detik
- D. ± 2 jam

- L3. Satu huruf tambahan tersisip tepat setelah kodon AUG pada sebuah mRNA. Akibat yang paling mungkin terhadap protein adalah... [SMA · C4]
- A. hanya satu asam amino yang berubah, sisanya tetap
 - B. semua kodon sesudahnya terbaca bergeser sehingga urutan asam amino berikutnya berubah total
 - C. protein bertambah panjang tepat satu asam amino
 - D. ribosom tidak dapat menemukan kodon mulai
- L4. Kodon mRNA UGG (triptofan) akan dikenali oleh tRNA yang antikodonna ____ . [SMA · C3]
-
-
- L5. Seorang anak mengalami demam hingga 41,5 °C. Jelaskan dengan konsep struktur protein mengapa suhu setinggi ini berbahaya bagi sel, dan bagaimana sel berusaha melindungi dirinya. [SMA · C4]
-
-
-
-
-
-
- L6. Protein yang salah lipat seharusnya dilipat ulang atau dihancurkan. Analisislah mengapa kegagalan sistem ini dapat berujung pada penyakit seperti Alzheimer atau Parkinson. [SMA · C4]
-
-
-
-
-
-
- L7. Seorang pasien pneumonia bakteri diberi eritromisin. Obat ini efektif terhadap bakteri tetapi relatif aman bagi sel manusia karena... [Kuliah · C4]
- A. eritromisin menghancurkan mRNA manusia tetapi tidak mRNA bakteri
 - B. bakteri tidak memiliki tRNA sehingga lebih peka
 - C. eritromisin menghambat eIF4E yang hanya dimiliki bakteri
 - D. eritromisin menghambat subunit 50S ribosom 70S bakteri, yang berbeda dari ribosom 80S di sitoplasma manusia

18. Sebuah mRNA buatan tidak memiliki topi 5', tetapi memiliki AUG dalam konteks Kozak yang kuat. Prediksi yang paling tepat untuk efisiensi translasinya di sel eukariota adalah... [Kuliah · C5]
- A. menurun tajam, karena eIF4E tidak dapat mengenali ujung 5' sehingga kompleks 43S sulit direkrut untuk memindai
 - B. tetap tinggi, karena konteks Kozak saja cukup untuk merekrut ribosom
 - C. meningkat, karena mRNA tanpa topi lebih mudah dipindai
 - D. tidak berubah, karena eIF2 mengenali AUG langsung tanpa pemindaian
19. Terdapat 61 kodon bermakna, tetapi sel cukup memiliki ± 45 jenis tRNA. Jelaskan bagaimana hal ini mungkin, lalu evaluasi mengapa mutasi pada basa ketiga kodon lebih sering bersifat "diam" daripada mutasi pada basa pertama. [Kuliah · C5]

20. Rancanglah percobaan untuk menguji hipotesis: "Ribosom hanya membaca pasangan kodon-antikodon dan tidak memeriksa jenis asam amino yang dibawa tRNA." Jelaskan perlakuan, kontrol, dan hasil yang mendukung atau menolak hipotesis. [Kuliah · C6]

Bab 5 • Packing, Ekspedisi & Pelabuhan

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Petugas yang mengenali peptida sinyal lalu menggiring ribosom ke membran RE disebut... [SMP • C1]
A. translokon
B. kinesin
C. SRP (partikel pengenalan sinyal)
D. peptidase sinyal
2. Dalam analogi Negara Sel, lumen RE kasar diibaratkan... [SMP • C2]
A. kantor ekspedisi
B. ruang packing sekaligus ruang kontrol mutu
C. pelabuhan
D. jalan tol
3. Ribosom bebas di sitoplasma memasak protein yang akan... [SMP • C2]
A. dikirim ke luar sel, misalnya insulin
B. dipasang di membran, misalnya GLUT4
C. dikirim ke lisosom, misalnya enzim pencernaan
D. dipakai di dalam sel, misalnya enzim glikolisis dan histon
4. Pelepasan insulin dari sel beta pankreas termasuk eksositosis teregulasi karena... [SMP • C2]
A. insulin disimpan dalam granul dan baru dilepas setelah ada perintah, biasanya lonjakan ion kalsium
B. insulin dikirim terus-menerus tanpa menunggu perintah
C. insulin masuk ke dalam sel lewat endositosis
D. insulin tidak pernah melewati badan Golgi
5. Sisi badan Golgi yang menghadap RE dan menerima vesikel dari RE disebut... [SMP • C1]
A. sisi trans
B. sisi cis
C. lumen RE
D. translokon
6. Protein GLUT4 dimasak oleh ribosom yang menempel di RE kasar, bukan oleh ribosom bebas di sitoplasma. [SMP • C2]
Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Pada eksositosis, paket dilempar menembus membran sel, sedangkan membran vesikelnnya tetap utuh di dalam sel. [SMP · C2]
Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)
8. Protein “tali ritsleting” yang menarik membran vesikel dan membran sel sampai melebur saat eksositosis disebut ____ . [SMP · C1]
-
9. Katalase adalah enzim di dalam peroksisom. Berdasarkan tabel tujuan protein, katalase dimasak di... [SMA · C3]
- A. ribosom di RE, lalu dikirim lewat Golgi
 - B. nukleolus, lalu dikirim lewat pori inti
 - C. lisosom, lalu dipindahkan dengan vesikel
 - D. ribosom bebas, lalu masuk ke peroksisom berkat label PTS
10. Seorang anak didiagnosis penyakit sel-I. Pemeriksaan menunjukkan kadar enzim lisosom yang sangat tinggi di luar sel. Penjelasan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]
- A. enzim lisosom tidak diberi stiker manosa-6-fosfat di Golgi sehingga ikut dikirim ke luar sel
 - B. enzim lisosom tidak dibuat sama sekali
 - C. lisosom pecah dan melepaskan enzim ke darah
 - D. SRP gagal menggiring ribosom ke RE
11. Toksin botulinum dari bakteri *Clostridium botulinum* dapat menyebabkan kelumpuhan otot. Tahap pengiriman yang dirusak toksin ini adalah... [SMA · C4]
- A. penggiringan ribosom oleh SRP ke RE
 - B. kontrol mutu protein di lumen RE
 - C. peleburan vesikel berisi asetilkolin dengan membran di ujung saraf
 - D. pemasangan stiker manosa-6-fosfat di Golgi
12. Dalam sebuah percobaan, urutan peptida sinyal disambungkan ke ujung depan gen yang biasanya mengode protein sitoplasma. Protein hasil rekayasa ini kemungkinan besar akan... [SMA · C4]
- A. tetap berada di sitoplasma
 - B. masuk ke RE lalu mengikuti jalur sekresi ke luar sel
 - C. masuk ke nukleus melalui pori inti
 - D. masuk ke mitokondria
13. Mutasi pada gen insulin membuat proinsulin salah lipat dan menumpuk di RE sel beta. Akibat jangka panjang yang paling mungkin adalah... [SMA · C4]
- A. insulin menumpuk berlebihan di dalam darah
 - B. proinsulin dikirim ke lisosom sebagai enzim pencernaan
 - C. sel beta membelah lebih cepat sehingga insulin bertambah
 - D. stres RE membuat sel beta rusak dan mati sehingga insulin yang dilepas berkurang

L4. Saluran protein di membran RE tempat rantai adonan yang sedang dimasak masuk ke lumen RE disebut ____ . [SMA · C2]

L5. Pada defisiensi α 1-antitripsin, pasien dapat mengalami kerusakan hati dan kerusakan paru sekaligus, padahal protein ini dibuat di sel hati. Analisislah bagaimana satu protein yang salah lipat dapat merusak dua organ yang berbeda. [SMA · C4]

L6. Setelah makan, sel otot memasang pintu GLUT4 di membrannya dalam hitungan menit. Setelah insulin pergi, pintu itu dibongkar kembali. Jelaskan bagaimana eksositosis dan endositosis bersama-sama mengatur jumlah GLUT4 di membran, dan mengapa cara ini lebih cepat daripada membuat GLUT4 baru. [SMA · C4]

L7. Sebuah protein membran memiliki satu urutan hidrofobik internal (stop-transfer) setelah peptida sinyalnya. Hal yang terjadi saat urutan ini melewati translokon Sec61 adalah... [Kuliah · C4]

- A. urutan itu keluar lewat celah lateral Sec61 dan tertanam di lapis ganda lipid membran RE
- B. urutan itu dipotong peptidase sinyal sehingga protein menjadi larut di lumen
- C. urutan itu memanggil SRP kedua untuk membawa ribosom ke mitokondria
- D. urutan itu menghentikan translasi secara permanen

L8. Sel yang diberi tunikamisin, penghambat glikosilasi-N, menunjukkan penumpukan protein tak terlipat di RE. Respons sel yang paling mungkin terdeteksi adalah... [Kuliah · C5]

- A. penurunan aktivitas IRE1, PERK, dan ATF6 karena RE beristirahat
- B. peningkatan sekresi protein salah lipat ke luar sel lewat Golgi
- C. aktivasi UPR melalui sensor IRE1, PERK, dan ATF6, disertai peningkatan ERAD
- D. pemindahan ribosom RE ke mitokondria untuk memasak ulang protein

19. CFTR $\Delta F508$ sebenarnya masih dapat bekerja sebagian, tetapi hampir tidak pernah sampai ke membran. Jelaskan nasib CFTR $\Delta F508$ di RE (sertakan siklus kalneksin/kalretikulin dan ERAD), lalu evaluasi mengapa obat corrector seperti elexacaftor dapat efektif meskipun mutasinya tetap ada.

[Kuliah · C5]

20. Rancanglah percobaan untuk membuktikan bahwa peptida sinyal preproinsulin sudah cukup untuk mengarahkan protein apa pun ke jalur sekresi. Sebutkan konstruk yang dibuat, kontrol, cara pengukuran, dan hasil yang diharapkan. [Kuliah · C6]

CELLPEDIA · BANK SOAL BAB 5 · © 2026 DR. RACHMAT HIDAYAT, M.SC, PHD · DIDUKUNG OLEH AURUMGEN ACADEMY.

Bab 6 • Surat-Menyurat Antarsel

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Molekul sinyal yang menempel pada reseptor disebut juga... [SMP • C1]
 - A. ligan
 - B. enzim
 - C. nukleotida
 - D. vesikel
2. Dalam analogi Negara Sel, reseptor diibaratkan... [SMP • C2]
 - A. surat
 - B. kantor pos pengirim
 - C. kotak surat berkunci
 - D. tukang pos yang mengantar surat
3. Sinyal endokrin paling tepat diibaratkan... [SMP • C2]
 - A. berjabat tangan: protein membran menempel pada sel tetangga
 - B. pos antarkota: hormon dibawa darah ke sel sasaran yang jauh
 - C. surat untuk tetangga dekat di sekitar sel pengirim
 - D. telepon berkabel melalui celah sinaps yang sempit
4. Manakah molekul sinyal yang reseptornya berada di membran sel karena tidak dapat menembus lapisan lemak? [SMP • C2]
 - A. kortisol
 - B. testosteron
 - C. vitamin D
 - D. glukagon
5. Saat melawan infeksi, sel T melepaskan molekul sinyal yang merangsang dirinya sendiri untuk memperbanyak diri. Jenis sinyal ini disebut... [SMP • C3]
 - A. endokrin
 - B. sinaptik
 - C. parakrin
 - D. autokrin
6. Adrenalin adalah hormon protein yang dimasak di ribosom seperti insulin. [SMP • C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Respons terhadap hormon larut lemak umumnya lebih lambat (jam) tetapi tahan lama, karena hormon itu mengubah gen yang dibaca di perpustakaan. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Molekul kecil di dalam sel, seperti cAMP dan ion kalsium, yang membantu meneruskan pesan dari reseptor disebut pembawa pesan ____ . [SMP · C1]

9. Satu molekul adrenalin mengaktifkan satu reseptor. Reseptor itu mengaktifkan 10 molekul pada tahap 1, lalu setiap molekul aktif mengaktifkan 10 molekul pada tahap berikutnya. Berapa molekul yang aktif pada tahap 4? [SMA · C3]

- A. 40
- B. 10.000
- C. 400
- D. 1.000

10. Toksin kolera mengunci protein G pada posisi ON di sel usus. Rangkaian akibat yang benar adalah... [SMA · C4]

- A. cAMP turun → garam dan air diserap berlebihan → sembelit
- B. reseptor usus dihancurkan → sel tidak menerima sinyal → diare ringan
- C. cAMP melonjak → garam dan air tumpah ke usus → diare hebat
- D. insulin tidak dilepas → gula darah naik → diare

11. Peneliti menambahkan hormon X yang diberi label berpendar ke kultur sel. Dalam 30 menit label terlihat di dalam inti sel, dan beberapa jam kemudian muncul protein baru. Hormon X paling mungkin adalah... [SMA · C4]

- A. kortisol
- B. insulin
- C. glukagon
- D. adrenalin

12. Pada penyakit Graves, antibodi menempel pada reseptor TSH di kelenjar tiroid dan terus menyalakannya. Kondisi ini paling tepat diibaratkan... [SMA · C3]

- A. kotak surat disumbat lakban
- B. kantor pos pengirim terbakar
- C. surat sampai, tetapi kotak suratnya tidak ada
- D. surat palsu yang terus dikirim sehingga perintah berjalan terus

L3. Sel kanker payudara tertentu membuat reseptor HER2 berlipat-lipat terlalu banyak. Mengapa obat yang menutup reseptor HER2 (trastuzumab) dapat menghambat pertumbuhan kanker ini? [SMA · C4]

- A. obat menghancurkan DNA semua sel tubuh
- B. obat menambah jumlah reseptor HER2 di sel kanker
- C. obat mencegah reseptor HER2 yang berlebihan meneruskan perintah “tumbuh”
- D. obat menghentikan pembuatan semua hormon di tubuh

L4. Enzim yang mencopot gugus fosfat “tanda menyala” sehingga sinyal di dalam sel padam disebut ____ . [SMA · C2]

L5. Seorang pasien diabetes tipe 2 memiliki kadar insulin darah normal, bahkan cenderung tinggi, tetapi gula darahnya tetap tinggi. Analisislah pada tahap komunikasi mana (penerimaan, transduksi, atau respons) masalahnya kemungkinan besar terjadi, dan mengapa masalah ini berbeda dari diabetes tipe 1. [SMA · C4]

L6. Seseorang berkromosom XY memiliki kadar testosteron normal, tetapi tubuhnya berkembang dengan ciri perempuan. Analisislah penyebabnya berdasarkan jalur sinyal hormon larut lemak. [SMA · C4]

L7. Seorang mahasiswa mencatat data tiga reseptor. Reseptor P memiliki tujuh heliks transmembran dan menaikkan cAMP. Reseptor Q memiliki domain tirosin kinase dan sudah berupa dimer $\alpha_2\beta_2$ sebelum ligan datang. Reseptor R membuka pori ion dalam hitungan milidetik. Pasangan yang tepat adalah... [Kuliah · C4]

- A. P = reseptor insulin, Q = reseptor β -adrenergik, R = reseptor glukokortikoid
- B. P = reseptor β -adrenergik, Q = reseptor insulin, R = reseptor asetilkolin nikotinik
- C. P = reseptor asetilkolin nikotinik, Q = reseptor estrogen, R = reseptor glukagon
- D. P = reseptor glukokortikoid, Q = reseptor insulin, R = reseptor β -adrenergik

18. Sel otot diberi penghambat PI3K, lalu diberi insulin. Peneliti mengukur autofosforilasi reseptor insulin, fosforilasi Akt, dan pemasukan glukosa. Hasil yang paling mungkin adalah... [Kuliah · C5]

- A. autofosforilasi reseptor normal, fosforilasi Akt turun, dan pemasukan glukosa turun
- B. autofosforilasi reseptor turun, fosforilasi Akt normal, dan pemasukan glukosa normal
- C. ketiganya normal karena insulin tetap menempel pada reseptor
- D. ketiganya meningkat karena sel mengimbangi hambatan

19. Sekitar sepertiga obat yang beredar menargetkan GPCR. Evaluasilah mengapa GPCR menjadi sasaran obat yang menarik, lalu bandingkan jalur Gas dan Gq dalam meneruskan sinyal. [Kuliah · C5]

20. Sebuah hormon baru Y ditemukan. Rancanglah serangkaian percobaan untuk menentukan apakah hormon Y bekerja melalui reseptor di membran atau reseptor di dalam sel. Jelaskan perlakuan, pengukuran, dan cara menafsirkan hasilnya. [Kuliah · C6]

Bab 7 • Insulin, Pintu Glukosa & Diabetes

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Pempek terbuat dari sagu atau tapioka yang kaya pati. Enzim yang memotong rantai pati di mulut dan usus adalah... [SMP • C1]
 - A. amilase
 - B. insulin
 - C. katalase
 - D. ATP sintase
2. Hormon pankreas yang bertugas **menaikkan** gula darah ketika kadarnya terlalu rendah adalah... [SMP • C1]
 - A. insulin
 - B. glukagon
 - C. peptida-C
 - D. GLUT4
3. Dalam analogi Negara Sel, insulin yang dikirim pankreas ke sel otot berperan sebagai... [SMP • C2]
 - A. pintu yang dipasang di tembok perbatasan
 - B. token listrik untuk membayar pekerjaan
 - C. surat perintah yang diterima kotak surat (reseptor)
 - D. truk sampah yang mengangkut glukosa
4. Mengapa glukosa di darah tidak bisa langsung menembus membran sel otot tanpa pintu GLUT4? [SMP • C2]
 - A. Karena glukosa bermuatan listrik sangat kuat
 - B. Karena ukuran glukosa lebih besar daripada sel otot
 - C. Karena membran sel otot hanya tersusun dari protein
 - D. Karena glukosa larut air, sedangkan bagian tengah membran berupa lapisan lemak
5. Hasil pemeriksaan gula darah puasa Pak Anwar adalah 112 mg/dL. Berdasarkan tabel kriteria di Bab 7.6, hasil ini termasuk kategori... [SMP • C3]
 - A. normal
 - B. prediabetes
 - C. diabetes
 - D. hipoglikemia

6. Sel beta di pulau Langerhans adalah satu-satunya sel di tubuh manusia yang membuat insulin untuk dilepas ke dalam darah. [SMP · C1]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Diabetes tipe 1 disebabkan kebiasaan terlalu banyak makan gula sejak kecil. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Sel beta pembuat insulin berkumpul di “pulau-pulau” kecil di pankreas yang disebut pulau ____ . [SMP · C1]

9. Urutan yang benar dari resep hingga insulin siap dilepas dari sel beta adalah... [SMA · C2]

- A. gen INS → mRNA → proinsulin di Golgi → preproinsulin di RE → insulin
- B. preproinsulin di granula → proinsulin di RE → mRNA → insulin + peptida-C
- C. gen INS → mRNA → preproinsulin di RE → proinsulin yang dilipat dan dikunci jembatan disulfida → dipotong di granula menjadi insulin + peptida-C
- D. gen INS → insulin dibuat langsung di nukleus → dikirim ke Golgi → dipotong menjadi preproinsulin

10. Seorang remaja 13 tahun didiagnosis diabetes. Kadar peptida-C dalam darahnya sangat rendah. Kesimpulan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. sel betanya hampir tidak lagi membuat insulin, sesuai dengan diabetes tipe 1
- B. sel ototnya kurang peka, padahal insulin yang dibuatnya berlebih
- C. ia baru saja makan banyak pempek sebelum diperiksa
- D. jumlah pintu GLUT4 di ototnya terlalu banyak

11. Bayangkan kanal K^+ peka ATP di sel beta rusak sehingga **selalu tertutup**, bahkan saat gula darah rendah. Akibat yang paling mungkin adalah... [SMA · C4]

- A. insulin tidak pernah dilepas sehingga gula darah terus tinggi
- B. glukosa tidak dapat masuk ke sel beta
- C. sel beta berhenti membuat ATP
- D. membran terus berubah muatan, Ca^{2+} terus masuk, dan insulin terus dilepas sehingga gula darah bisa turun terlalu rendah

12. Dua orang menjalani tes toleransi glukosa oral (TTGO). Orang P: gula darah naik ke 150 mg/dL, lalu 2 jam kemudian 118 mg/dL. Orang Q: gula darah naik ke 240 mg/dL dan 2 jam kemudian masih 215 mg/dL, padahal kadar insulinnya lebih tinggi daripada P. Interpretasi yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. Q menderita diabetes tipe 1 karena sel betanya rusak
- B. Q mengalami resistensi insulin: insulinnya banyak, tetapi pintu GLUT4 tidak cukup dipasang
- C. P menderita diabetes karena gula darahnya sempat melewati 140 mg/dL
- D. Q kelebihan pintu GLUT4 sehingga glukosa keluar lagi dari sel

- L3. Anak yang rajin berolahraga membuat sel ototnya makin sigap menyerap glukosa di kemudian hari. Penjelasan pada tingkat sel yang paling tepat adalah... [SMA · C2]
- A. olahraga membuat sel otot menghasilkan insulin sendiri
 - B. olahraga mengubah glukosa menjadi protein GLUT4
 - C. sinyal yang berulang meningkatkan transkripsi dan translasi gen GLUT4 sehingga stok pintu di gudang bertambah
 - D. olahraga membuat membran otot bisa ditembus glukosa tanpa pintu
- L4. Saat gula darah sudah normal dan insulin berhenti dikirim, pintu-pintu GLUT4 ditarik kembali dari membran ke dalam sel melalui proses ____ . [SMA · C2]
-
-
- L5. Penderita diabetes yang tidak terkontrol sering merasa lapar dan berat badannya turun, padahal gula darahnya tinggi. Jelaskan mengapa buku ini menyebut keadaan tersebut “kelaparan di tengah kelimpahan”. [SMA · C4]
-
-
-
-
-
-
- L6. Kakek Bima menderita diabetes tipe 2. Saat pertama diperiksa, kadar insulin darahnya justru tinggi. Sepuluh tahun kemudian, dokter menambahkan suntikan insulin pada pengobatannya. Jelaskan kedua kejadian ini memakai analogi surat dan kotak surat Negara Sel. [SMA · C4]
- L7. Mutasi tertentu pada Kir6.2 membuat kanal K_{ATP} sel beta sulit menutup walaupun rasio ATP/ADP naik. Prediksi dan pilihan terapi yang paling masuk akal adalah... [Kuliah · C4]
- A. sekresi insulin berlebihan; terapinya menghambat GLP-1
 - B. resistensi insulin di otot; terapinya cukup olahraga
 - C. sel beta dihancurkan sistem imun; terapinya obat penekan imun
 - D. sel beta gagal terdepolarisasi sehingga insulin kurang dilepas; sulfonilurea yang menutup K_{ATP} lewat SUR1 dapat membantu

18. Glukokinase sel beta memiliki $K_m \pm 8$ mM, sedangkan heksokinase di banyak jaringan lain memiliki K_m jauh di bawah 1 mM. Mengapa glukokinase lebih cocok menjadi “sensor sejati” glukosa? [Kuliah · C4]

- A. Kecepatannya naik-turun sebanding dengan kadar glukosa pada rentang fisiologis, sedangkan heksokinase sudah jenuh pada kadar glukosa normal
- B. Glukokinase tidak membutuhkan ATP sehingga tidak mengubah rasio ATP/ADP
- C. Glukokinase bekerja di luar sel sehingga lebih cepat mendeteksi glukosa darah
- D. K_m yang tinggi berarti afinitas glukokinase terhadap glukosa lebih tinggi

19. Obat sulfonilurea dan obat agonis GLP-1 sama-sama meningkatkan sekresi insulin, tetapi sulfonilurea lebih sering menyebabkan hipoglikemia. Evaluasilah perbedaan ini berdasarkan mekanisme kopling stimulus–sekresi sel beta. [Kuliah · C5]

20. Rancanglah percobaan dengan sel otot yang dikultur untuk membuktikan bahwa insulin dan kontraksi otot memanggil GLUT4 lewat dua jalur berbeda yang bertemu di AS160/TBC1D1. Sebutkan kelompok perlakuan, penghambat yang dipakai, variabel yang diukur, dan hasil yang kamu ramalkan. [Kuliah · C6]

Bab 8 • PLN Negara Sel

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Dalam analogi Negara Sel, mitokondria berperan sebagai ... dan ATP sebagai ... [SMP • C2]
 - A. dinas kebersihan; sampah
 - B. PLN; token listrik
 - C. perpustakaan; buku resep
 - D. ekspedisi; paket kiriman
2. Lipatan-lipatan membran dalam mitokondria yang memperluas tempat pemasangan ATP sintase disebut... [SMP • C1]
 - A. matriks
 - B. ruang antarmembran
 - C. krista
 - D. membran luar
3. Saat ATP dipakai untuk bekerja, misalnya ketika kinesin melangkah, ATP berubah menjadi ADP karena... [SMP • C2]
 - A. ATP melepas satu gugus fosfat dan mengeluarkan energi
 - B. ATP menerima satu gugus fosfat tambahan
 - C. ATP dipotong menjadi dua glukosa
 - D. ATP berubah menjadi oksigen
4. Menurut rumus ringkas respirasi seluler, zat yang dihasilkan selain ATP adalah... [SMP • C1]
 - A. glukosa dan oksigen
 - B. laktat dan alkohol
 - C. asetil-KoA dan urea
 - D. karbon dioksida dan air
5. Tapai singkong terasa manis dan sedikit beralkohol. Proses yang dilakukan ragi tapai adalah... [SMP • C3]
 - A. fermentasi asam laktat yang menghasilkan laktat
 - B. fermentasi alkohol yang mengubah piruvat menjadi alkohol dan CO₂
 - C. fotosintesis yang menghasilkan glukosa dan oksigen
 - D. respirasi aerob yang menghasilkan ±30–32 ATP
6. Mitokondria diwariskan hampir hanya dari ibu, melalui sel telur. [SMP • C1]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Satu gram lemak menyimpan energi lebih sedikit daripada satu gram karbohidrat. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Kekurangan vitamin B1 (tiamin) membuat pembakaran di mitokondria macet. Penyakit yang hubungannya ditemukan Christiaan Eijkman di Batavia ini bernama ____ . [SMP · C1]

9. Bima mengisi buku kas glikolisis untuk satu glukosa: modal –1 ATP (heksokinase) dan –1 ATP (PFK-1), lalu panen +2 ATP dan +2 ATP, serta dua kali panen NADH. Saldo akhir glikolisis adalah... [SMA · C3]

- A. +4 ATP, 2 NADH, dan 2 piruvat
- B. 0 ATP, 2 NADH, dan 2 asetil-KoA
- C. +2 ATP, 2 NADH, dan 2 piruvat
- D. +2 ATP, 4 NADH, dan 1 piruvat

10. Seorang pekerja keracunan sianida. Kadar oksigen dalam darahnya masih tinggi, tetapi sel-sel otaknya kekurangan ATP. Penjelasan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. sianida mengikat hemoglobin sehingga oksigen tidak terangkut
- B. sianida mengunci kompleks IV sehingga elektron tidak dapat diserahkan ke oksigen, rantai macet, dan ATP sintase berhenti
- C. sianida menghentikan glikolisis di sitoplasma
- D. sianida merusak DNA mitokondria sehingga mitokondria tidak bisa membelah

11. Mengapa satu FADH_2 menghasilkan lebih sedikit ATP ($\pm 1,5$) dibandingkan satu NADH ($\pm 2,5$)? [SMA · C2]

- A. Karena FADH_2 dibuat di sitoplasma, bukan di mitokondria
- B. Karena FADH_2 menyerahkan elektronnya langsung ke oksigen
- C. Karena elektron FADH_2 masuk di kompleks II sehingga melewati satu pompa H^+
- D. Karena FADH_2 membutuhkan ATP untuk masuk ke mitokondria

12. Tiga botol berisi 150 mL air dan 1 sendok teh ragi ditutup balon. Botol A: air hangat tanpa gula. Botol B: air hangat + 2 sendok makan gula. Botol C: air mendidih + 2 sendok makan gula. Setelah 30 menit hanya balon B yang mengembang besar. Kesimpulan yang tepat adalah... [SMA · C4]

- A. ragi membutuhkan gula sebagai bahan bakar fermentasi, dan air mendidih mematikan ragi karena enzimnya rusak
- B. gula sendiri menghasilkan gas bila dilarutkan dalam air hangat
- C. air mendidih mempercepat fermentasi karena reaksi kimia makin cepat
- D. ragi menghasilkan oksigen dari gula sehingga balon mengembang

L3. Menjelang waktu berbuka puasa Ramadan (± 13 jam tanpa makan), perubahan penggunaan bahan bakar yang paling tepat adalah... [SMA · C3]

- A. otot hanya membakar glukosa dari makanan sahur
- B. otak beralih membakar asam lemak secara langsung
- C. sel darah merah beralih memakai lemak
- D. cadangan glikogen hati mulai menipis dan tubuh makin banyak membakar asam lemak dari jaringan lemak

L4. Pada 10 detik pertama lari sprint 100 m, otot mengisi ulang ATP dengan sangat cepat dari “aki cadangan” bernama ____ . [SMA · C2]

L5. Hitunglah neraca ATP dari satu glukosa bila setiap NADH menghasilkan $\pm 2,5$ ATP dan setiap FADH_2 $\pm 1,5$ ATP (anggap NADH glikolisis bernilai penuh). Tunjukkan asal setiap angka, lalu jelaskan mengapa buku ini menulis ± 30 –32 ATP, bukan 36–38 ATP. [SMA · C3]

L6. Bima bermain sepak bola selama 90 menit. Analisislah sumber ATP otot Bima dari detik pertama sampai menit-menit akhir pertandingan, lalu jelaskan mengapa pegal otot keesokan harinya bukan disebabkan asam laktat. [SMA · C4]

L7. Mitokondria terisolasi diberi suksinat dan ADP, lalu ditambahkan zat pemisah (*uncoupler*, mis. 2,4-dinitrofenol) yang membuat membran dalam bocor H^+ . Hasil yang paling mungkin adalah... [Kuliah · C4]

- A. konsumsi O_2 tetap tinggi, bahkan naik, tetapi pembentukan ATP turun tajam karena gradien H^+ hilang dan energinya lepas sebagai panas
- B. konsumsi O_2 berhenti, tetapi ATP tetap dibuat dari cadangan gradien H^+
- C. konsumsi O_2 dan pembentukan ATP sama-sama meningkat
- D. rantai transpor elektron berhenti karena kompleks IV terkunci, seperti pada keracunan sianida

18. Seorang penderita diabetes tipe 1 lupa menyuntik insulin selama beberapa hari. Ia datang dengan napas cepat, gula darah sangat tinggi, dan badan keton tinggi di darah. Rangkaian mekanisme yang paling tepat adalah... [Kuliah · C4]

- A. tanpa insulin, glikolisis di hati meningkat pesat sehingga piruvat diubah menjadi badan keton
- B. badan keton berasal dari pemecahan protein otot menjadi urea
- C. badan keton dibuat otak saat glukosa darah melimpah
- D. tanpa insulin, lemak dibongkar besar-besaran; malonil-KoA rendah sehingga CPT1 terbuka, asetil-KoA hasil β -oksidasi di hati menumpuk dan diubah menjadi badan keton yang membuat darah asam

19. Seorang ibu membawa mutasi DNA mitokondria penyebab MELAS dalam keadaan heteroplasm. Anak-anaknya menunjukkan tingkat keparahan yang berbeda-beda, dan gejala terberat muncul di otak dan otot. Jelaskan (a) mengapa penyakit ini diwariskan dari ibu, (b) mengapa keparahannya bervariasi antarsaudara, dan (c) mengapa organ tersebut paling terdampak. [Kuliah · C4]

20. Rancanglah percobaan untuk membuktikan hipotesis kemiosmotik Mitchell, yaitu bahwa gradien proton, bukan aliran elektron secara langsung, yang menggerakkan ATP sintase. Sebutkan sistem yang dipakai, perlakuan, kontrol, cara mengukur ATP, dan hasil yang diramalkan. [Kuliah · C6]

Bab 9 • Dinas Kebersihan & Daur Ulang

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Dalam analogi Negara Sel, lisosom berperan sebagai... [SMP • C1]
 - A. dinas kebersihan yang mencerna dan mendaur ulang sampah
 - B. PLN yang membuat token listrik
 - C. kantor ekspedisi yang mengirim paket
 - D. perpustakaan yang menyimpan resep
2. Sekitar 60 jenis enzim penghancur di dalam lisosom secara umum disebut... [SMP • C1]
 - A. kinase
 - B. hidrolase
 - C. polimerase
 - D. ATP sintase
3. Makrofag menelan bakteri utuh lalu mengirimnya ke lisosom untuk dicerna. Jalur sampah ini disebut... [SMP • C2]
 - A. autofagi
 - B. apoptosis
 - C. fagositosis
 - D. eksositosis
4. Lisosom penuh enzim penghancur, tetapi dinding lisosom sendiri tidak ikut tercerna. Mengapa? [SMP • C2]
 - A. Karena lisosom tidak memiliki membran
 - B. Karena enzim lisosom hanya mencerna DNA
 - C. Karena lisosom selalu penuh ATP
 - D. Karena dinding dalamnya dilapisi lapisan gula tebal yang melindunginya
5. Pada janin, selaput di antara jari-jari tangan hilang sehingga jari-jari terpisah. Proses yang berperan dalam peristiwa ini adalah... [SMP • C3]
 - A. nekrosis
 - B. apoptosis
 - C. mitosis
 - D. autofagi
6. Pada nekrosis, sel mati dengan rapi dan tidak menimbulkan peradangan. [SMP • C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Autofagi meningkat saat sel kekurangan nutrisi, misalnya ketika seseorang berpuasa. [SMP · C1]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Kantong bermembran ganda yang terbentuk ketika fagofor selesai membungkus mitokondria tua disebut ____ . [SMP · C1]

9. Label manosa-6-fosfat adalah “alamat lisosom” yang ditempel Golgi pada enzim-enzim penghancur. Jika sebuah sel tidak mampu menempelkan label ini, akibat yang paling mungkin adalah... [SMA · C4]

- A. enzim lisosom salah kirim ke luar sel, lisosom kekurangan enzim, dan sampah menumpuk di dalamnya
- B. proteasom berhenti bekerja karena ubiquitin tidak dibuat
- C. isi lisosom menjadi basa sehingga semua enzim aktif di sitosol
- D. peroksisom tidak dapat mengubah H_2O_2 menjadi air dan oksigen

10. Kelompok Bima menuang 10 mL H_2O_2 3% ke empat gelas. Setelah 1 menit: hati ayam mentah → busa 4 cm; hati ayam rebus → hampir tanpa busa; kentang mentah → busa 1 cm; H_2O_2 saja → tanpa busa. Kesimpulan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. busa berasal dari H_2O_2 yang terurai sendiri tanpa bantuan sel
- B. perebusan menambah jumlah katalase di dalam hati
- C. katalase adalah protein yang rusak oleh perebusan, dan aktivitasnya pada hati lebih tinggi daripada kentang
- D. kentang sama sekali tidak memiliki peroksisom

11. Obat kanker bortezomib menghambat proteasom. Mengapa obat ini sangat efektif terhadap sel kanker mieloma? [SMA · C3]

- A. Karena bortezomib menambah jumlah ubiquitin di sel sehat
- B. Karena sel mieloma tidak memiliki lisosom
- C. Karena bortezomib memperbaiki DNA sel mieloma
- D. Karena sel mieloma membuat sangat banyak protein, sehingga tanpa proteasom sampah protein menumpuk dan sel mati

12. Seorang bayi mengalami otot yang sangat lemah dan jantung yang membesar. Pemeriksaan jaringan menunjukkan glikogen menumpuk di dalam lisosom sel otot. Enzim yang kemungkinan besar tidak bekerja adalah... [SMA · C4]

- A. heksosaminidase A
- B. α -glukosidase asam
- C. glukoserebrosidase
- D. katalase

L3. Pasangan “petugas kebersihan” dan tugasnya yang benar adalah... [SMA · C2]

- A. peroksisom – memecah asam lemak rantai sangat panjang dan menghasilkan H_2O_2
- B. proteasom – membungkus mitokondria tua menjadi autofagosom
- C. lisosom – menempelkan stiker ubiquitin pada protein rusak
- D. peroksisom – mencacah protein berstiker ubiquitin

L4. Sebagian penyakit penimbunan lisosom kini dapat diobati dengan terapi ____ : enzim buatan berlabel manosa-6-fosfat disuntikkan ke darah, lalu diambil sel lewat endositosis. [SMA · C2]

L5. Analisislah mengapa melemahnya proteasom dan autofagi lebih mudah menyebabkan penyakit pada sel saraf (misalnya Alzheimer dan Parkinson) dibandingkan pada sel kulit. [SMA · C4]

L6. Bandingkan apoptosis dan nekrosis dari segi penyebab, cara sel mati, dan dampaknya bagi jaringan di sekitarnya. Berikan satu contoh untuk masing-masing. [SMA · C4]

L7. Bafilomisin A1 menghambat pompa proton V-ATPase di membran lisosom. Pada sel yang sedang aktif melakukan autofagi, akibat yang paling langsung adalah... [Kuliah · C4]

- A. autofagosom tidak dapat terbentuk karena fagofor tidak tumbuh
- B. proteasom berhenti mencacah protein berstiker ubiquitin
- C. pH lisosom naik sehingga hidrolase tidak aktif; autofagosom dan autolisosom berisi sampah yang belum tercerna menumpuk
- D. enzim lisosom bocor ke sitosol dan langsung mencerna seluruh sel

18. Enzim buatan yang disuntikkan ke darah berhasil mengurangi penimbunan lemak di hati dan limpa pada penyakit Gaucher, tetapi kurang efektif untuk penyakit penimbunan lisosom yang terutama merusak otak, seperti Tay-Sachs. Penjelasan yang paling tepat adalah... [Kuliah · C5]

- A. neuron sama sekali tidak memiliki lisosom
- B. enzim buatan langsung dirusak katalase di otak
- C. Tay-Sachs bukan penyakit penimbunan lisosom
- D. enzim berukuran besar di darah sulit menembus sawar darah-otak sehingga tidak mencapai lisosom neuron

19. Banyak kemoterapi dan radioterapi bekerja dengan merusak DNA sel kanker. Evaluasilah mengapa sel kanker yang gen p53-nya bermutasi sering lebih tahan terhadap terapi tersebut, dan apa implikasinya bagi pengembangan obat. [Kuliah · C5]

20. Rancanglah percobaan pada sel yang dikultur untuk menentukan apakah suatu protein X terutama diurai oleh proteasom atau oleh lisosom. Sebutkan perlakuan, kontrol, metode pengukuran, dan hasil yang diramalkan untuk setiap kemungkinan. [Kuliah · C6]

Bab 10 • Perbatasan & Jalan Raya

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Dalam analogi Negara Sel, membran plasma berperan sebagai ... dan sitoskeleton sebagai ... [SMP • c1]
 - A. perbatasan dengan kantor imigrasi; jaringan jalan raya
 - B. PLN; token listrik
 - C. perpustakaan; rak buku
 - D. dinas kebersihan; truk sampah
2. Molekul penyusun utama lapisan ganda membran sel, yang bentuknya mirip sabun, adalah... [SMP • c1]
 - A. kolesterol
 - B. fosfolipid
 - C. glukosa
 - D. tubulin
3. Pada lapis ganda membran, bagian fosfolipid yang menghadap cairan di luar dan di dalam sel adalah... [SMP • c2]
 - A. ekor yang takut air (hidrofobik)
 - B. kolesterol yang kaku
 - C. kepala yang suka air (hidrofilik)
 - D. protein kanal
4. Dalam satu siklus kerjanya, pompa natrium-kalium... [SMP • c2]
 - A. mengeluarkan 2 Na⁺ dan memasukkan 3 K⁺ tanpa ATP
 - B. mengeluarkan 3 K⁺ dan memasukkan 2 Na⁺ dengan 1 ATP
 - C. memindahkan 1 Na⁺ dan 1 K⁺ ke arah yang sama
 - D. mengeluarkan 3 Na⁺, memasukkan 2 K⁺, dan membakar 1 ATP
5. Bima merendam kangkung yang layu di dalam air bersih. Setengah jam kemudian daunnya kembali segar. Peristiwa yang terjadi adalah... [SMP • c3]
 - A. air keluar dari sel karena air rendaman bersifat hipertonik
 - B. air masuk ke sel lewat osmosis karena air rendaman lebih encer daripada isi sel
 - C. garam masuk ke sel lewat transpor aktif
 - D. sel kangkung membelah dengan cepat sehingga daun mengembang
6. Satu-satunya sel manusia yang memiliki flagela adalah sel sperma. [SMP • c1]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Difusi terfasilitasi membutuhkan ATP karena zatnya harus melewati protein pengangkut. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Protein pintu khusus yang mengalirkan sebagian besar air menembus membran sel disebut ____ .

[SMP · C1]

9. Hormon steroid seperti estrogen dapat menembus membran tanpa pintu, dan reseptornya berada di dalam sel. Hal ini terjadi karena... [SMA · C2]

- A. steroid larut lemak sehingga dapat “berenang” menembus lapisan lemak membran
- B. steroid diangkut oleh pompa Na^+/K^+
- C. steroid berukuran sangat besar sehingga masuk lewat fagositosis
- D. steroid bermuatan positif sehingga tertarik ke dalam sel

L10. Seorang perokok berat sering batuk berdahak dan mudah terkena infeksi saluran napas. Penjelasan pada tingkat sel yang paling tepat adalah... [SMA · C3]

- A. asap rokok merusak flagela sel paru sehingga sel tidak bisa berenang
- B. asap rokok menutup taut celah sehingga sel paru tidak bisa berkomunikasi
- C. asap rokok memperbanyak silia primer sehingga lendir berlebihan
- D. asap rokok melumpuhkan silia saluran napas sehingga “eskalator lendir” gagal menyapu debu dan kuman ke tenggorokan

L11. Paklitaksel dan vinkristin sama-sama dipakai sebagai obat kanker, padahal pengaruhnya terhadap mikrotubulus berlawanan. Pernyataan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. paklitaksel mencegah mikrotubulus terbentuk, sedangkan vinkristin membekukannya; keduanya langsung merusak DNA
- B. keduanya mengganggu bongkar-pasang mikrotubulus gelendong (paklitaksel membekukan, vinkristin mencegah pembentukan), sehingga sel kanker gagal membelah
- C. keduanya menghambat filamen aktin sehingga sel kanker tidak bisa bergerak
- D. keduanya memperkuat filamen intermediat sehingga sel kanker menjadi kaku dan mati

L12. Sel darah merah dimasukkan ke tiga larutan NaCl: 0,3%, 0,9%, dan 3%. Di mikroskop terlihat: larutan X → sel mengerut dan bergerigi; larutan Y → sel berbentuk normal; larutan Z → banyak sel pecah. Pasangan yang benar adalah... [SMA · C4]

- A. X = 3%, Y = 0,9%, Z = 0,3%
- B. X = 0,3%, Y = 0,9%, Z = 3%
- C. X = 0,9%, Y = 3%, Z = 0,3%
- D. X = 3%, Y = 0,3%, Z = 0,9%

L3. Kulit harus tahan ditarik dan diregangkan tanpa robek. Filamen sitoskeleton dan sambungan antarsel yang paling berperan adalah... [SMA · C3]

- A. mikrotubulus dan taut celah
- B. filamen aktin dan taut ketat
- C. filamen intermediet (keratin) dan desmosom
- D. silia dan flagela

L4. Lapisan gula di permukaan luar membran yang berfungsi sebagai “KTP” sel, termasuk penentu golongan darah, disebut ____ . [SMA · C2]

L5. Di dalam sel kadar K^+ tinggi dan Na^+ rendah, sedangkan di luar sel sebaliknya. Analisislah apa yang terjadi pada perbedaan ion ini bila sel keracunan zat yang menghentikan produksi ATP (misalnya sianida, Bab 8), dan mengapa sel saraf paling cepat terganggu. [SMA · C4]

L6. Kolkisin dipakai untuk meredakan serangan asam urat (gout) di sendi. Jelaskan cara kerja obat ini berdasarkan sitoskeleton, lalu ramalkan efek samping yang mungkin muncul pada jaringan yang sel-selnya sering membelah, misalnya lapisan usus. [SMA · C4]

L7. Sel usus menyerap glukosa melawan perbedaan konsentrasi memakai pengangkut SGLT1 yang memasukkan Na^+ bersama glukosa. SGLT1 sendiri tidak memecah ATP. Jika pompa Na^+/K^+ sel usus dihambat (misalnya oleh ouabain), yang paling mungkin terjadi adalah... [Kuliah · C4]

- A. tidak ada pengaruh, karena SGLT1 tidak memakai ATP
- B. penyerapan glukosa meningkat karena Na^+ menumpuk di dalam sel
- C. penyerapan glukosa menurun karena gradien Na^+ , “baterai” penggerak SGLT1, perlahan hilang
- D. glukosa beralih masuk lewat akuaporin

18. Pada percobaan Frye dan Edidin (1970), sel manusia dan sel tikus dilebur menjadi satu sel. Protein membran manusia diberi label merah dan protein tikus diberi label hijau. Pada 37 °C, kedua warna bercampur merata dalam ± 40 menit, tetapi pada suhu rendah (± 15 °C) warnanya tetap terpisah. Kesimpulan yang paling didukung data adalah... [Kuliah · C5]

- A. protein membran dibuat baru dengan cepat oleh ribosom di permukaan sel
- B. protein tikus dan manusia bergabung menjadi satu protein baru
- C. pencampuran terjadi karena pompa Na^+/K^+ memindahkan protein dengan ATP
- D. membran bersifat cair sehingga protein dapat bergeser ke samping, dan kecairannya bergantung pada suhu

19. Pada diare akut, tenaga kesehatan menganjurkan oralit (campuran garam dan gula dalam takaran tertentu), bukan air putih saja atau air garam saja. Evaluasilah anjuran ini berdasarkan mekanisme transpor membran di sel usus, lalu jelaskan mengapa minuman yang terlalu manis justru bisa memperburuk diare. [Kuliah · C5]

20. Rancanglah percobaan untuk menentukan apakah zat X masuk ke sel lewat difusi sederhana, difusi terfasilitasi, atau transpor aktif. Sebutkan perlakuan, kontrol, data yang dikumpulkan, dan pola hasil yang membedakan ketiganya. [Kuliah · C6]

Bab 11 • Negara Membelah Diri

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Dalam analogi buku ini, replikasi DNA sebelum sel membelah diibaratkan sebagai... [SMP • C2]
 - A. memfotokopi seluruh isi perpustakaan
 - B. memfotokopi satu halaman resep untuk dibawa ke dapur
 - C. memasak pempek di dapur RE
 - D. mengirim buku tua ke dinas kebersihan
2. Enzim yang membuka tangga DNA seperti membuka ritsleting sehingga terbentuk garpu replikasi adalah... [SMP • C1]
 - A. ligase
 - B. helikase
 - C. primase
 - D. telomerase
3. Kebanyakan neuron dan sel otot jantung jarang sekali membelah. Sel-sel ini berada di fase... [SMP • C2]
 - A. G1
 - B. S
 - C. G0
 - D. G2
4. Peristiwa yang terjadi pada fase anafase mitosis adalah... [SMP • C2]
 - A. selubung inti terbentuk kembali di kedua kutub
 - B. kromosom berbaris di bidang tengah sel
 - C. kromatin memadat menjadi kromosom
 - D. kohesin digunting separase sehingga kromatid saudara ditarik ke kutub berlawanan
5. Pada foto mikroskop terlihat dua kelompok kromosom di kedua ujung sel, selubung inti mulai terbentuk kembali, dan bagian tengah sel mulai menyempit. Sel tersebut sedang berada pada fase... [SMP • C3]
 - A. profase
 - B. metafase
 - C. anafase
 - D. telofase
6. Fase M (mitosis dan sitokinesis) adalah bagian terpanjang dalam siklus sel. [SMP • C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Pada sebagian besar sel tubuh, ujung kromosom dilindungi telomer yang sedikit memendek setiap kali sel membelah. [SMP · C1]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Titik jepitan tempat dua kromatid saudara bersatu, sekaligus tempat kinetokor terbentuk, disebut ____ . [SMP · C1]

9. Saat replikasi, satu untai DNA disalin terus-menerus, sedangkan untai lainnya disalin sepotong-sepotong (fragmen Okazaki). Penyebabnya adalah... [SMA · C2]

- A. satu untai DNA sebenarnya terbuat dari RNA
- B. DNA polimerase hanya dapat bergerak ke satu arah ($5' \rightarrow 3'$), sedangkan kedua untai DNA berlawanan arah
- C. helikase hanya membuka salah satu untai
- D. ligase hanya bekerja pada salah satu untai

10. Bakteri ditumbuhkan lama dalam medium ^{15}N sehingga semua DNA-nya “berat”, lalu dipindah ke medium ^{14}N (ringan) dan dibiarkan membelah satu kali. Jika replikasi bersifat semikonservatif, DNA hasilnya akan... [SMA · C4]

- A. separuh berat dan separuh ringan
- B. semuanya berat
- C. semuanya berbobot sedang, karena terdiri atas satu untai berat dan satu untai ringan
- D. semuanya ringan

11. Pada preparat ujung akar bawang, dari 500 sel yang dihitung: 450 interfase, 25 profase, 10 metafase, 8 anafase, dan 7 telofase. Jika satu siklus sel berlangsung ± 20 jam, lama fase mitosis kira-kira... [SMA · C4]

- A. ± 2 jam
- B. ± 20 menit
- C. ± 10 jam
- D. ± 50 menit

12. Saat metafase, ada satu kromosom yang baru terkait gelendong dari satu kutub saja. Yang dilakukan sel adalah... [SMA · C3]

- A. langsung masuk anafase agar pembelahan tidak terlambat
- B. menunda anafase lewat pos pemeriksaan gelendong sampai semua kromosom terkait dari dua kutub
- C. membuang kromosom tersebut ke lisosom
- D. kembali ke fase S untuk menyalin ulang DNA

L3. Sel kulit normal yang dibiakkan di laboratorium berhenti membelah setelah ± 50 kali pembelahan, sedangkan sel kanker dari seorang pasien terus membelah selama bertahun-tahun. Perbedaan yang paling mungkin menjelaskan hal ini adalah... [SMA · C4]

- A. sel kanker tidak memiliki DNA sehingga tidak perlu replikasi
- B. sel kulit kehilangan sentromer setelah 50 kali membelah
- C. sel kanker menyalakan kembali telomerase sehingga telomernya tidak terus memendek
- D. sel kulit tidak memiliki DNA polimerase

L4. Mesin siklus sel digerakkan protein CDK (ibarat kunci kontak) yang baru menyala bila ditempel protein ____ (ibarat bensin) yang jumlahnya naik-turun sesuai jadwal. [SMA · C2]

L5. Analisislah perbedaan antara “memfotokopi seluruh perpustakaan” (replikasi DNA, Bab 11) dan “memfotokopi satu halaman resep” (transkripsi, Bab 3) dari segi bagian DNA yang disalin, hasilnya, enzim utama, dan waktu terjadinya. [SMA · C4]

L6. Seorang pasien kanker mendapat obat paklitaksel yang “membekukan” mikrotubulus. Selama pengobatan, rambutnya rontok dan ia mudah terkena infeksi karena sel darah putihnya menurun. Jelaskan kaitan efek samping ini dengan mitosis. [SMA · C4]

L7. Palbosiklib, penghambat CDK4/6, dipakai untuk kanker payudara. Pada sel kanker yang protein Rb-nya normal, obat ini diharapkan... [Kuliah · C4]

- A. menjaga Rb tetap tidak terfosforilasi sehingga E2F tetap terikat dan sel tertahan di G1
- B. membuat Rb terfosforilasi berlebihan sehingga sel cepat masuk fase S
- C. mengaktifkan separase lebih awal sehingga kromatid berpisah sebelum metafase
- D. mematikan telomerase sehingga telomer cepat memendek

18. Normalnya, lisensi titik awal replikasi (pemuatan helikase MCM oleh ORC, Cdc6, dan Cdt1) hanya terjadi di G1. Jika sebuah mutasi membuat Cdt1 tetap aktif selama fase S dan G2, akibat yang paling mungkin adalah... [Kuliah · C4]

- A. replikasi tidak dapat dimulai sama sekali
- B. sel melewati fase S dan langsung masuk mitosis
- C. fragmen Okazaki tidak lagi disambung ligase
- D. sebagian DNA tersalin lebih dari sekali (re-replikasi) sehingga genom menjadi tidak stabil

19. Evaluasilah mengapa sel yang spindle assembly checkpoint-nya lemah (misalnya kadar Mad2 berkurang) cenderung menghasilkan sel anak aneuploid, dan mengapa hal ini dikaitkan dengan kanker. Gunakan rantai Mad2 → APC/C-Cdc20 → sekurin → separase → kohesin dalam jawabanmu. [Kuliah · C5]

20. Rancanglah percobaan memakai sel manusia yang dikultur untuk menentukan di fase siklus sel mana sebuah obat baru menghentikan pembelahan. Sebutkan perlakuan, kontrol, metode pengukuran, dan cara menafsirkan hasil. [Kuliah · C6]

Bab 12 • Warisan Dua Edisi

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Dalam analogi buku ini, sel telur dan sperma disebut “perpustakaan saku” karena... [SMP • C2]
 - A. hanya berisi satu edisi untuk setiap judul buku (23 kromosom)
 - B. berisi dua edisi untuk setiap judul buku (46 kromosom)
 - C. tidak berisi buku sama sekali
 - D. berisi buku yang sudah difotokopi dua kali
2. Sel tubuh manusia bersifat diploid ($2n = 46$). Artinya... [SMP • C1]
 - A. setiap judul buku hanya punya satu edisi
 - B. setiap judul buku punya dua edisi (kromosom homolog), satu dari ayah dan satu dari ibu
 - C. setiap sel memiliki dua inti
 - D. sel hanya berisi kromosom X dan Y
3. Satu sel induk di testis menjalani meiosis. Hasilnya adalah... [SMP • C2]
 - A. 1 sel telur dan 3 badan polar
 - B. 2 sel identik yang diploid
 - C. 4 sperma haploid yang isinya berbeda-beda
 - D. 8 sperma diploid
4. Yang menentukan jenis kelamin anak adalah... [SMP • C2]
 - A. sel telur, karena dapat membawa kromosom X atau Y
 - B. usia ibu saat hamil
 - C. jumlah kromosom 21
 - D. sperma, karena dapat membawa kromosom X atau Y
5. Ayah bergolongan darah AB dan ibu bergolongan darah O. Golongan darah yang mungkin dimiliki anak mereka adalah... [SMP • C3]
 - A. A atau B
 - B. AB atau O
 - C. A, B, AB, atau O
 - D. hanya O
6. Sifat yang disebabkan alel dominan pasti paling banyak ditemukan di masyarakat. [SMP • C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Pada oogenesis, satu sel induk menghasilkan satu sel telur besar, sedangkan sisanya berupa badan polar kecil. [SMP · C1]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Gen di kromosom Y yang menjadi sakelar utama pembentukan testis adalah gen ____ . [SMP · C1]

9. Orang bergenotipe AO memiliki golongan darah A karena... [SMA · C2]

- A. alel O dominan terhadap alel A
- B. alel A dominan, sedangkan alel O resesif karena tidak menempelkan gula tambahan
- C. alel A dan O kodominan sehingga keduanya tampak
- D. golongan darah ditentukan oleh kromosom X

10. Ayah bergolongan darah A dengan genotipe AO, sedangkan ibu bergolongan darah O. Berapa peluang pasangan ini mendapatkan anak **laki-laki** bergolongan darah O? [SMA · C3]

- A. 12,5%
- B. 25%
- C. 50%
- D. 75%

11. Pemeriksaan kromosom (kariotipe) seorang remaja laki-laki menunjukkan 47 kromosom dengan susunan kromosom seks XXY. Kesimpulan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. sindrom Turner akibat kehilangan satu kromosom X
- B. sindrom Down akibat tiga salinan kromosom 21
- C. sindrom Klinefelter akibat nondisjungsi kromosom seks saat meiosis pada salah satu orang tua
- D. hasil pindah silang yang berlebihan pada mitosis

12. Jika nondisjungsi terjadi pada meiosis I (sepasang homolog gagal berpisah), sedangkan meiosis II berjalan normal, keempat gamet yang dihasilkan adalah... [SMA · C4]

- A. keempat gamet normal
- B. satu gamet kelebihan satu kromosom, satu gamet kekurangan satu kromosom, dan dua gamet normal
- C. keempat gamet kelebihan satu kromosom
- D. dua gamet kelebihan satu kromosom dan dua gamet kekurangan satu kromosom

13. Seorang ibu bergolongan darah A mempunyai anak bergolongan darah O. Genotipe ibu tersebut pasti... [SMA · C3]

- A. AA
- B. OO
- C. AO
- D. AB

- L4. Pada metafase I, letak edisi ayah di kiri atau di kanan bidang tengah ditentukan secara acak untuk setiap pasangan homolog. Peristiwa ini disebut pemilahan ____ . [SMA · C2]
-
-
-
-
-
-
-
-
- L5. Kakak-beradik dari orang tua yang sama tidak pernah memiliki susunan DNA yang persis sama, kecuali kembar identik. Analisislah asal perbedaan antarsaudara berdasarkan tiga “mesin pengacak” di Bab 12.3, lalu jelaskan mengapa kembar identik tetap memiliki DNA yang sama. [SMA · C4]
-
-
-
-
-
-
-
-
- L6. Pasangan suami-istri di Palembang tampak sehat, tetapi anak pertama mereka menderita thalassemia- β mayor. (a) Jelaskan dengan diagram Punnett (T = alel normal, t = alel thalassemia) bagaimana hal ini dapat terjadi. (b) Berapa peluang anak kedua mereka juga menderita thalassemia mayor? (c) Mengapa pemeriksaan pembawa sifat sebelum menikah dianjurkan? [SMA · C4]
- L7. Shugoshin (SGO2-PP2A) melindungi kohesin REC8 di sentromer selama anafase I. Jika shugoshin tidak berfungsi, akibat yang paling mungkin adalah... [Kuliah · C4]
- A. pindah silang tidak dapat terjadi karena DSB tidak terbentuk
 - B. kromatid saudara terpisah terlalu dini pada anafase I, sehingga pemisahan di meiosis II menjadi acak dan gamet aneuploid
 - C. kompleks sinaptonema tidak terbentuk sehingga homolog tidak berpasangan
 - D. oosit tidak dapat berhenti di diploten profase I
- L8. Risiko trisomi 21 meningkat tajam seiring usia ibu, tetapi hampir tidak dipengaruhi usia ayah. Penjelasan yang paling didukung oleh mekanisme meiosis adalah... [Kuliah · C5]
- A. oosit berhenti di profase I sejak sebelum lahir; kohesin yang dipasang saat janin tidak diganti dan melemah selama puluhan tahun, sehingga kromosom mudah terpisah keliru ketika meiosis dilanjutkan
 - B. sperma pria yang lebih tua bergerak lebih lambat sehingga sel telur lebih sering dibuahi sperma berkromosom 21 ganda
 - C. pindah silang hanya terjadi pada spermatogenesis sehingga sperma lebih stabil
 - D. sel telur ibu yang lebih tua mengalami mitosis tambahan sehingga kromosom 21 berlipat ganda

19. Selain menambah variasi, pindah silang ternyata juga diperlukan agar kromosom terbagi dengan benar. Evaluasilah pernyataan ini: apa yang terjadi pada pemisahan kromosom di meiosis I bila sepasang homolog sama sekali tidak membentuk kiasma? [Kuliah · C5]

20. Rancanglah cara menentukan apakah trisomi 21 pada seorang anak berasal dari ibu atau ayah, dan apakah kesalahan terjadi pada meiosis I atau meiosis II, memakai penanda DNA yang bervariasi antarindividu (STR/mikrosatelit). Jelaskan penanda yang dipilih, data yang dibandingkan, dan cara menafsirkannya. [Kuliah · C6]

Bab 13 • Membangun Negara Baru

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Dalam analogi Bab 13, ektoderm, mesoderm, dan endoderm yang terbentuk saat gastrulasi diibaratkan sebagai... [SMP • C1]
 - A. tiga perpustakaan saku dari ayah, ibu, dan nenek
 - B. tiga pintu imigrasi di perbatasan sel
 - C. tiga kementerian yang masing-masing membangun kelompok organ tertentu
 - D. tiga gudang cadangan makanan untuk embrio
2. Jantung, otot, tulang, ginjal, serta pembuluh dan sel darah berasal dari lapisan lembaga... [SMP • C1]
 - A. ektoderm
 - B. mesoderm
 - C. endoderm
 - D. trofoblas
3. Pada hari ke-2–3 setelah pembuahan, embrio membelah dari 2 menjadi 4 lalu 8 sel, tetapi ukuran embrio secara keseluruhan hampir tidak berubah. Penyebabnya adalah... [SMP • C2]
 - A. sitoplasma zigot hanya dibagi-bagi sehingga setiap sel baru makin kecil, dan embrio masih terbungkus zona pelusida
 - B. sel-sel baru langsung mati lewat apoptosis sehingga jumlahnya tetap sedikit
 - C. embrio sudah mendapat makanan dari plasenta sehingga tidak perlu membesar
 - D. pembelahan terjadi dengan meiosis sehingga ukuran setiap sel berkurang setengah
4. Begitu satu sperma melebur dengan membran sel telur, butir-butir korteks melepaskan isinya dan mengubah zona pelusida. Tujuan peristiwa ini adalah... [SMP • C2]
 - A. membuka jalan bagi sperma berikutnya agar pembuahan lebih pasti
 - B. memberi makan sperma yang masih berenang di tuba falopi
 - C. memulai pembentukan plasenta di dinding tuba falopi
 - D. mencegah sperma lain masuk sehingga zigot memiliki tepat 46 kromosom
5. Tetangga Bima di Plaju melahirkan bayi kembar: satu laki-laki dan satu perempuan. Kesimpulan yang tepat adalah... [SMP • C3]
 - A. mereka kembar identik karena berasal dari kehamilan yang sama
 - B. mereka kembar tidak identik yang berasal dari dua sel telur yang dibuahi dua sperma berbeda
 - C. mereka berasal dari satu zigot yang terbelah dua, lalu salah satunya berganti jenis kelamin
 - D. DNA kedua bayi itu pasti persis sama

6. Di dalam plasenta, darah ibu dan darah janin bercampur sehingga oksigen dan glukosa dapat langsung berpindah ke janin. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Jantung adalah organ pertama yang bekerja pada embrio; tabung jantung sederhana mulai berdenyut sekitar hari ke-22 setelah pembuahan. [SMP · C1]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Alur di tengah cakram embrio, tempat sel-sel epiblas bermigrasi masuk saat gastrulasi, disebut garis ____ . [SMP · C1]

9. Dokter menyatakan usia kehamilan Bibi 10 minggu, dihitung dari hari pertama haid terakhir (HPHT). Pernyataan yang paling tepat tentang calon adik sepupu Bima adalah... [SMA · C3]

- A. umurnya sekitar 8 minggu setelah pembuahan, di akhir periode embrio ketika semua organ utama sudah mulai terbentuk
- B. umurnya sekitar 12 minggu setelah pembuahan, karena HPHT dihitung sesudah pembuahan
- C. ia baru akan menanamkan diri di dinding rahim minggu depan
- D. jantungnya belum berdenyut karena jantung baru bekerja setelah minggu ke-12

10. Berikut penyederhanaan grafik masa peka di Bab 13.4 (masa paling peka terhadap cacat besar, dalam minggu setelah pembuahan):

- jantung: minggu 3–6
- lengan dan tungkai: minggu 4–6
- langit-langit dan gigi: minggu 6–9
- kelamin luar: minggu 7–9

Pada tahun 1950-an, seorang ibu minum talidomid hanya selama minggu ke-5 setelah pembuahan. Di antara pilihan berikut, organ yang paling mungkin mengalami cacat besar adalah... [SMA · C4]

- A. kelamin luar
- B. langit-langit dan gigi
- C. lengan dan tungkai
- D. tidak ada, karena minggu ke-5 masih termasuk masa “semua atau tidak sama sekali”

11. Pemeriksaan USG menunjukkan janin dengan spina bifida: bagian bawah tulang belakangnya tidak menutup dan jaringan saraf menonjol keluar. Kelainan ini berasal dari gangguan... [SMA · C3]

- A. gastrulasi sekitar hari ke-15, sehingga mesoderm sama sekali tidak terbentuk
- B. implantasi pada hari ke-6–10, sehingga blastokista gagal menempel
- C. pemisahan jari pada minggu ke-6–8 akibat apoptosis yang berlebihan
- D. neurulasi, yaitu penutupan tabung saraf yang seharusnya selesai sekitar hari ke-28 setelah pembuahan

L2. Pada embrio hewan percobaan, peneliti menandai sel-sel epiblas yang sedang masuk melalui garis primitif dengan pewarna berpendar. Setelah gastrulasi selesai, pewarna ditemukan di lapisan tengah dan lapisan bawah, tetapi tidak di lapisan atas. Kesimpulan yang paling didukung data ini adalah... [SMA · C4]

- A. endoderm berasal dari hipoblas yang tidak pernah berpindah tempat
- B. sel epiblas yang bermigrasi masuk melalui garis primitif membentuk mesoderm dan endoderm
- C. ektoderm terbentuk dari sel yang masuk paling dalam
- D. pewarna membunuh sel-sel epiblas sehingga lapisan atas diganti sel baru

L3. Peneliti ingin mengubah sel punca pluripoten menjadi sel beta pankreas pembuat insulin untuk terapi diabetes tipe 1 (Bab 7 dan 15). Mengikuti urutan perkembangan embrio, sel punca itu perlu diarahkan lebih dulu menjadi... [SMA · C3]

- A. ektoderm, karena sel beta melepas hormon seperti sel saraf melepas neurotransmitter
- B. mesoderm, karena sel beta berada di dekat pembuluh darah
- C. trofoblas, karena trofoblas juga membuat hormon
- D. endoderm, karena pankreas termasuk turunan kementerian logistik dan pangan

L4. Batang sinyal di tengah mesoderm yang “memberi tahu” ektoderm di atasnya untuk menebal menjadi lempeng saraf disebut ____ . [SMA · C2]

L5. Analisislah mengapa paparan zat berbahaya pada minggu ke-3 sampai ke-8 setelah pembuahan dapat menimbulkan cacat besar pada beberapa organ sekaligus, sedangkan paparan yang sama pada minggu ke-1-2 biasanya berakibat “semua atau tidak sama sekali”, dan paparan setelah minggu ke-8 lebih sering menimbulkan gangguan pertumbuhan atau fungsi. Kaitkan dengan peristiwa yang sedang berlangsung pada setiap periode. [SMA · C4]

L6. Bu Rina, tetangga Bima, baru mengetahui dirinya hamil dengan usia kehamilan 6 minggu (dihitung dari HPHT). Dari obrolan di Posyandu diketahui bahwa ia belum pernah minum tablet tambah darah, suaminya sering merokok di dalam rumah, ia tidak ingat pernah mendapat vaksin MR, dan ia membersihkan kotoran kucing peliharaannya tanpa sarung tangan. (a) Identifikasi empat risiko bagi janin beserta dampaknya. (b) Berikan saran yang tepat untuk setiap risiko. (c) Mengapa risiko-risiko seperti ini sebaiknya ditangani sejak sebelum hamil, bukan menunggu perut membesar? [SMA · C4]

L7. Pada percobaan Spemann dan Mangold (1924), bibir blastopori dari embrio kadal air (salamander) yang tidak berpigmen dicangkokkan ke sisi perut embrio kadal air spesies lain yang berpigmen. Terbentuk sumbu tubuh kedua. Notokord sumbu kedua sebagian besar tidak berpigmen, tetapi tabung sarafnya sebagian besar berpigmen. Kesimpulan yang paling tepat adalah... [Kuliah · C4]

- A. jaringan cangkakan (organizer) sebagian besar menjadi notokord dan menginduksi sel-sel inang di sekitarnya membentuk tabung saraf sumbu kedua
- B. sel-sel cangkakan berubah menjadi seluruh jaringan sumbu kedua, termasuk tabung saraf
- C. sumbu kedua terbentuk karena embrio inang terbelah menjadi kembar identik
- D. pigmen berpindah dari sel inang ke sel cangkakan sehingga asal sel tidak dapat disimpulkan

L8. Pada tunas sayap embrio ayam, jari-jari normal berurutan 2-3-4 dari depan ke belakang, dan zona aktivitas polarisasi (ZPA) berada di sisi belakang. Bila ZPA dari embrio lain dicangkokkan ke sisi depan tunas sayap, terbentuk jari berpola cermin 4-3-2-2-3-4. Hasil serupa muncul bila manik-manik berisi protein Sonic hedgehog (Shh) ditanam di sisi depan. Penjelasan yang paling didukung bukti ini adalah... [Kuliah · C5]

- A. Shh membunuh sel sisi depan lewat apoptosis sehingga sel sisi belakang mengisi tempatnya
- B. ZPA berisi sel punca yang langsung tumbuh menjadi semua jari tambahan
- C. Shh bekerja sebagai morfogen: sel membaca kadar Shh dari sumbernya, sehingga dua sumber di depan dan di belakang menghasilkan urutan jari yang saling bercermin
- D. urutan jari ditentukan oleh jumlah kromosom sel di tunas sayap, bukan oleh sinyal

19. Seorang mahasiswa menulis: “Letak jantung di sisi kiri ditentukan sepenuhnya oleh gen. Jadi, bila silia bergerak di nodus embrio rusak, semua penderitanya pasti mengalami *situs inversus* (letak organ terbalik).” Evaluasilah pernyataan tersebut. Jelaskan peran silia nodus dalam asimetri kiri-kanan, ramalkan letak organ pada sekelompok penderita kelainan silia bergerak, dan jelaskan mengapa penderita yang sama sering mengalami infeksi saluran napas berulang. [Kuliah · C5]

20. Menurut model “saraf sebagai nasib bawaan”, ektoderm akan menjadi jaringan saraf bila sinyal BMP dihambat, dan menjadi epidermis (kulit) bila BMP bekerja. Rancanglah percobaan memakai potongan ektoderm embrio katak (tudung animal) yang dikultur untuk menguji model ini. Jelaskan kelompok perlakuan dan kontrol, penanda yang diukur, serta hasil yang mendukung dan yang membantah model. [Kuliah · C6]

Bab 14 • Sel yang Memberontak

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Kumpulan sel yang tumbuh dan membelah secara berlebihan disebut... [SMP • C1]
 - A. tumor
 - B. metastasis
 - C. angiogenesis
 - D. apoptosis
2. Dalam analogi Bab 14, rusaknya gen perbaikan DNA diibaratkan sebagai... [SMP • C2]
 - A. pedal gas macet
 - B. rem blong
 - C. montir mogok
 - D. jalan liar
3. Untuk “membangun jalan liar” berupa pembuluh darah baru ke arah tumor, sel kanker mengirim sinyal... [SMP • C1]
 - A. PD-L1
 - B. VEGF
 - C. telomerase
 - D. histamin
4. Pasien yang menjalani kemoterapi sering mengalami rambut rontok. Penyebabnya adalah... [SMP • C2]
 - A. sel kanker menyebar ke kulit kepala
 - B. sistem imun menyerang akar rambut
 - C. obat kemoterapi mengandung zat pemutih rambut
 - D. sel akar rambut juga cepat membelah sehingga ikut terserang obat
5. Bima dan keluarganya akan berlibur ke pantai dan bermain seharian di bawah terik matahari. Tindakan yang paling tepat untuk mengurangi risiko kanker kulit adalah... [SMP • C3]
 - A. minum banyak air es
 - B. memakai tabir surya dan pakaian pelindung
 - C. makan makanan manis agar badan kuat
 - D. berendam di air laut selama mungkin
6. Merawat dan makan bersama pasien kanker bisa membuat kita tertular kanker. [SMP • C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Pada gen penekan tumor, umumnya kedua salinannya harus rusak agar “rem”-nya benar-benar blong. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Penyebaran sel kanker dari tempat asalnya ke organ jauh lewat darah atau cairan getah bening disebut ____ . [SMP · C1]

9. Pada pemindaian PET, pasien diberi glukosa berlabel, lalu tumornya tampak lebih terang daripada jaringan di sekitarnya. Hal ini terjadi karena sel kanker... [SMA · C3]

- A. menyerap dan membakar glukosa secara boros lewat glikolisis walaupun oksigen cukup
- B. tidak memiliki membran sel sehingga glukosa masuk sendiri
- C. menyimpan glukosa sebagai pati
- D. memancarkan cahaya dari ATP

10. Hasil biopsi seorang pasien: sel-selnya berinti besar dan berbentuk tidak beraturan, tetapi semuanya masih berada di atas membran dasar dan belum menembus jaringan di bawahnya. Berdasarkan perjalanan kanker di subbab 14.4, tahap ini paling tepat disebut... [SMA · C4]

- A. jaringan sehat
- B. hiperplasia dengan bentuk sel normal
- C. tumor in situ
- D. metastasis

11. Sebuah mutasi membuat protein RAS “macet ON”. Akibat yang paling mungkin bagi sel adalah... [SMA · C2]

- A. sel langsung melakukan apoptosis
- B. sel berhenti membelah selamanya
- C. sel berubah menjadi sel punca
- D. sel terus menjalankan perintah tumbuh walaupun tidak ada surat dari luar

12. Pemeriksaan jaringan kanker payudara seorang pasien menunjukkan gen HER2 berlipat ganda sehingga reseptornya sangat banyak. Pengobatan yang paling spesifik menyasar kelainan ini adalah... [SMA · C3]

- A. kemoterapi paklitaksel
- B. trastuzumab (terapi target)
- C. imatinib (terapi target)
- D. radioterapi

L3. Sebuah obat imunoterapi bekerja dengan menghalangi PD-L1 atau pasangannya pada sel T. Obat ini tidak membunuh sel kanker secara langsung, tetapi tumor bisa mengecil. Penjelasan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. obat itu memutus pembuluh darah tumor
- B. obat itu memperbaiki gen p53 yang rusak
- C. sel T tidak lagi tertipu “tanda damai” sehingga dapat mengenali dan menyerang sel kanker
- D. obat itu mematikan telomerase

L4. Enzim yang dinyalakan sel kanker agar telomernya tidak pernah habis sehingga sel menjadi “abadi” adalah ____ . [SMA · C2]

L5. Bab 14 mencatat sekitar 37 ribu kasus baru kanker serviks di Indonesia pada 2020. Jelaskan bagaimana infeksi HPV yang menetap dapat memicu kanker serviks di tingkat sel. Lalu analisis mengapa vaksin HPV dan skrining (IVA atau pap smear) sebaiknya dilakukan bersama, bukan salah satu saja. [SMA · C4]

L6. Seorang laki-laki berusia 60 tahun yang merokok sejak remaja didiagnosis kanker paru yang sudah menyebar ke tulang. Susun urutan perjalanan yang mungkin dialami sel parunya dari sel sehat sampai metastasis, dan jelaskan peran asap rokok. Mengapa tahap metastasis adalah tahap yang paling berbahaya? [SMA · C4]

L7. Knudson membandingkan retinoblastoma keturunan dan retinoblastoma sporadis (tidak keturunan). Pengamatan manakah yang paling mendukung hipotesis dua pukulan? [Kuliah · C4]

- A. Kasus keturunan muncul lebih awal dan sering di kedua mata, sedangkan kasus sporadis biasanya muncul lebih lambat dan di satu mata
- B. Kasus sporadis lebih sering mengenai kedua mata daripada kasus keturunan
- C. Kedua jenis kasus muncul pada usia yang sama dan selalu di satu mata
- D. Retinoblastoma hanya muncul bila onkogen RAS aktif di kedua mata

18. Seorang pasien leukemia mieloid kronis awalnya merespons sangat baik terhadap imatinib. Beberapa tahun kemudian penyakitnya kambuh dan tidak lagi mempan dengan dosis yang sama. Penjelasan yang paling sesuai dengan konsep evolusi klonal adalah... [Kuliah · C5]
- A. sistem imun pasien menjadi kebal terhadap imatinib
 - B. imatinib mengubah BCR-ABL menjadi gen penekan tumor
 - C. kromosom Philadelphia hilang dari semua sel sehingga obat tidak punya sasaran
 - D. subklon dengan mutasi tambahan, misalnya pada BCR-ABL sehingga obat tidak lagi terikat, terseleksi oleh obat lalu mendominasi

19. Sekuensing tumor usus besar dari 500 pasien menemukan puluhan mutasi pada setiap tumor. Jelaskan perbedaan mutasi driver dan passenger. Lalu usulkan dua kriteria untuk memilah mutasi driver dari data tersebut, dan rancang cara membuktikannya di laboratorium. [Kuliah · C6]

20. Dalam satu keluarga, ayah, paman, dan nenek didiagnosis kanker usus besar sebelum usia 50 tahun. Dokter menduga sindrom Lynch. Dengan konsep “montir mogok”, hipotesis dua pukulan, dan evolusi klonal, jelaskan mengapa kanker pada keluarga ini muncul lebih awal. Kemudian evaluasi langkah pencegahan yang sebaiknya ditawarkan kepada anak-anak dalam keluarga ini. [Kuliah · C5]

Bab 15 • Warga Serba Bisa

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Sekitar 5 hari setelah pembuahan, zigot yang terus membelah membentuk bola berongga yang disebut... [SMP • C1]
 - A. morula
 - B. blastokista
 - C. organoid
 - D. plasenta
2. Pada tabel “tingkat kesaktian” sel punca, sel punca multipoten diibaratkan sebagai... [SMP • C2]
 - A. siswa yang bisa masuk jurusan apa saja, bahkan membangun sekolahnya sendiri
 - B. lulusan SMA yang boleh memilih kuliah apa saja
 - C. mahasiswa kedokteran yang bisa menjadi dokter anak, bedah, atau mata
 - D. spesialis yang sudah menetap di satu bidang
3. Rizky, seorang pemain sepak bola, mengalami robekan kecil pada otot pahanya. Setelah istirahat dan latihan bertahap, ototnya pulih. Sel yang “bangun” dan memperbaiki serat otot itu adalah... [SMP • C3]
 - A. sel satelit, yaitu sel punca otot
 - B. sel NK
 - C. megakariosit
 - D. sel beta pankreas
4. Lapisan dalam usus diganti seluruhnya setiap 3–5 hari. Sel yang memungkinkan pergantian secepat itu adalah... [SMP • C2]
 - A. sel darah merah yang menempel di usus
 - B. bakteri baik di usus besar
 - C. sel beta pankreas
 - D. sel punca di dasar lekukan (kripta) usus
5. Ilmuwan yang pada 2006 menunjukkan bahwa sel kulit dewasa dapat diubah kembali menjadi pluripoten dengan menyalakan empat gen adalah... [SMP • C1]
 - A. Conrad Waddington
 - B. E. Donnell Thomas
 - C. Shinya Yamanaka
 - D. Alexander Fleming

6. Zigot bersifat totipoten karena dapat membentuk semua sel tubuh sekaligus plasenta. [SMP · C2]
Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)
7. Semakin matang suatu sel, semakin sedikit “gembok” epigenetik yang terpasang, sehingga sel itu semakin mudah berganti profesi. [SMP · C2]
Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)
8. “Asrama” khusus tempat sel punca dewasa bersembunyi dan dijaga di dalam jaringan disebut ____ .
[SMP · C1]
-
9. Pada blastokista, massa sel dalam kelak menjadi ..., sedangkan sel-sel lapisan luarnya menjadi ...
[SMA · C2]
- A. plasenta; seluruh tubuh
 - B. seluruh tubuh; plasenta
 - C. sel darah; sel kulit
 - D. sel otot; sel saraf
10. John Gurdon (1962) memindahkan inti sel usus berudu katak ke dalam sel telur katak yang intinya sudah dibuang. Sebagian sel telur itu berkembang menjadi berudu. Kesimpulan yang paling tepat dari percobaan ini adalah... [SMA · C4]
- A. sel usus kehilangan gen-gen yang tidak dipakainya
 - B. sel telur menambahkan gen baru ke inti sel usus
 - C. hanya sel embrio yang memiliki DNA lengkap
 - D. inti sel matang masih menyimpan seluruh resep; diferensiasi tidak menghapus informasi genetik
11. Sel punca darah membuat sekitar 170 miliar sel darah merah setiap hari, tetapi persediaan sel punca darah tidak pernah habis. Penyebabnya adalah... [SMA · C2]
- A. saat membelah, sel punca darah umumnya menghasilkan satu sel punca baru dan satu sel yang melanjutkan diferensiasi
 - B. sel darah merah tua berubah kembali menjadi sel punca
 - C. sel punca darah terus dipasok dari makanan
 - D. sel punca darah tidak pernah membelah
12. Peneliti ingin menguji apakah tiga obat baru merusak jaringan usus. Mereka memberi obat A, B, dan C pada organoid usus yang ditumbuhkan dari sel punca. Setelah 3 hari, organoid yang rusak berturut-turut 40%, 12%, dan 25%. Kelemahan utama percobaan ini adalah... [SMA · C4]
- A. organoid terlalu kecil untuk diamati dengan mikroskop
 - B. obat seharusnya langsung diuji pada manusia
 - C. tidak ada kelompok kontrol tanpa obat, sehingga tidak diketahui berapa organoid yang rusak dengan sendirinya
 - D. organoid tidak dapat dibuat dari sel punca

- L3. Untuk terapi di masa depan, iPSC dari sel kulit pasien sendiri dianggap punya keunggulan dibanding sel punca embrionik dari orang lain. Keunggulan utamanya adalah... [SMA · C3]
- A. iPSC bersifat totipoten sehingga dapat membentuk plasenta
 - B. sel turunan iPSC membawa “KTP” (MHC) pasien sendiri sehingga risiko ditolak sistem imun kecil, dan tidak perlu memakai embrio
 - C. iPSC tidak mungkin membentuk tumor
 - D. iPSC hanya bisa menjadi sel kulit sehingga lebih aman
- L4. Salah satu tanda epigenetik yang “menggembok” bab resep adalah penambahan gugus metil pada DNA, yang disebut ____ DNA. [SMA · C2]
-
- L5. Seorang tetangga Bima yang pernah terkena stroke ditawarkan suntik “sel punca” seharga puluhan juta rupiah di sebuah klinik. Klinik itu menjanjikan kesembuhan total tanpa menunjukkan hasil uji klinis. Analisis tawaran ini: apa risikonya, dan pertanyaan apa saja yang sebaiknya diajukan sebelum mengambil keputusan? [SMA · C4]
-
-
-
-
-
-
- L6. Gunakan model bukit Waddington untuk menjelaskan keadaan sebuah sel otot matang. Lalu jelaskan bagaimana penemuan Yamanaka “mendorong bola kembali ke puncak”. Mengapa pemrograman ulang ini tidak perlu mengubah urutan resep milik sel itu sendiri? [SMA · C4]
- L7. Promoter gen-gen perkembangan pada sel punca embrionik membawa sekaligus tanda aktif H3K4me3 dan tanda penekan H3K27me3 (kromatin “bivalen”). Makna fungsional yang paling tepat dari kondisi ini adalah... [Kuliah · C4]
- A. gen-gen itu telah dihapus permanen dari genom
 - B. gen-gen itu diekspresikan maksimal di semua sel punca
 - C. tanda itu hanya terdapat pada gen mitokondria
 - D. gen-gen itu berada dalam keadaan siaga: ditekan sekarang, tetapi siap diaktifkan cepat atau dibungkam permanen saat diferensiasi

18. Sebuah tim akan mencangkokkan sel beta hasil diferensiasi iPSC ke pasien diabetes tipe 1 dalam uji klinis. Langkah keamanan yang paling penting untuk mencegah teratoma adalah... [Kuliah · C5]

- A. memastikan produk sel bebas dari sel yang masih pluripoten sebelum dicangkokkan
- B. menambahkan c-Myc agar sel beta membelah lebih cepat
- C. mencangkokkan sel sebanyak mungkin agar sebagian pasti bertahan
- D. memakai iPSC yang belum terdiferensiasi supaya bisa menyesuaikan diri di tubuh

19. Jaringan faktor transkripsi Oct4–Sox2–Nanog menjaga pluripotensi dengan saling mengaktifkan dan menekan gen diferensiasi. Prediksikan apa yang terjadi bila ekspresi Oct4 dimatikan pada sel punca embrionik dalam kultur, dan jelaskan alasannya. Evaluasi pula mengapa jaringan umpan balik positif seperti ini membuat keadaan pluripoten stabil, tetapi tetap bisa “dilepas”. [Kuliah · C5]

20. Rancang alur terapi iPSC autolog (berasal dari pasien sendiri) untuk pasien diabetes tipe 1, mulai dari pengambilan sel sampai pencangkokan. Identifikasi minimal tiga tantangan atau risiko, termasuk satu yang khas diabetes tipe 1, lalu usulkan cara mengatasinya. [Kuliah · C6]

Bab 16 • Tentara Negara Sel

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Lisozim di air mata, asam lambung, serta lendir dan silia saluran napas termasuk pertahanan... [SMP • C1]
A. lapis pertama: benteng
B. lapis kedua: pasukan bawaan
C. lapis ketiga: pasukan khusus
D. antibodi IgE
2. Dalam analogi tentara Negara Sel, molekul MHC yang memajang potongan antigen di permukaan sel diibaratkan sebagai... [SMP • C2]
A. borgol
B. pabrik amunisi
C. papan buronan, semacam KTP yang ditemplei foto penjahat
D. komandan pasukan
3. Sel imun yang berperan sebagai komandan dan menjadi sasaran utama HIV adalah... [SMP • C1]
A. neutrofil
B. sel plasma
C. sel mast
D. sel T helper (CD4)
4. Kulit Bima yang tergores menjadi merah dan terasa panas. Penyebab langsung warna merah dan rasa panas itu adalah... [SMP • C2]
A. sel kulit di sekitar luka mati semua
B. pembuluh darah di sekitar luka melebar akibat molekul alarm seperti histamin
C. antibodi membakar kuman
D. saraf di sekitar luka berhenti bekerja
5. Setiap kali makan udang, kulit sepupu Bima gatal dan bentol-bentol. Molekul yang dilepaskan sel mast dan menimbulkan gejala ini adalah... [SMP • C3]
A. insulin
B. hemoglobin
C. histamin
D. interferon

6. Imunitas bawaan bekerja lebih cepat daripada imunitas adaptif, tetapi tidak spesifik dan tidak memiliki memori. [SMP · C2]
Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)
7. Vaksin mRNA masuk ke dalam inti sel dan mengubah DNA orang yang menerimanya. [SMP · C2]
Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)
8. Protein berbentuk huruf Y yang dibuat sel plasma dan mengunci antigen seperti borgol disebut ____ . [SMP · C1]
-
9. Grafik kadar antibodi seorang anak setelah imunisasi menunjukkan: setelah dosis pertama, antibodi baru naik sesudah 1–2 minggu dan puncaknya rendah; setelah dosis berikutnya, antibodi naik dalam beberapa hari, puncaknya jauh lebih tinggi, dan bertahan lebih lama. Penjelasan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]
A. dosis kedua berisi antigen jauh lebih banyak
B. sel memori T dan B yang terbentuk setelah dosis pertama langsung aktif pada perjumpaan kedua
C. antibodi dari dosis pertama berubah menjadi sel plasma
D. imunitas bawaan berhenti bekerja setelah dosis pertama
10. Sel T sitotoksik menghentikan “pabrik virus” di dalam tubuh dengan cara... [SMA · C2]
A. menghasilkan antibodi dalam jumlah besar
B. melepaskan histamin di sekitar sel
C. memajang antigen kepada sel B
D. memerintahkan sel yang terinfeksi melakukan apoptosis
11. Bayi yang mendapat ASI memperoleh perlindungan tambahan terhadap infeksi saluran cerna pada bulan-bulan pertama. Penjelasan yang paling tepat adalah... [SMA · C3]
A. ASI mengandung antibodi IgA yang melapisi usus bayi
B. ASI mengandung antibiotik yang membunuh semua bakteri
C. ASI langsung membentuk sel memori bayi terhadap semua kuman
D. ASI menggantikan sel darah putih bayi
12. Seorang pasien HIV yang tidak mendapat obat ARV mengalami penurunan jumlah sel T CD4, lalu berulang kali terkena TBC dan infeksi jamur. Mengapa kerusakan satu jenis sel dapat melemahkan hampir seluruh pasukan? [SMA · C4]
A. sel T CD4 adalah satu-satunya sel yang menelan kuman
B. HIV langsung merusak kulit dan lendir
C. sel T helper adalah komandan yang mengaktifkan sel B dan sel T sitotoksik
D. sel T CD4 bertugas membuat sel darah merah

L3. Penerima transplantasi ginjal harus mendapat donor yang cocok dan minum obat penekan imun.

Alasannya adalah... [SMA · C3]

- A. ginjal donor selalu membawa bakteri
- B. tentara penerima mengenali MHC (KTP) donor yang berbeda sebagai asing, lalu menyerangnya
- C. antibodi dari ibu penerima menolak organ baru
- D. ginjal donor tidak memiliki sel hidup

L4. Sel T helper yang reseptornya cocok dengan foto buronan diaktifkan lalu memperbanyak diri menjadi ribuan kembaran. Proses ini disebut seleksi ____ . [SMA · C2]

L5. Di sebuah desa, banyak orang tua menolak imunisasi campak. Kemudian terjadi wabah campak, dan seorang bayi berusia 6 bulan ikut tertular, padahal orang tuanya tidak menolak imunisasi. Analisis mengapa hal ini bisa terjadi dengan memakai konsep jadwal imunisasi, antibodi dari ibu, dan kekebalan kelompok. [SMA · C4]

L6. Perhatikan tiga pasien berikut. Pasien A bersin-bersin dan matanya gatal setiap kali terkena debu. Pasien B memiliki jumlah sel T CD4 yang sangat rendah dan sering terkena infeksi berat. Pasien C membuat antibodi yang menyerang jaringannya sendiri sehingga sendi dan kulitnya meradang (lupus). Golongkan kesalahan tentara pada setiap pasien, jelaskan apa yang keliru, dan sebutkan satu prinsip penanganannya. [SMA · C4]

L7. Sebuah virus hanya menginfeksi hepatosit (sel hati), yang bukan sel penyaji antigen profesional.

Jalur pengenalan yang paling berperan agar hepatosit terinfeksi dibunuh adalah... [Kuliah · C4]

- A. peptida virus dipajang di MHC kelas II hepatosit lalu dikenali sel T CD4⁺
- B. antibodi IgE mengikat hepatosit lalu memicu sel mast
- C. hepatosit menyajikan antigen kepada sel B melalui reseptor sel B
- D. peptida virus hasil proteasom dipajang di MHC kelas I lalu dikenali sel T CD8⁺ sitotoksik

18. Seorang bayi lahir dengan mutasi yang menghilangkan fungsi enzim RAG pada kedua salinan gennya. Gambaran yang paling mungkin ditemukan pada bayi ini adalah... [Kuliah · C5]

- A. sel T dan sel B matang hampir tidak ada, sedangkan neutrofil dan makrofag tetap ada
- B. hanya sel darah merah yang berkurang
- C. antibodi IgE sangat tinggi sehingga bayi mudah alergi
- D. sel T normal tetapi neutrofil hilang

19. Tubuhmu mampu membuat antibodi terhadap kuman yang belum pernah ada sebelumnya, tetapi biasanya tidak menyerang dirinya sendiri. Jelaskan mekanisme yang memungkinkan kedua hal ini, lalu evaluasi akibatnya bila seleksi negatif di timus gagal. [Kuliah · C5]

20. Rancang percobaan pada mencit untuk membuktikan bahwa kecocokan (afinitas) antibodi terhadap suatu antigen meningkat seiring waktu setelah imunisasi. Sebutkan kelompok perlakuan dan kontrol, waktu pengambilan sampel, cara mengukur, hasil yang diharapkan, serta mekanisme yang menjelaskannya. [Kuliah · C6]

Bab 17 • Terluka, Gugur, lalu Pulih

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Dalam analogi Bab 17, apoptosis dan nekrosis berturut-turut diibaratkan sebagai... [SMP • C1]
 - A. gedung roboh karena bencana dan pembongkaran gedung yang terencana
 - B. pembongkaran gedung yang terencana dan gedung roboh karena bencana
 - C. renovasi gedung dan pembangunan gedung baru
 - D. pemadaman listrik dan pengiriman paket
2. Setelah lengannya digips selama enam minggu, Bima melihat otot lengan itu tampak lebih kecil daripada lengan yang lain. Adaptasi sel otot ini disebut... [SMP • C2]
 - A. hipertrofi
 - B. hiperplasia
 - C. atrofi
 - D. metaplasia
3. Protein otot jantung yang bocor ke darah ketika sel-selnya mati, dan diukur di laboratorium untuk memastikan serangan jantung, adalah... [SMP • C1]
 - A. troponin
 - B. insulin
 - C. hemoglobin
 - D. hCG
4. Jaringan granulasi yang merah dan bergranul di dasar luka pada fase proliferasi terutama tersusun atas... [SMP • C2]
 - A. keping darah dan benang fibrin yang mengering menjadi keropeng
 - B. tumpukan neutrofil yang sudah mati
 - C. sel lemak yang naik dari bawah kulit
 - D. fibroblas yang memasang kolagen dan pembuluh darah baru hasil angiogenesis
5. Lutut Bima lecet ringan karena jatuh dari sepeda. Perawatan yang paling tepat menurut Bab 17 adalah... [SMP • C3]
 - A. membiarkan luka terbuka dan kering di bawah sinar matahari agar cepat sembuh
 - B. menaburkan bubuk kopi agar darah cepat berhenti
 - C. membilas luka dengan air mengalir, lalu menutupnya dengan plester atau kasa bersih agar tetap bersih dan sedikit lembap
 - D. mengelupas keropeng setiap hari agar luka bisa bernapas

6. Apoptosis membutuhkan ATP karena sel menjalankan pembongkaran dirinya secara aktif. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Setelah fase remodeling selesai, parut di kulit menjadi sama kuat dengan kulit asli dan kembali memiliki rambut serta kelenjar keringat. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Enzim “algojo” apoptosis yang aktif berantai seperti deretan domino, lalu memotong ratusan protein sel, disebut ____ . [SMP · C1]

9. Kelompok Bima mencatat data Klinik luka maya untuk sayatan bersih yang dijahit:

- tanpa faktor penghambat: 10 hari
- gula darah tinggi: 17 hari
- infeksi: 19 hari
- gula darah tinggi + infeksi: 28 hari

Kesimpulan yang paling didukung data ini adalah... [SMA · C4]

- A. gula darah tinggi tidak berpengaruh terhadap lama penyembuhan luka
- B. infeksi hanya memperpanjang fase hemostasis
- C. luka pada penderita diabetes tidak akan pernah menutup
- D. gabungan kedua faktor menambah 18 hari, lebih besar daripada jumlah tambahan masing-masing faktor ($7 + 9 = 16$ hari), sehingga keduanya saling memperberat

10. Pada percobaan hewan, pembuluh koroner diikat sementara lalu dibuka kembali. Pada kelompok 1 pembuluh diikat selama 15 menit, sedangkan pada kelompok 2 selama 3 jam. Hasil yang paling mungkin ditemukan beberapa minggu kemudian adalah... [SMA · C4]

- A. kelompok 1: sel otot jantung pulih dan troponin hampir tidak meningkat; kelompok 2: troponin meningkat tinggi dan daerah yang mati diganti jaringan parut
- B. kedua kelompok pulih sempurna karena sel otot jantung dapat membelah untuk mengganti sel yang mati
- C. kelompok 1 memiliki parut lebih luas karena waktu iskemianya lebih singkat
- D. kelompok 2: sel-sel mati lewat apoptosis tanpa radang sehingga tidak terbentuk parut

11. Biopsi paru seorang pasien tuberkulosis menunjukkan daerah nekrosis berwarna putih kekuningan, lunak, dan rapuh seperti keju. Pola nekrosis ini disebut nekrosis... [SMA · C3]

- A. koagulatif
- B. likuefaktif
- C. kaseosa
- D. lemak

- L2. Pada sejenis kanker kelenjar getah bening, sel-selnya membuat protein Bcl-2 secara berlebihan sehingga membran luar mitokondria tetap tertutup rapat. Akibat yang paling mungkin adalah... [SMA · C4]
- A. sel langsung mengalami nekrosis karena mitokondria tidak dapat membuat ATP
 - B. sitokrom c tidak keluar dan kaspase tidak aktif, sehingga sel dengan DNA rusak tetap hidup dan terus membelah
 - C. kaspase teraktivasi lebih cepat sehingga sel kanker mati lebih banyak
 - D. sel kanker tidak dapat lagi membuat protein apa pun
- L3. Beberapa bulan setelah telinganya ditindik, seorang remaja mendapati benjolan parut yang menonjol, gatal, dan tumbuh melewati batas luka bekas tindik. Penjelasan yang paling tepat adalah... [SMA · C3]
- A. sel kanker kulit yang menyebar dari bekas tindik
 - B. atrofi kulit karena anting terlalu berat
 - C. infeksi bakteri yang membentuk nanah di bawah kulit
 - D. keloid, yaitu fibroblas yang terlalu rajin memasang kolagen sehingga perbaikan keablasan
- L4. Pada tahap akhir apoptosis, fosfolipid yang biasanya menghadap ke dalam dipindahkan ke sisi luar membran sebagai bendera “makan aku”, sehingga makrofag menelan badan apoptotik tanpa peradangan. Fosfolipid ini bernama ____ . [SMA · C2]
-
- L5. Tiga pasien mengalami kerusakan jaringan. Pasien A lecet luas di lengan. Pasien B kehilangan sebagian sel hatinya akibat overdosis parasetamol, tetapi kerangka jaringan ikat hatinya masih utuh. Pasien C mengalami stroke yang mematikan sekelompok neuron di otak. Analisislah cara perbaikan jaringan pada setiap pasien (regenerasi atau parut) berdasarkan kemampuan membelah selnya, lalu jelaskan mengapa pasien C paling mungkin mengalami gangguan fungsi yang menetap. [SMA · C4]
-
-
-
-
-
-

L6. Kakek Bima sudah 15 tahun menderita diabetes dengan gula darah yang sering tinggi. Luka kecil di telapak kakinya akibat sandal yang sempit baru diketahui setelah bernanah, dan sudah empat minggu tidak menutup. Kini ujung salah satu jari kakinya menghitam. Analisislah: (a) mengapa luka itu tidak terasa, (b) tiga mekanisme yang membuat penyembuhannya lambat, dikaitkan dengan fase penyembuhan luka, (c) arti jaringan yang menghitam, dan (d) mengapa Kakek harus segera dibawa ke fasilitas kesehatan. [SMA · C4]

L7. Sel dalam kultur diberi TNF bersama zVAD, penghambat semua kaspase. Sel tetap mati, tetapi kali ini membengkak dan membrannya pecah. Kematian ini dapat dicegah oleh necrostatin-1 (penghambat RIPK1) dan tidak terjadi pada sel yang tidak memiliki MLKL. Jenis kematian sel ini adalah... [Kuliah · C4]

- A. apoptosis jalur ekstrinsik melalui FADD dan kaspase-8
- B. nekroptosis melalui RIPK1–RIPK3 yang mengaktifkan MLKL untuk melubangi membran
- C. ferroptosis akibat peroksidasi lipid yang bergantung pada zat besi
- D. piroptosis melalui inflammasom, kaspase-1, dan gasdermin D

L8. Sebuah obat percobaan menghambat TGF- β secara kuat pada luka kulit yang besar. Di antara ramalan berikut, yang paling masuk akal berdasarkan peran TGF- β dalam penyembuhan luka adalah... [Kuliah · C5]

- A. parut yang terbentuk lebih sedikit, tetapi penutupan luka melambat karena lebih sedikit miofibroblas yang menarik tepi luka dan lebih sedikit kolagen yang diendapkan
- B. luka menutup lebih cepat karena fase inflamasi dilewati sepenuhnya
- C. kolagen tipe III langsung diganti kolagen tipe I sehingga parut menjadi lebih kuat daripada kulit asli
- D. neutrofil tidak dapat datang sehingga luka pasti bebas infeksi

L9. Seorang kerabat berpendapat: “Luka kaki penderita diabetes lambat sembuh hanya karena infeksi. Jadi cukup diberi antibiotik; gula darahnya tidak perlu diperhatikan.” Evaluasilah pendapat ini menggunakan mekanisme sel pada Zona Kampus Bab 17: kemotaksis neutrofil, peralihan fenotipe makrofag, angiogenesis, miofibroblas dan kolagen, serta produk glikasi lanjut (AGE). [Kuliah · C5]

20. Rancanglah percobaan pada sel yang dikultur untuk menentukan apakah racun Y membunuh sel melalui apoptosis, nekroptosis, piroptosis, atau ferroptosis. Sebutkan perlakuan (termasuk kontrol), pengukuran yang dipakai, dan cara menafsirkan hasilnya. [Kuliah · C6]

CELLPEDIA · BANK SOAL BAB 17 · © 2026 DR. RACHMAT HIDAYAT, M.SC, PHD · DIDUKUNG OLEH AURUMGEN ACADEMY.

Bab 18 • Desa Tanpa Perpustakaan

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Istilah prokariota berasal dari kata Yunani *pro* dan *karyon*. Arti kata *karyon* adalah... [SMP • C1]
 - A. dinding
 - B. inti
 - C. sel
 - D. hidup
2. Dalam analogi desa bakteri, plasmid diibaratkan sebagai... [SMP • C2]
 - A. lapangan desa
 - B. jas hujan licin
 - C. baling-baling
 - D. buku saku
3. Bakteri *Rhizobium* di bintil akar kacang tanah dan kedelai bermanfaat karena... [SMP • C1]
 - A. mengikat nitrogen dari udara menjadi pupuk bagi tanaman
 - B. membuat vitamin K untuk tanaman
 - C. menghasilkan penisilin
 - D. mengubah gula menjadi asam laktat
4. Pada pewarnaan Gram, bakteri Gram positif tampak ungu karena... [SMP • C2]
 - A. tidak memiliki dinding sel
 - B. dibungkus membran luar yang tebal
 - C. dinding peptidoglikannya tebal sehingga menahan zat warna ungu kristal
 - D. mengandung klorofil berwarna ungu
5. Saat membantu Nenek berkebun, kaki Bima tertusuk paku yang kotor oleh tanah. Tindakan yang paling tepat untuk mencegah tetanus adalah... [SMP • C3]
 - A. menutup luka dengan tanah agar darah cepat berhenti
 - B. membersihkan luka dengan sabun dan air mengalir, lalu ke fasilitas kesehatan untuk memeriksa perlunya vaksin tetanus
 - C. meminum antibiotik sisa milik kakak
 - D. membiarkannya karena tetanus hanya menular lewat udara
6. Bakteri tidak memiliki ribosom, sehingga antibiotik tetrasiklin tidak berpengaruh terhadapnya. [SMP • C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Karena tidak memiliki mitokondria, bakteri memasang rantai transpor elektron dan ATP sintase di membran selnya. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Cara bakteri berkembang biak dengan menyalin DNA melingkarnya, memanjang, lalu membentuk sekat di tengah disebut pembelahan ____ . [SMP · C1]

9. Satu sel bakteri membelah setiap 30 menit dalam kondisi ideal. Berapa jumlah bakteri setelah 4 jam bila tidak ada hambatan? [SMA · C3]

- A. 16
- B. 64
- C. 128
- D. 256

10. Sampel urin pasien infeksi saluran kemih diwarnai dengan metode Gram. Di mikroskop terlihat bakteri berbentuk batang berwarna merah muda. Kesimpulan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. bakteri Gram positif dengan dinding peptidoglikan tebal, seperti *Lactobacillus*
- B. bakteri Gram negatif dengan dinding tipis dan membran luar, misalnya *E. coli*
- C. sel manusia yang terlepas dari saluran kemih
- D. virus yang ikut terwarnai

11. Seorang pasien TBC merasa sehat setelah 2 bulan minum obat dan ingin berhenti. Alasan paling tepat mengapa ia harus melanjutkan pengobatan sesuai anjuran dokter (umumnya 6 bulan) adalah... [SMA · C4]

- A. bakteri TBC membelah sangat lambat dan bersembunyi di dalam makrofag, sehingga butuh waktu lama untuk membasmi semuanya; berhenti terlalu cepat memberi peluang bakteri sisa dan yang kebal
- B. obat TBC baru mulai bekerja pada bulan keenam
- C. tubuh pasien akan menjadi kebal terhadap obat bila ia berhenti
- D. bakteri TBC sebenarnya virus yang tidak mempan antibiotik

12. Pada bakteri, transkripsi dan translasi dapat berlangsung bersamaan. Hal ini mungkin karena... [SMA · C2]

- A. bakteri memiliki ribosom 80S yang lebih besar
- B. bakteri tidak membutuhkan mRNA
- C. tidak ada selubung inti yang memisahkan DNA dari ribosom
- D. DNA bakteri tersimpan di mitokondria

- L3. Toksin kolera mengunci protein G di sel usus dalam keadaan “menyala”. Akibat yang paling mungkin adalah... [SMA · C3]
- A. sel usus terus bekerja seolah menerima sinyal, sehingga banyak cairan keluar dan terjadi diare hebat
 - B. otot-otot tubuh menjadi kejang
 - C. ribosom sel manusia berhenti bekerja
 - D. sel usus berubah menjadi sel bakteri
- L4. Pengoperan plasmid dari satu bakteri ke bakteri lain melalui pilus seks disebut ____ . [SMA · C2]
-
-
- L5. Seorang pasien infeksi bakteri diberi antibiotik X untuk 7 hari. Pada hari ke-3 ia merasa sehat dan berhenti minum obat. Dua minggu kemudian infeksiya kambuh, dan uji laboratorium menunjukkan bakteri penyebabnya kini tidak mempan antibiotik X. Jelaskan apa yang terjadi pada populasi bakteri dari awal pengobatan sampai kambuh. [SMA · C4]
-
-
-
-
-
-
- L6. Setelah minum antibiotik beberapa hari, sebagian orang mengalami diare. Analisis penyebabnya dengan memakai peran bakteri usus yang dijelaskan di subbab 18.5, lalu jelaskan mengapa hal ini menjadi alasan tambahan untuk memakai antibiotik hanya bila diresepkan dokter. [SMA · C4]
-
-
-
-
-
-
- L7. MRSA tetap tumbuh saat diberi metisilin, antibiotik β -laktam yang tahan terhadap pemecahan oleh β -laktamase. Mekanisme resistensi yang paling tepat untuk MRSA adalah... [Kuliah · C4]
- A. hilangnya porin di membran luar sehingga obat tidak bisa masuk
 - B. ribosom 70S yang bermutasi sehingga obat tidak terikat
 - C. PBP2a, transpeptidase yang afinitasnya rendah terhadap β -laktam, sehingga ikatan silang peptidoglikan tetap terbentuk
 - D. enzim β -laktamase yang lebih kuat

18. Bakteri laut *Vibrio fischeri* hanya bercahaya bila kepadatannya tinggi. Dalam sebuah percobaan, kultur berkepadatan rendah yang tidak bercahaya diberi cairan bekas yang sudah disaring bebas sel dari kultur padat. Dalam waktu singkat, tanpa pertambahan jumlah sel yang berarti, kultur itu bercahaya. Interpretasi yang paling tepat adalah... [Kuliah · C5]

- A. cairan bekas mengandung nutrisi yang membuat bakteri membelah lebih cepat
- B. cairan bekas mengandung bakteriofag yang memicu cahaya
- C. bakteri menerima plasmid pembawa gen cahaya melalui konjugasi
- D. cairan bekas mengandung autoinduser dengan kadar melewati ambang, sehingga gen cahaya dinyalakan

19. Sistem CRISPR-Cas sering disebut “imunitas adaptif bakteri”. Bandingkan sistem ini dengan imunitas adaptif manusia di Bab 16: tentukan padanan “foto buronan”, “arsip memori”, dan “senjata”-nya. Lalu evaluasi dua perbedaan penting di antara keduanya. [Kuliah · C5]

20. Isolat *E. coli* dari seorang pasien kebal terhadap ampisilin. Rancang percobaan laboratorium untuk menguji hipotesis bahwa gen kebal ampisilin itu terletak pada plasmid yang dapat dipindahkan lewat konjugasi. Sebutkan strain yang dipakai, perlakuan, kontrol, medium seleksi, dan hasil yang mendukung hipotesis. [Kuliah · C6]

Bab 19 • Penyusup Pembawa Flashdisk

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Ukuran sebagian besar virus berada pada kisaran... [SMP • C1]
 - A. $\pm 1\text{--}5\ \mu\text{m}$
 - B. $\pm 10\text{--}30\ \mu\text{m}$
 - C. $\pm 20\text{--}300\ \text{nm}$
 - D. $\pm 1\text{--}2\ \text{mm}$
2. Dalam analogi buku, virus adalah “flashdisk” berisi resep berbahaya. Bagian yang berperan sebagai casing flashdisk adalah... [SMP • C2]
 - A. genom DNA atau RNA
 - B. kapsid protein
 - C. ribosom sel inang
 - D. reseptor di membran sel
3. Virus dengue penyebab demam berdarah ditularkan melalui... [SMP • C1]
 - A. percikan bersin penderita
 - B. makanan yang tercemar
 - C. gigitan nyamuk *Anopheles*
 - D. gigitan nyamuk *Aedes aegypti*
4. Protein paku virus corona penyebab COVID-19 menempel pada sel manusia dengan mengikat reseptor... [SMP • C1]
 - A. ACE2
 - B. CD4
 - C. MHC kelas II
 - D. reseptor insulin
5. Bima digigit anjing liar yang tidak diketahui status vaksinnya. Tindakan pertama yang paling tepat adalah... [SMP • C3]
 - A. menunggu sampai muncul gejala, baru ke dokter
 - B. segera mencuci luka dengan sabun dan air mengalir selama 15 menit, lalu ke fasilitas kesehatan untuk mendapat vaksin anti-rabies
 - C. meminum antibiotik sisa yang ada di rumah
 - D. menutup luka rapat-rapat dengan plester tanpa dicuci

6. Virus dapat memperbanyak dirinya sendiri di luar sel, misalnya di permukaan meja yang lembap.

[SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Amplop virus beramplop berasal dari sepotong membran sel inang yang terbawa saat virus keluar dengan cara menguncup (budding). [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Karena hanya dapat memperbanyak diri di dalam sel inang, virus disebut parasit intraseluler ____ .

[SMP · C1]

9. Urutan siklus pembajakan sel oleh virus beramplop yang benar adalah... [SMA · C2]

- A. masuk → menempel → merakit salinan → membongkar bungkus → membajak dapur → keluar
- B. menempel → membajak dapur → masuk → merakit salinan → membongkar bungkus → keluar
- C. menempel → masuk → membongkar bungkus → membajak dapur → merakit salinan → keluar
- D. membongkar bungkus → menempel → masuk → keluar → membajak dapur → merakit salinan

10. Salah satu golongan obat ARV menghambat enzim integrase HIV. Tahap yang dicegah oleh obat ini adalah... [SMA · C3]

- A. menempelnya virus pada CD4
- B. penyalinan RNA virus menjadi DNA
- C. penyisipan DNA virus ke dalam kromosom sel
- D. keluarnya virus baru dari sel

11. Mengapa vaksin flu perlu diperbarui setiap tahun? [SMA · C2]

- A. vaksin flu yang lama berubah menjadi racun setelah setahun
- B. virus influenza menyalin genom RNA-nya tanpa korektor, sehingga sering muncul varian dengan protein paku berbeda yang tidak dikenali antibodi lama
- C. sel memori manusia hanya bertahan satu bulan
- D. virus influenza berubah menjadi bakteri setiap tahun

12. Penelitian di Yogyakarta melepaskan nyamuk *Aedes aegypti* pembawa bakteri *Wolbachia*. Dibanding wilayah pembandingan, kasus demam berdarah di wilayah perlakuan turun 77% dan rawat inap turun 86%. Kesimpulan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. *Wolbachia* membunuh semua nyamuk sehingga tidak ada lagi gigitan
- B. *Wolbachia* adalah vaksin yang disuntikkan kepada warga
- C. *Wolbachia* mengubah virus dengue menjadi bakteri
- D. *Wolbachia* menghambat perkembangbiakan virus dengue di dalam nyamuk sehingga penularan ke manusia berkurang

L3. Seorang pasien HIV yang rutin minum ARV selama bertahun-tahun memiliki jumlah virus yang tidak terdeteksi. Ia lalu berhenti minum obat, dan beberapa minggu kemudian virus terdeteksi lagi di darahnya. Penjelasan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. DNA HIV tetap tersimpan di kromosom sebagian sel, sehingga sel kembali mencetak virus saat obat dihentikan
- B. ARV sudah menghapus semua virus, sehingga pasien pasti tertular ulang dari orang lain
- C. HIV berubah menjadi bakteri saat obat dihentikan
- D. ARV membuat sel T menjadi pabrik virus

L4. Enzim HIV yang menyisipkan DNA virus ke dalam kromosom sel inang, seperti menjahit halaman palsu ke buku asli, disebut ____ . [SMA · C2]

L5. HIV terutama menyerang sel T helper, sedangkan virus corona COVID-19 terutama menyerang sel saluran napas. Jelaskan apa yang menentukan “pilihan” sel sasaran ini. Lalu analisis mengapa rusaknya sel T helper membuat penderita AIDS mudah terserang infeksi lain yang biasanya ringan. [SMA · C4]

L6. Seorang pasien mengalami infeksi luka oleh bakteri yang kebal terhadap banyak antibiotik, dan dokter mempertimbangkan terapi fag. Jelaskan cara bakteriofag membunuh bakteri, mengapa fag tidak menyerang sel manusia, dan dua keunggulan terapi fag dibanding antibiotik. [SMA · C4]

L7. Virus dengue dan corona termasuk kelas IV Baltimore (ssRNA(+)), sedangkan influenza dan rabies termasuk kelas V (ssRNA(-)). Konsekuensi yang paling tepat dari perbedaan ini adalah... [Kuliah · C4]

- A. virus kelas V tidak memerlukan ribosom sel inang
- B. virus kelas IV harus menyalin genomnya menjadi DNA terlebih dahulu
- C. genom kelas V dapat langsung dipakai ribosom sebagai mRNA
- D. RNA genom kelas IV yang dimurnikan lalu dimasukkan ke sel dapat langsung diterjemahkan dan memulai infeksi, sedangkan virion kelas V harus membawa RdRp sendiri

18. Dalam kultur, sekelompok sel yang belum terinfeksi diberi interferon tipe I lalu dipapar virus, sedangkan kelompok lain dipapar virus tanpa interferon. Hasil yang paling mungkin adalah... [Kuliah · C5]

- A. replikasi virus lebih rendah pada kelompok yang diberi interferon karena ratusan gen antivirus sudah dinyalakan
- B. sel yang diberi interferon langsung menghasilkan antibodi
- C. virus bertambah lebih cepat pada kelompok interferon karena interferon menjadi nutrisi bagi virus
- D. tidak ada perbedaan karena interferon hanya bekerja terhadap bakteri

19. HIV (kelas VI) dan virus hepatitis B (kelas VII) sama-sama memakai transkriptase balik, tetapi pada tahap yang berbeda. Bandingkan jalur keduanya menuju mRNA dan genom baru. Lalu evaluasi mengapa obat penghambat transkriptase balik dapat bermanfaat bagi keduanya, dan mengapa kedua infeksi sulit disembuhkan tuntas. [Kuliah · C5]

20. Sebuah virus baru menginfeksi sel paru manusia dalam kultur, tetapi tidak menginfeksi sel fibroblas kulit. Peneliti menduga protein X di permukaan sel paru adalah reseptornya. Rancang serangkaian percobaan untuk menguji apakah protein X diperlukan dan cukup untuk masuknya virus. Sertakan kontrol dan cara mengukur infeksi. [Kuliah · C6]

Bab 20 • Negara Berbenteng

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Dinding sel tumbuhan terutama tersusun dari... [SMP • C1]
 - A. kitin
 - B. peptidoglikan
 - C. selulosa
 - D. kolesterol
2. Dalam analogi Negara Berbenteng, kloroplas diibaratkan sebagai... [SMP • C2]
 - A. waduk negara
 - B. benteng negara
 - C. perpustakaan
 - D. PLTS sekaligus dapur gula
3. Plastida yang memberi warna merah pada cabai dan jingga pada wortel adalah... [SMP • C1]
 - A. kloroplas
 - B. kromoplas
 - C. amiloplas
 - D. mitokondria
4. Warna ungu pada kulit terong dan umbi bawang merah berasal dari pigmen antosianin yang disimpan di... [SMP • C2]
 - A. dinding sel
 - B. kloroplas
 - C. nukleus
 - D. vakuola sentral
5. Nenek merendam kangkung yang agak layu di air dingin, dan tidak lama kemudian kangkung itu kembali segar. Penjelasan yang paling tepat adalah... [SMP • C3]
 - A. air masuk ke vakuola sehingga sel kembali turgid dan menekan dinding sel
 - B. air dingin membunuh bakteri pembusuk
 - C. klorofil bertambah karena direndam air
 - D. dinding sel larut lalu terbentuk kembali
6. Sel tumbuhan tidak memiliki mitokondria karena energinya sudah dihasilkan oleh kloroplas. [SMP • C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Jamur tidak dapat berfotosintesis karena tidak memiliki klorofil, sehingga ia mengeluarkan enzim lalu menyerap makanan dari sekitarnya. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Lubang-lubang kecil yang menembus dinding sel sehingga sitoplasma sel tumbuhan yang bertetangga saling tersambung disebut ____ . [SMP · C1]

9. Saat sitokinesis, sel tumbuhan membentuk sekat baru dengan cara... [SMA · C2]

- A. menjepit dirinya dengan cincin aktin-miosin
- B. vesikel dari Golgi berbaris di tengah sel lalu melebur menjadi lempeng sel
- C. dinding sel lama retak menjadi dua
- D. sentriol menarik dinding ke tengah sel

10. Tiga potong kentang yang sama, masing-masing sepanjang 5,0 cm, direndam semalam dalam larutan P, Q, dan R. Keesokan harinya panjangnya menjadi: P = 5,4 cm dan keras; Q = 5,0 cm; R = 4,5 cm dan lembek. Urutan larutan dari yang paling encer ke yang paling pekat adalah... [SMA · C4]

- A. P, Q, R
- B. R, Q, P
- C. Q, P, R
- D. P, R, Q

11. Sebuah sel memiliki inti bermembran dan dinding sel dari kitin, tidak memiliki kloroplas, dan menyimpan gula sebagai glikogen. Sel ini paling mungkin berasal dari... [SMA · C4]

- A. daun bayam
- B. kapang tempe (*Rhizopus*)
- C. bakteri *E. coli*
- D. hati ayam

12. Irisan tipis umbi singkong ditetesi larutan iodin (lugol). Butiran-butiran di dalam selnya berubah menjadi biru kehitaman. Butiran tersebut adalah... [SMA · C3]

- A. antosianin di dalam vakuola
- B. klorofil di dalam kloroplas
- C. butir pati di dalam amiloplas
- D. glikogen di dalam lisosom

13. Pada sel tumbuhan dewasa, nukleus sering tampak terdesak ke pinggir sel. Penyebabnya adalah... [SMA · C2]

- A. dinding sel menarik nukleus ke pinggir
- B. kloroplas menelan sebagian nukleus
- C. nukleus selalu sedang membelah
- D. vakuola sentral yang besar dapat mengisi 80–90% volume sel

L4. Kembalinya sel yang terplasmolisis menjadi turgid setelah diberi air tawar disebut ____ . [SMA · C2]

L5. Sel tumbuhan dan sel hewan sama-sama eukariota, tetapi sel tumbuhan punya tiga “fasilitas tambahan”: dinding sel, vakuola sentral, dan kloroplas. Analisis bagaimana gaya hidup tumbuhan yang diam di tempat membuat ketiga fasilitas itu penting. [SMA · C4]

L6. Bima menanam bibit kangkung di tiga pot yang sama. Setiap hari pot 1 disiram 100 mL air, pot 2 disiram 100 mL larutan pupuk sesuai dosis, dan pot 3 disiram 100 mL larutan pupuk lima kali dosis. Setelah 3 hari, tanaman di pot 1 dan pot 2 tegak segar, sedangkan tanaman di pot 3 layu dan ujung daunnya kering kecokelatan. (a) Tentukan variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. (b) Jelaskan hasil pot 3 di tingkat sel. (c) Mengapa pot 2 tidak layu walaupun diberi pupuk? [SMA · C4]

L7. Potongan batang muda yang direndam dalam larutan penyangga asam ($\text{pH} \pm 4,5$) memanjang lebih cepat daripada yang direndam dalam larutan netral, bahkan tanpa auksin. Penjelasan yang paling sesuai dengan hipotesis “pertumbuhan asam” adalah... [Kuliah · C4]

- A. pH rendah mengaktifkan ekspansin yang melonggarkan ikatan antarmikrofibril selulosa, sehingga turgor dapat meregangkan dinding
- B. pH rendah melarutkan seluruh selulosa sehingga dinding hilang
- C. pH rendah meningkatkan fotosintesis di kloroplas
- D. pH rendah menutup akuaporin sehingga sel menyerap lebih banyak air

L8. Genom kloroplas hanya mengode sekitar 100–130 gen, padahal kloroplas berisi lebih dari seribu jenis protein. Seorang peneliti menghapus peptida transit (label alamat) dari sebuah protein yang dikode inti dan biasanya bekerja di stroma kloroplas. Prediksi yang paling tepat adalah... [Kuliah · C5]

- A. protein tetap masuk ke kloroplas karena semua protein sitosol masuk secara otomatis
- B. protein dibuat oleh ribosom di dalam kloroplas
- C. protein tertinggal di sitosol karena tidak dikenali kompleks TOC/TIC
- D. protein dikirim ke vakuola melalui tonoplas

19. Tonoplas memiliki V-ATPase, H⁺-pirofosfatase, dan akuaporin (TIP). Jelaskan bagaimana ketiga protein ini bekerja sama agar vakuola dapat membangun tekanan turgor yang mendorong pertumbuhan sel. Lalu evaluasi apa yang terjadi pada sel bila akuaporin tonoplas dihambat. [Kuliah · C5]

20. Rancang percobaan untuk memperkirakan konsentrasi larutan sukrosa yang isotonik dengan cairan sel epidermis *Rhoeo discolor* memakai metode plasmolisis insipien. Jelaskan rentang konsentrasi, jumlah ulangan, cara menghitung dan menentukan titik isotonik, variabel yang dikendalikan, serta alasan memilih sukrosa, bukan garam dapur. [Kuliah · C6]

Bab 21 • PLTS & Dapur Gula

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Dalam analogi Cellpedia, kloroplas diibaratkan sebagai... [SMP • C1]
 - A. PLN yang membakar gula menjadi token listrik ATP
 - B. PLTS dan dapur gula yang mengubah cahaya menjadi gula
 - C. perpustakaan yang menyimpan resep
 - D. dapur Mas Ribo yang memasak protein
2. CO₂ dari udara masuk ke dalam daun melalui pori-pori kecil yang disebut... [SMP • C1]
 - A. xilem
 - B. floem
 - C. tilakoid
 - D. stomata
3. Siklus Calvin, tahap perakitan gula dari CO₂, berlangsung di bagian kloroplas yang bernama... [SMP • C2]
 - A. membran tilakoid
 - B. lumen tilakoid
 - C. stroma
 - D. membran luar kloroplas
4. Mengapa daun yang menua sering berubah menjadi kuning sebelum gugur? [SMP • C2]
 - A. Klorofil terurai sehingga pigmen karotenoid yang berwarna jingga-kuning menjadi terlihat
 - B. Daun mulai menyerap cahaya hijau lebih banyak
 - C. Stomata menutup sehingga cahaya tidak dapat masuk
 - D. Pati di dalam daun berubah warna menjadi kuning
5. Energi di dalam pempek berasal dari matahari. Urutan perjalanan energi yang benar sampai menjadi token listrik (ATP) di otot Bima adalah... [SMP • C2]
 - A. cahaya → pati sagu → gula di daun → glukosa darah → ATP
 - B. cahaya → ATP → gula di daun → pati sagu → glukosa darah
 - C. cahaya → gula di daun → pati sagu → glukosa darah → ATP
 - D. cahaya → glukosa darah → gula di daun → pati sagu → ATP
6. Sebagian besar massa tubuh sebatang pohon berasal dari mineral tanah yang diserap oleh akarnya. [SMP • C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Air yang dipakai untuk fotosintesis diserap akar, lalu diangkut ke daun melalui pembuluh kayu (xilem). [SMP · C1]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Di dalam kloroplas terdapat kantong-kantong pipih yang ditumpuk seperti koin membentuk granum. Kantong pipih itu disebut _____. [SMP · C1]

9. Pada reaksi terang, ion H^+ yang menumpuk di lumen tilakoid mengalir keluar melalui ATP sintase dan memutar “turbinnya”. Proses ini menghasilkan... [SMA · C2]

- A. NADPH
- B. O_2
- C. G3P
- D. ATP

L10. Ruben dan Kamen memberi alga hijau air berlabel oksigen-18. Bayangkan percobaan kebalikannya: tumbuhan diberi CO_2 berlabel oksigen-18 dan air biasa. Label oksigen-18 akan ditemukan terutama pada... [SMA · C3]

- A. O_2 yang dilepaskan ke udara
- B. gula yang dirakit di siklus Calvin, bukan pada O_2 yang dilepaskan
- C. molekul klorofil di membran tilakoid
- D. ion H^+ yang dipompa ke lumen tilakoid

L11. Pada simulator *Hydrilla* (CO_2 sedang, suhu $28^\circ C$), seorang siswa mencatat: cahaya 20% → 12 gelembung/menit, 40% → 24, 60% → 36, 80% → 39, dan 100% → 39. Kesimpulan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. Cahaya selalu menjadi faktor pembatas pada semua intensitas
- B. Cahaya di atas 60% merusak klorofil sehingga laju berhenti naik
- C. Suhu $28^\circ C$ terlalu panas sehingga laju tidak dapat naik lagi
- D. Sampai sekitar 60% cahaya menjadi faktor pembatas; setelah itu faktor lain, misalnya CO_2 , yang membatasi

L12. Nanas termasuk tumbuhan CAM yang membuka stomata pada malam hari. Keuntungan utama cara ini bagi nanas di lahan yang panas dan kering adalah... [SMA · C2]

- A. menghemat air, karena stomata tertutup saat siang yang panas, sementara CO_2 sudah ditimbun pada malam hari
- B. nanas dapat menjalankan reaksi terang pada malam hari tanpa cahaya
- C. nanas tidak memerlukan enzim RuBisCO sama sekali
- D. nanas tidak melepaskan O_2 sehingga tidak kehilangan gas

L3. Setiap 3 CO₂ yang ditangkap siklus Calvin menghasilkan 1 G3P “untung”, dan dua G3P membentuk satu glukosa. Berapa molekul CO₂ yang harus difiksasi untuk menghasilkan satu molekul glukosa?

[SMA • C3]

- A. 3
- B. 12
- C. 6
- D. 18

L4. Sebuah pot tanaman dimasukkan ke kotak gelap semalaman bersama sensor gas. Gas yang terus dilepaskan daun ke udara dalam kotak gelap itu terutama adalah _____. [SMA • C3]

L5. Siklus Calvin disebut tidak membutuhkan cahaya secara langsung. Namun, jika lampu yang menyinari tanaman dimatikan, fiksasi CO₂ akan berhenti tak lama kemudian. Jelaskan mengapa demikian. [SMA • C4]

L6. Sebuah tanaman disimpan di tempat gelap selama dua hari. Sehelai daunnya lalu ditutup sebagian dengan kertas timah, dan tanaman dijemur beberapa jam. Setelah klorofilnya dilunturkan dengan alkohol hangat, daun ditetesi lugol (iodin). Bagian yang terbuka berwarna biru-kehitaman, sedangkan bagian yang tertutup berwarna coklat-kekuningan. Analisis hasil ini: apa arti kedua warna, apa kesimpulannya, dan mengapa tanaman perlu disimpan di tempat gelap lebih dulu? [SMA • C4]

L7. Siklus Calvin membutuhkan ATP dan NADPH dengan rasio sekitar 3:2. Bila kloroplas membutuhkan tambahan ATP tanpa menambah NADPH, jalur yang paling tepat dipakai adalah... [Kuliah • C4]

- A. aliran elektron siklik di sekitar PSI
- B. fotorespirasi oleh aktivitas oksigenase RuBisCO
- C. pemecahan air oleh kompleks Mn₄CaO₅
- D. fiksasi CO₂ oleh PEP karboksilase

18. Pada siang yang panas dan kering, padi (tumbuhan C3) dan jagung (tumbuhan C4) sama-sama mempersempit stomata. Mengapa fotosintesis bersih padi biasanya turun lebih tajam? [Kuliah · C4]

- A. Padi tidak memiliki RuBisCO sehingga bergantung pada PEP karboksilase yang peka panas
- B. Saat stomata menyempit, CO_2 di daun menipis dan O_2 menumpuk, sehingga RuBisCO padi lebih sering mengikat O_2 (fotorespirasi); jagung memekatkan CO_2 di sel seludang berkas lewat PEP karboksilase
- C. Jagung membuka stomata hanya pada malam hari sehingga tidak pernah kehilangan air
- D. Suhu tinggi merusak fotosistem II padi, sedangkan jagung tidak memiliki fotosistem II

19. Herbisida diuron (DCMU) menempati situs pengikatan plastokuinon Q_B pada fotosistem II, sehingga elektron tidak dapat diteruskan dari Q_A . Prediksikan dan jelaskan dampaknya pada (a) pelepasan O_2 , (b) pembentukan NADPH, (c) fiksasi CO_2 di siklus Calvin, dan (d) kemampuan kloroplas membentuk ATP lewat aliran elektron siklik. Mengapa gulma yang disemprot akhirnya mati? [Kuliah · C5]

20. Padi adalah tumbuhan C3 yang banyak kehilangan hasil akibat fotorespirasi pada suhu tinggi. Rancanglah dua strategi bioteknologi untuk menaikkan efisiensi fotosintesis padi di iklim panas Indonesia berdasarkan konsep fotorespirasi, jalur C4, dan sifat RuBisCO. Untuk setiap strategi, jelaskan logika ilmiahnya dan satu tantangan atau risikonya. [Kuliah · C6]

Bab 22 • Jaringan Kabel Kilat

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Dalam analogi Cellpedia, selubung mielin pada akson berperan seperti... [SMP • C1]
 - A. isolasi pada kabel listrik
 - B. kantor pos yang mengirim surat
 - C. patok pada arena tarik tambang
 - D. token listrik dari PLN
2. Sel glia yang membungkus akson saraf tepi dengan mielin adalah... [SMP • C1]
 - A. astrosit
 - B. mikroglia
 - C. sel Schwann
 - D. sel darah putih
3. Pada gerak refleks menarik tangan dari wajan panas, neuron yang menyambungkan neuron sensorik dengan neuron motorik di sumsum tulang belakang adalah... [SMP • C2]
 - A. neuron motorik
 - B. interneuron
 - C. sel Schwann
 - D. neuron sensorik
4. Potensial istirahat neuron sekitar -70 mV. Pernyataan yang benar tentang keadaan ini adalah... [SMP • C2]
 - A. bagian dalam sel lebih positif karena banyak Na^+ di dalam
 - B. neuron sedang mengirim potensial aksi
 - C. bagian dalam sel lebih negatif daripada bagian luar, seperti baterai mini yang siap dipakai
 - D. pompa Na^+/K^+ sedang berhenti bekerja
5. Kakek Bima tiba-tiba bicara pelo, senyumnya tidak simetris, dan lengan kanannya lemas. Tindakan yang paling tepat adalah... [SMP • C3]
 - A. menunggu sampai besok pagi karena mungkin hanya kelelahan
 - B. memberi kakek minum air gula lalu menyuruhnya tidur
 - C. memijat lengan kakek sampai kuat kembali
 - D. segera membawa kakek ke rumah sakit karena gejalanya mengarah ke stroke
6. Manusia sebenarnya hanya memakai sekitar 10% bagian otaknya. [SMP • C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Di sinaps, pesan listrik diubah menjadi pesan kimia (neurotransmitter) karena listrik tidak dapat melompati celah sinaps. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Celah-celah kecil tanpa mielin di sepanjang akson, tempat sinyal seolah “melompat”, disebut nodus _____. [SMP · C1]

9. Mengapa potensial aksi hanya merambat maju ke arah terminal akson dan tidak berbalik ke belakang? [SMA · C2]

- A. karena bagian akson di belakangnya sedang dalam masa refrakter sehingga belum bisa menyala lagi
- B. karena mielin hanya ada di bagian depan akson
- C. karena ion Na^+ hanya terdapat di ujung akson
- D. karena dendrit menolak semua muatan positif

10. Dokter gigi menyuntikkan lidokain sebelum mencabut gigi Bima. Apa yang terjadi pada saraf nyeri di sekitar gigi tersebut? [SMA · C3]

- A. Kanal K^+ terbuka terus sehingga potensial aksi makin sering
- B. Neurotransmitter dihancurkan sebelum sempat dilepaskan
- C. Kanal Na^+ tertutup sehingga rangsangan sekuat apa pun tidak memicu potensial aksi
- D. Mielin terkelupas sehingga pesan melambat

11. Pada simulator potensial aksi (kanal Na^+ normal), seorang siswa mencatat jumlah lonjakan: rangsangan 20% → 0; 35% → 0; 40% → 2; 80% → 3; 100% → 6. Tinggi setiap lonjakan selalu sama. Interpretasi yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. Ambang berada di antara 35% dan 40%; di atas ambang, rangsangan yang lebih kuat disandikan sebagai lonjakan yang lebih sering
- B. Rangsangan 20% dan 35% merusak neuron sehingga tidak ada lonjakan
- C. Makin kuat rangsangan, makin tinggi potensial aksi yang dihasilkan
- D. Neuron hanya dapat menyala bila rangsangannya 100%

12. Racun botulinum memotong protein SNARE di terminal akson neuron motorik. Akibat yang paling mungkin adalah... [SMA · C4]

- A. otot kejang terus-menerus karena asetilkolin menumpuk di celah sinaps
- B. vesikel tidak dapat melebur sehingga asetilkolin tidak dilepas dan otot menjadi lumpuh lemas
- C. kanal Na^+ di sepanjang akson terkunci
- D. mielin rusak sehingga sinyal melambat

L3. Seorang pasien lansia bergerak lambat, ototnya kaku, dan tangannya gemetar. Dokter menduga kematian neuron penghasil neurotransmitter... [SMA · C3]

- A. GABA
- B. asetilkolin
- C. serotonin
- D. dopamin

L4. Pada penyakit multiple sclerosis, sistem imun keliru menyerang selubung ____ di otak dan sumsum tulang belakang, sehingga pesan saraf melambat atau macet. [SMA · C2]

L5. Pak Darmo menderita diabetes dengan gula darah yang tidak terkontrol selama bertahun-tahun. Ia tidak menyadari ada paku kecil menusuk telapak kakinya sampai lukanya bernanah. Analisis rantai sebab-akibat dari gula darah tinggi sampai luka yang memburuk, lalu sarankan dua langkah pencegahan. [SMA · C4]

L6. Sebagian obat antidepresan memperlambat penyerapan kembali serotonin ke terminal akson. Obat lain, penghambat asetilkolinesterase, dipakai untuk membantu penderita miastenia gravis. Jelaskan apa yang terjadi di celah sinaps pada masing-masing obat, lalu bandingkan cara kerja keduanya. [SMA · C4]

L7. Pada suhu tubuh, persamaan Nernst untuk ion bermuatan +1 dapat ditulis $E = 61,5 \text{ mV} \times \log_{10}([\text{ion}]_{\text{luar}}/[\text{ion}]_{\text{dalam}})$. Bila $[\text{K}^+]_{\text{luar}} = 5 \text{ mM}$ dan $[\text{K}^+]_{\text{dalam}} = 140 \text{ mM}$, nilai E_K dan tafsirannya yang paling tepat adalah... [Kuliah · C4]

- A. +89 mV; saat istirahat K^+ cenderung mengalir masuk ke dalam sel
- B. -89 mV; potensial istirahat ($\pm 70 \text{ mV}$) sedikit lebih positif daripada E_K karena membran istirahat juga sedikit permeabel terhadap Na^+
- C. -89 mV; potensial istirahat sama persis dengan E_K karena membran hanya permeabel terhadap K^+
- D. -55 mV; nilai ini sekaligus menjadi ambang potensial aksi

18. Sebuah neuron motorik (istirahat -70 mV, ambang -55 mV) menerima tiga EPSP masing-masing $+6$ mV dari tiga sinaps berbeda dan satu IPSP -8 mV pada saat yang sama. Dengan anggapan penjumlahan linier di pangkal akson, hasilnya adalah... [Kuliah · C4]

- A. -52 mV; ambang terlampaui sehingga potensial aksi terjadi
- B. -44 mV; IPSP ikut menambah depolarisasi sehingga potensial aksi terjadi
- C. -78 mV; neuron mengalami hiperpolarisasi
- D. -60 mV; ambang belum tercapai sehingga tidak ada potensial aksi

19. Tetrodotoksin (TTX) dari ikan buntal memblokir kanal Na^+ bergerbang tegangan (Nav), sedangkan tetraetilamonium (TEA) memblokir kanal K^+ tertunda (Kv). Prediksikan bentuk potensial aksi akson yang diberi masing-masing zat, jelaskan berdasarkan model Hodgkin-Huxley (gerbang m, h, dan n), lalu jelaskan mengapa keracunan ikan buntal dapat menyebabkan kelumpuhan dan gagal napas.

[Kuliah · C5]

20. Persamaan Nernst dan Goldman-Hodgkin-Katz (GHK) meramalkan bahwa potensial istirahat terutama ditentukan oleh gradien K^+ . Rancanglah percobaan pada akson atau serabut otot yang direkam dengan mikroelektroda untuk menguji ramalan itu. Jelaskan variabel bebas, variabel terikat, variabel kontrol, bentuk grafik yang diharapkan, dan penyimpangan yang diramalkan GHK pada kadar K^+ luar yang rendah. [Kuliah · C6]

Bab 23 • Tim Tarik Tambang

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Dalam analogi tarik tambang di Bab 23, garis Z pada sarkomer berperan sebagai... [SMP • C1]
 - A. pemain yang menarik tali
 - B. tali yang ditarik
 - C. patok tempat tali diikat
 - D. token listrik untuk membayar tarikan
2. Jenis otot yang berbentuk gelendong, berinti satu, tidak bergaris-garis, dan terdapat di dinding usus adalah... [SMP • C1]
 - A. otot polos
 - B. otot rangka
 - C. otot jantung
 - D. otot lurik
3. Unit terkecil pada otot yang dapat memendek adalah... [SMP • C1]
 - A. serabut otot
 - B. miofibril
 - C. berkas otot
 - D. sarkomer
4. Setiap satu putaran siklus jembatan silang (satu tarikan kepala miosin) menghabiskan... [SMP • C2]
 - A. satu ion Na^+
 - B. satu molekul ATP
 - C. satu molekul glukosa
 - D. satu molekul O_2
5. Lari 100 meter berlangsung sekitar 10 detik. Pembangkit energi yang paling diandalkan otot pada lomba ini adalah... [SMP • C3]
 - A. respirasi aerob yang membakar lemak
 - B. fosfokreatin, baterai cadangan yang langsung mengisi ulang ATP
 - C. pemecahan protein otot menjadi asam amino
 - D. mioglobin yang menyimpan oksigen
6. Pada otot rangka yang sedang rileks, tali tropomiosin menutupi tempat ikat pada aktin sehingga kepala miosin tidak dapat menggenggam aktin. [SMP • C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Pegal yang muncul satu atau dua hari setelah olahraga terutama disebabkan oleh asam laktat yang menumpuk di otot. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Protein merah penyimpan oksigen yang membuat serat otot tipe I, daging paha ayam, dan daging ikan tongkol berwarna gelap disebut _____. [SMP · C1]

9. Organel yang menjadi “gudang kalsium” pada serabut otot rangka adalah... [SMA · C2]

- A. mitokondria
- B. tubulus T
- C. retikulum sarkoplasma
- D. badan Golgi

10. Bu Rina sering merasa kelopak matanya turun dan ototnya cepat lemah bila dipakai berulang kali. Pemeriksaan menemukan antibodi yang menutup reseptor asetilkolin. Tahap estafet kontraksi yang terganggu adalah... [SMA · C3]

- A. perintah dari neuron motorik tidak dapat membangkitkan potensial aksi di membran otot
- B. retikulum sarkoplasma tidak dapat menyimpan Ca^{2+}
- C. kepala miosin tidak dapat memecah ATP
- D. gen distrofin rusak sehingga membran otot mudah robek

11. Hasil pengukuran sebuah sarkomer dengan mikroskop elektron: saat relaks, panjang sarkomer 2,4 μm , pita A 1,6 μm , dan zona H 0,6 μm . Saat kontraksi, panjang sarkomer menjadi 2,0 μm . Jika teori filamen geser benar, panjang pita A dan zona H saat kontraksi adalah... [SMA · C4]

- A. pita A 1,2 μm ; zona H 0,6 μm
- B. pita A 1,6 μm ; zona H 0,2 μm
- C. pita A 1,6 μm ; zona H 0,6 μm
- D. pita A 1,2 μm ; zona H 0,2 μm

12. Seorang anak laki-laki berusia 5 tahun sering jatuh dan sulit bangkit dari lantai. Ibunya sehat tetapi pembawa sifat, dan kakak perempuannya juga sehat. Penjelasan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. kekurangan kalsium dalam makanan sehingga ototnya lemah
- B. infeksi bakteri tetanus yang melumpuhkan neuron “rem”
- C. antibodi yang menutup reseptor asetilkolin
- D. kelainan gen distrofin yang terpaut kromosom X; anak laki-laki hanya punya satu X sehingga satu salinan rusak sudah menimbulkan penyakit

L3. Urutan estafet yang benar dari perintah saraf sampai otot rangka menarik adalah... [SMA · C2]

- A. asetilkolin dilepas → Ca^{2+} dilepas → potensial aksi di tubulus T → miosin menarik aktin
- B. potensial aksi di tubulus T → asetilkolin dilepas → Ca^{2+} dilepas → miosin menarik aktin
- C. asetilkolin dilepas → potensial aksi di tubulus T → Ca^{2+} dilepas → miosin menarik aktin
- D. Ca^{2+} dilepas → asetilkolin dilepas → miosin menarik aktin → potensial aksi di tubulus T

L4. Otot lengan yang digips selama berminggu-minggu tampak mengecil karena tidak dipakai. Penyusutan otot seperti ini disebut _____. [SMA · C3]

L5. Otot paha yang robek ringan saat bermain bola dapat pulih, tetapi otot jantung yang mati akibat serangan jantung diganti jaringan parut. Analisis perbedaan ini dan jelaskan akibatnya bagi kerja jantung. [SMA · C4]

L6. Seorang peneliti memakai serabut otot yang membrannya sudah dilarutkan, sehingga larutan uji dapat langsung masuk ke dalam sel. Serabut dimasukkan ke tiga larutan: (A) ATP tanpa Ca^{2+} , (B) ATP dan Ca^{2+} , (C) Ca^{2+} tanpa ATP. Ramalkan keadaan serabut pada setiap larutan (relaks, kontraksi, atau kaku) dan jelaskan alasannya. [SMA · C4]

L7. Jika Ca^{2+} di cairan luar sel dihilangkan, otot rangka masih dapat berkontraksi untuk beberapa waktu, sedangkan otot jantung segera berhenti berkontraksi. Penjelasan yang paling tepat adalah... [Kuliah · C4]

- A. Otot rangka sama sekali tidak memerlukan Ca^{2+} untuk berkontraksi
- B. Otot jantung tidak memiliki retikulum sarkoplasma sehingga semua Ca^{2+} -nya berasal dari luar sel
- C. Otot rangka memakai kalmodulin, sedangkan otot jantung memakai troponin
- D. Pada otot rangka, DHPR berfungsi sebagai sensor tegangan yang secara mekanis membuka RyR1, sedangkan otot jantung memerlukan Ca^{2+} yang masuk lewat kanal tipe L untuk memicu pelepasan Ca^{2+} dari RyR2

18. Segera setelah dibius dengan anestesi inhalasi, seorang pasien mengalami kaku otot, suhu tubuh melonjak, dan produksi CO_2 meningkat tajam. Ia membawa mutasi RYR1. Mekanisme yang paling tepat menjelaskan gejala tersebut adalah... [Kuliah · C5]

- A. RyR1 yang bermutasi melepaskan Ca^{2+} berlebihan dari retikulum sarkoplasma; kontraksi terus-menerus dan kerja pompa SERCA menghabiskan ATP besar-besaran sehingga panas dan CO_2 melonjak
- B. RyR1 yang bermutasi tidak dapat membuka sehingga otot lumpuh dan pasien menggigil
- C. Anestesi merusak troponin C sehingga tropomiosin tidak dapat menutup tempat ikat aktin
- D. Mutasi RYR1 menghentikan pompa Na^+/K^+ sehingga neuron motorik terus menyala

19. Evaluasi pernyataan berikut: “Makin teregang otot sebelum berkontraksi, makin besar gaya yang dihasilkannya.” Gunakan konsep hubungan panjang–tegangan, jumlah jembatan silang, dan peran titin dalam jawabanmu. [Kuliah · C5]

20. Sebuah obat pelemas otot baru ditemukan, tetapi cara kerjanya belum diketahui. Rancanglah rangkaian percobaan untuk menentukan apakah obat itu bekerja di (a) sambungan saraf–otot, (b) pelepasan Ca^{2+} dari retikulum sarkoplasma, atau (c) siklus jembatan silang. Sebutkan perlakuan, pengukuran, dan hasil yang diramalkan untuk setiap kemungkinan. [Kuliah · C6]

Bab 24 • Mesin Fotokopi Resep

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Dalam analogi Bab 24, PCR diibaratkan sebagai... [SMP • C1]
 - A. gunting bakteri
 - B. mesin fotokopi resep
 - C. lem perekat DNA
 - D. kantong pengirim gen
2. Enzim yang dipinjam dari bakteri untuk memotong DNA hanya pada urutan huruf tertentu disebut... [SMP • C1]
 - A. DNA ligase
 - B. transkriptase balik
 - C. polimerase Taq
 - D. enzim restriksi
3. Tahap PCR yang memisahkan DNA untai ganda menjadi dua untai tunggal pada suhu $\pm 95^{\circ}\text{C}$ disebut... [SMP • C2]
 - A. penempelan primer
 - B. pemanjangan
 - C. denaturasi
 - D. transformasi
4. Mengapa DNA bergerak menuju kutub positif pada elektroforesis gel? [SMP • C2]
 - A. karena DNA bermuatan negatif akibat gugus fosfatnya
 - B. karena DNA bermuatan positif akibat basa nitrogennya
 - C. karena gel menarik DNA dengan gaya magnet
 - D. karena DNA terdorong oleh gelembung udara di dalam gel
5. Laboratorium ingin memeriksa virus dengue, yang resepnya berupa RNA, dengan PCR. Enzim tambahan yang diperlukan pada langkah pertama adalah... [SMP • C3]
 - A. DNA ligase
 - B. transkriptase balik
 - C. enzim restriksi
 - D. Cas9
6. Kontrol negatif pada tes PCR seharusnya tidak menunjukkan nilai Ct karena tidak mengandung resep target. [SMP • C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Menyunting gen embrio manusia dengan CRISPR hanya berdampak pada orang itu sendiri dan tidak diwariskan kepada keturunannya. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Lingkaran DNA kecil milik bakteri yang dipakai sebagai kendaraan untuk menipiskan gen insulin manusia disebut _____. [SMP · C1]

9. Pada pembuatan insulin rekombinan, gen insulin dan plasmid dipotong dengan enzim restriksi yang sama. Tujuannya adalah... [SMA · C2]

- A. agar plasmid menjadi lebih panjang daripada gen insulin
- B. agar bakteri tidak dapat membelah diri
- C. agar ujung-ujung potongannya cocok seperti kepingan puzzle sehingga dapat disambung DNA ligase
- D. agar gen insulin berubah menjadi RNA

L10. PCR untuk mendeteksi gen penanda sebuah kuman (target 300 pasangan basa) dijalankan di gel. Hasil: kontrol positif = pita 300 pb; kontrol negatif = tanpa pita; pasien 1 = pita 300 pb; pasien 2 = tanpa pita; pasien 3 = satu pita 700 pb. Tafsiran yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. Pasien 1 positif, pasien 2 negatif, dan pasien 3 perlu diperiksa ulang karena pitanya tidak sesuai ukuran target
- B. Ketiga pasien positif karena semua sampel sudah menjalani PCR
- C. Pasien 3 paling positif karena pitanya paling besar
- D. Pasien 2 positif karena tanpa pita berarti semua DNA sudah tersalin

L11. Hasil RT-qPCR dua sampel pada mesin dan tes yang sama: sampel A Ct 18, sampel B Ct 21. Jika jumlah salinan tepat berlipat dua setiap putaran, jumlah resepsi virus awal di sampel A kira-kira ... kali sampel B. [SMA · C4]

- A. 3
- B. 8
- C. 30
- D. $\frac{1}{8}$

L12. Ilmuwan ingin mematikan sebuah gen pada sel yang dibiakkan memakai CRISPR-Cas9, tanpa menyediakan cetakan DNA. Hasil yang paling mungkin adalah... [SMA · C3]

- A. gen itu diganti tepat dengan versi yang sehat
- B. Cas9 memotong semua kromosom sehingga sel mati seketika
- C. RNA pemandu berubah menjadi protein baru
- D. sel menambal potongan dengan sambungan yang sering sedikit keliru sehingga gen rusak dan tidak berfungsi

L3. Pada sekuensing Sanger, setiap “huruf berhenti” diberi warna: A = hijau, T = merah, C = biru, dan G = kuning. Bila potongan-potongan DNA diurutkan dari yang terpendek, warna ujungnya adalah hijau, merah, hijau, biru, kuning. Urutan huruf pada untai baru adalah... [SMA · C3]

- A. GCATA
- B. TATGC
- C. ATACG
- D. CGTAT

L4. Satu molekul DNA target menjalani 10 putaran PCR dengan efisiensi sempurna (berlipat dua setiap putaran). Jumlah salinan yang dihasilkan adalah _____. [SMA · C3]

L5. Bandingkan terapi CRISPR untuk talasemia beta, yang menyunting sel punca darah pasien, dengan penyuntingan gen pada embrio manusia. Analisis perbedaan dampaknya, dan jelaskan mengapa dunia ilmiah menerima yang pertama tetapi menolak yang kedua saat ini. [SMA · C4]

L6. Seorang analis menjalankan RT-qPCR dan memperoleh: kontrol positif Ct 25, kontrol negatif Ct 33, dan sampel pasien Ct 31. Analisis keabsahan hasil ini dan langkah yang seharusnya dilakukan laboratorium. [SMA · C4]

L7. Ekspresi gen X diukur relatif terhadap gen rujukan GAPDH. Kontrol: Ct gen X = 26, Ct GAPDH = 18. Perlakuan: Ct gen X = 24, Ct GAPDH = 19. Dengan metode $2^{-\Delta\Delta C_t}$ (efisiensi $\pm 100\%$), perubahan ekspresi gen X pada perlakuan adalah... [Kuliah · C4]

- A. naik 4 kali
- B. turun 8 kali
- C. naik 3 kali
- D. naik 8 kali

18. Sebuah tim ingin mengoreksi satu huruf yang salah pada gen HBB di sel punca darah memakai Cas9 dari *Streptococcus pyogenes*. Rancangan yang paling tepat adalah... [Kuliah · C5]
- A. RNA pemandu 20 nukleotida di samping motif PAM 5'-NGG-3' dekat mutasi, disertai cetakan DNA donor berisi huruf yang benar agar patahan diperbaiki lewat HDR
 - B. RNA pemandu 20 nukleotida di samping motif PAM 5'-NGG-3' dekat mutasi tanpa cetakan donor, karena NHEJ akan menyalin huruf yang benar dari kromosom pasangannya
 - C. RNA pemandu dirancang di daerah tanpa PAM agar Cas9 hanya memotong sekali, lalu perbaikan diserahkan pada NHEJ yang bebas kesalahan
 - D. EcoRI dipakai sebagai pengganti Cas9 karena mengenali urutan palindrom G^AAATTC di setiap gen
19. Kurva standar qPCR dibuat dari seri pengenceran 10 kali lipat. Kemiringan (slope) garis Ct terhadap $\log_{10}(\text{jumlah salinan awal})$ adalah -3,32. (a) Hitung efisiensi E dengan rumus $E = 10^{-1/\text{slope}} - 1$. (b) Jelaskan arti biologis slope -3,32. (c) Bila slope sebuah uji lain -4,1, hitung efisiensinya, nilailah kelayakannya, dan jelaskan dampaknya bila data tersebut dianalisis dengan metode $2^{-\Delta\Delta C_t}$. [Kuliah · C5]
20. Rancanglah uji RT-qPCR untuk mendeteksi virus dengue dalam sampel darah pasien. Uraikan pemilihan target dan primer, pilihan cara deteksi (pewarna SYBR Green atau probe TaqMan) beserta alasannya, kontrol-kontrol yang diperlukan, dan cara menentukan batas positif. [Kuliah · C6]

Bab 25 • Anjing Pelacak Protein

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Dalam analogi Bab 25, antibodi sekunder diibaratkan sebagai... [SMP • C1]
 - A. anjing pelacak yang mengendus satu bau saja
 - B. pawang bersenter yang mengenali anjing pelacak
 - C. barang yang sedang dicari
 - D. kotak surat di membran sel
2. Hormon yang dideteksi oleh antibodi pada tes kehamilan adalah... [SMP • C1]
 - A. insulin
 - B. HER2
 - C. GLUT4
 - D. hCG
3. Mengapa garis T pada rapid test berwarna merah bila target ada di dalam sampel? [SMP • C2]
 - A. karena protein target memang berwarna merah
 - B. karena cairan sampel bereaksi dengan serat kertas
 - C. karena antibodi berlabel butiran emas yang membawa target tertangkap dan menumpuk di garis T
 - D. karena garis T sudah dicetak merah sejak dari pabrik
4. Pewarnaan rutin jaringan yang mewarnai inti menjadi ungu-biru dan sitoplasma menjadi merah muda, tetapi tidak dapat menunjukkan protein tertentu, adalah... [SMP • C2]
 - A. H&E (hematoksilin-eosin)
 - B. imunofluoresensi
 - C. IHC HER2
 - D. Western blot
5. Adik Bima demam tinggi pada hari kedua. Dokter ingin tahu dengan cepat, dalam 15–20 menit, apakah ada protein NS1 virus dengue di dalam darahnya. Alat yang paling tepat adalah... [SMP • C3]
 - A. Western blot
 - B. sekuensing DNA
 - C. imunohistokimia
 - D. rapid test NS1
6. Rapid test antigen lebih sensitif daripada PCR karena hasilnya keluar lebih cepat. [SMP • C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Pada ELISA, langkah pencucian sumur bertujuan membuang protein lain yang tidak tertangkap oleh antibodi. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Enzim dari lobak pedas yang sering dipasang pada antibodi pendeteksi ELISA untuk menghasilkan warna disingkat _____. [SMP · C1]

9. Pada Western blot, deterjen SDS dipakai untuk... [SMA · C2]

- A. meluruskan lipatan protein dan menyelimutinya dengan muatan negatif sehingga protein berlari menurut ukurannya
- B. mewarnai protein menjadi biru agar terlihat di gel
- C. memotong protein menjadi asam amino
- D. menempelkan antibodi pada membran

10. Pada ELISA insulin, absorbansi serum Pak Anwar yang sedang berpuasa terletak di antara absorbansi standar 40 dan 80 $\mu\text{IU/mL}$ pada kurva standar. Kadar insulin puasa normal kira-kira 2–25 $\mu\text{IU/mL}$. Tafsiran yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. Kadar insulin sangat rendah, mengarah ke diabetes tipe 1
- B. Kadar insulin tinggi, dapat menandakan resistensi insulin, sehingga perlu dievaluasi lebih lanjut oleh dokter
- C. Kadar insulin normal karena masih berada di dalam kurva standar
- D. Hasil tidak dapat dibaca karena absorbansinya berada di antara dua standar

11. Western blot otot sebelum dan sesudah 8 minggu latihan menunjukkan pita GLUT4 (± 50 kDa) lebih tebal sesudah latihan. Namun, pita β -aktin pada lajur “sesudah” juga dua kali lebih tebal daripada lajur “sebelum”. Kesimpulan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. Latihan pasti menaikkan GLUT4 dua kali lipat
- B. β -aktin ikut naik, jadi β -aktin tidak penting dalam percobaan ini
- C. Protein yang dimuat pada lajur “sesudah” kemungkinan lebih banyak, sehingga kenaikan GLUT4 belum dapat disimpulkan sebelum dinormalisasi terhadap kontrol pemuatan
- D. GLUT4 dan β -aktin adalah protein yang sama

12. Pada IHK Ki-67 sebuah tumor, 30 dari 120 inti sel berwarna cokelat. Indeks proliferasi tumor tersebut adalah... [SMA · C3]

- A. 4%
- B. 12%
- C. 30%
- D. 25%

- L3. Sebuah rapid test diuji pada 100 orang yang benar-benar sakit (terbukti dengan PCR) dan 100 orang sehat. Tes positif pada 80 orang sakit dan pada 2 orang sehat. Pernyataan yang tepat adalah... [SMA · C4]
- A. Sensitivitas 98% dan spesifisitas 80%
 - B. Sensitivitas 80% dan spesifisitas 98%; tes ini lebih sering menghasilkan negatif palsu daripada positif palsu
 - C. Sensitivitas 80% dan spesifisitas 2%
 - D. Tes ini sempurna karena positif palsunya hanya 2 orang
- L4. Pada IHK HER2, enzim yang dibawa antibodi mengubah substrat DAB menjadi endapan berwarna ____ tepat di tempat HER2 berada. [SMA · C2]
-
- L5. Seorang dokter menghadapi tiga pertanyaan: (a) seberapa aktif sel-sel tumor usus Pak Joko sedang membelah; (b) berapa kadar antibodi IgG dengue di serum seorang pasien; (c) apakah dahak pasien batuk lama mengandung reseptor (DNA) kuman TBC. Tentukan alat yang paling tepat untuk setiap pertanyaan dan jelaskan alasannya. [SMA · C4]
-
-
-
-
-
-
- L6. Rina demam dan batuk, dan dua hari lalu ia kontak erat dengan penderita COVID-19. Rapid test antigen pada hari pertama sakit hasilnya negatif. Analisis mengapa hasil ini belum tentu berarti Rina tidak terinfeksi, dan apa yang sebaiknya ia lakukan. [SMA · C4]
-
-
-
-
-
-
- L7. Serum seorang pasien dengan kehamilan mola (kadar hCG sangat tinggi) memberi hasil rendah pada ELISA sandwich satu tahap. Setelah serum diencerkan 1:100, hasilnya (setelah dikalikan faktor pengenceran) jauh lebih tinggi. Fenomena ini paling tepat dijelaskan oleh... [Kuliah · C4]
- A. efek hook: antigen yang berlebihan menjenuhkan antibodi penangkap dan antibodi pendeteksi secara terpisah sehingga “roti lapis” tidak terbentuk
 - B. reaksi silang antibodi dengan hormon lain yang mirip hCG
 - C. pencucian yang kurang bersih sehingga enzim bebas tertinggal
 - D. kurva 4PL tidak dapat dipakai untuk mengukur hormon

18. Hasil IHK HER2 sebuah tumor payudara menunjukkan pewarnaan membran yang lengkap, tetapi lemah sampai sedang (skor 2+). Menurut pedoman ASCO/CAP, langkah selanjutnya yang paling tepat adalah... [Kuliah · C5]

- A. langsung memberikan trastuzumab karena sudah ada pewarnaan membran
- B. menyatakan HER2 negatif dan menghentikan pemeriksaan
- C. melakukan hibridisasi in situ (ISH) untuk menilai amplifikasi gen HER2
- D. mengulang IHK memakai antibodi β -aktin

19. Evaluasi laporan berikut: “Kurva standar ELISA 8 titik (0–160 μ IU/mL) dicocokkan dengan regresi garis lurus. Sampel P9 dengan absorbansi di atas standar tertinggi dilaporkan 320 μ IU/mL berdasarkan ekstrapolasi. Semua sampel diukur satu kali. Batas deteksi tidak ditentukan.”
Identifikasi minimal tiga kelemahan dan usulkan perbaikannya. [Kuliah · C5]

20. Rancanglah ELISA sandwich untuk mengukur kadar protein NS1 virus dengue dalam serum pasien. Uraikan pemilihan antibodi, susunan pelat (standar, kontrol, dan sampel), langkah validasi yang diperlukan, serta satu keterbatasan yang harus diwaspadai dalam penafsiran hasil. [Kuliah · C6]

Bab 26 • Resep Latihan untuk Tentara

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Dalam analogi Bab 26, vaksin mRNA diibaratkan sebagai... [SMP • C1]
 - A. latihan melawan musuh sungguhan yang sudah dilemahkan
 - B. latihan melawan boneka musuh
 - C. latihan menghadapi senjata musuh yang dikosongkan
 - D. resep latihan yang dikirim langsung ke dapur sel
2. Vaksin tetanus dan difteri termasuk jenis vaksin... [SMP • C1]
 - A. toksoid
 - B. mRNA
 - C. vektor virus
 - D. hidup dilemahkan
3. Mengapa kelenjar getah bening di ketiak dapat sedikit bengkak setelah vaksinasi di lengan? [SMP • C2]
 - A. karena cairan vaksin menumpuk dan membeku di ketiak
 - B. karena sel dendritik membawa foto buronan ke kelenjar itu, dan pasukan imun berkumpul serta berlatih di sana
 - C. karena mRNA masuk ke inti sel kelenjar
 - D. karena vaksin mengandung virus hidup yang berkembang biak di ketiak
4. Lembaga di Indonesia yang menilai seluruh data uji klinis sebelum sebuah vaksin boleh diedarkan adalah... [SMP • C1]
 - A. Bio Farma
 - B. WHO
 - C. BPOM
 - D. rumah sakit tempat vaksin disuntikkan
5. Sehari setelah divaksin, Rina demam ringan dan lengannya pegal. Tanggapan yang paling tepat adalah... [SMP • C3]
 - A. vaksinnya gagal sehingga harus segera diulang
 - B. Rina tertular penyakit dari vaksin
 - C. itu reaksi umum yang menandakan tentara imun sedang berlatih; biasanya hilang dalam 1–2 hari, tetapi keluhan berat atau berkepanjangan perlu diperiksa ke tenaga kesehatan
 - D. Rina harus segera minum antibiotik

6. Setelah protein paku dibuat, mRNA vaksin tetap tinggal di dalam sel seumur hidup. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Uji klinis fase 3 membandingkan vaksin dengan plasebo pada ribuan sampai puluhan ribu relawan untuk memastikan vaksin benar-benar melindungi. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Gelembung lemak supermini yang membungkus mRNA vaksin disebut ____ lipid. [SMP · C1]

9. Obat antibodi monoklonal dapat dikenali dari akhiran namanya, yaitu... [SMA · C2]

- A. -vir
- B. -mab
- C. -cillin
- D. -statin

10. Urutan terapi CAR-T yang benar adalah... [SMA · C3]

- A. resep CAR dititipkan → sel T diambil dari darah pasien → sel dikembalikan lewat infus → sel CAR-T dibiakkan
- B. sel T diambil dari darah donor → sel dikembalikan lewat infus → resep CAR dititipkan → sel CAR-T dibiakkan
- C. sel CAR-T dibiakkan → resep CAR dititipkan → sel T diambil dari darah pasien → sel dikembalikan lewat infus
- D. sel T diambil dari darah pasien → resep CAR dititipkan lewat virus jinak → sel CAR-T dibiakkan → sel dikembalikan lewat infus

11. Pada uji fase 3 sebuah vaksin mRNA, relawan dibagi menjadi dua kelompok yang sama besar.

Kasus COVID-19 bergejala ditemukan pada 8 orang di kelompok vaksin dan 162 orang di kelompok plasebo. Efikasi vaksin paling mendekati... [SMA · C4]

- A. 5%
- B. 50%
- C. 95%
- D. 154%

12. Vaksin hepatitis B dan IndoVac termasuk vaksin subunit atau protein rekombinan. Bahan utamanya dibuat dengan cara... [SMA · C3]

- A. menumbuhkan virus hidup lalu melemahkannya
- B. membungkus mRNA dengan gelembung lemak
- C. menjinakkan racun kuman dengan bahan kimia
- D. menitipkan resep protein kuman ke ragi atau sel sehingga mereka memproduksi potongan protein itu, seperti insulin rekombinan di Bab 24

L3. mRNA vaksin dirancang meniru mRNA alami: topi (cap), 5' UTR, kode protein paku, 3' UTR, dan ekor poli-A. Jika ekor poli-A dihilangkan, akibat yang paling mungkin adalah... [SMA · C4]

- A. mRNA lebih cepat dihancurkan sehingga protein paku yang dibuat lebih sedikit
- B. mRNA masuk ke inti dan menyatu dengan DNA
- C. protein paku berubah menjadi antibodi
- D. nanopartikel lipid sama sekali tidak dapat terbentuk

L4. Pada terapi CAR-T, sel T pasien diberi “kacamata” baru berupa reseptor yang disingkat ____ agar dapat mengenali sel kanker. [SMA · C2]

L5. Bandingkan vaksin inaktivasi (misalnya CoronaVac atau Inavac) dengan vaksin mRNA dalam hal isi vaksin, tempat antigen dibuat, dan jenis latihan tentara imun yang dihasilkan. Analisis mengapa vaksin mRNA dapat melatih sel T sitotoksik dengan baik. [SMA · C4]

L6. Seorang remaja laki-laki berusia 17 tahun merasa nyeri dada dan berdebar dua hari setelah dosis kedua vaksin mRNA. Analisis kemungkinan KIPI yang terjadi, tindakan yang harus dilakukan, dan cara menimbang manfaat serta risiko vaksin bagi masyarakat. [SMA · C4]

L7. Lipid terionisasi pada nanopartikel lipid memiliki pKa sekitar 6–7. Mengapa sifat ini penting? [Kuliah · C4]

- A. Lipid bermuatan positif kuat di dalam darah sehingga menempel pada sel darah merah
- B. Lipid hampir netral pada pH darah ($\pm 7,4$) sehingga kurang toksik, tetapi menjadi bermuatan positif di endosom yang asam sehingga berinteraksi dengan membran endosom dan membantu mRNA lolos ke sitoplasma
- C. Lipid mengubah mRNA menjadi DNA di dalam endosom
- D. Lipid mencegah mRNA diterjemahkan sampai tiba di kelenjar getah bening

18. Tiga hari setelah menerima sel CAR-T anti-CD19, seorang pasien leukemia mengalami demam tinggi, tekanan darah turun, dan kadar IL-6 dalam darah meningkat tajam. Penilaian yang paling tepat adalah... [Kuliah · C5]

- A. Sindrom pelepasan sitokin: sel CAR-T yang teraktivasi besar-besaran saat membunuh sel kanker melepaskan sitokin seperti IL-6; pasien memerlukan perawatan suportif dan, bila perlu, obat penghambat reseptor IL-6
- B. Reaksi penolakan karena sel CAR-T berasal dari donor yang tidak cocok
- C. Tanda bahwa sel CAR-T gagal mengenali CD19 sehingga kanker tumbuh cepat
- D. Efek samping lipid terionisasi, karena CAR-T dikirim dengan nanopartikel lipid

19. Percobaan awal dengan mRNA yang memakai uridin biasa menghasilkan sedikit protein dan peradangan berlebihan. Evaluasi mengapa hal ini terjadi berdasarkan sensor imun bawaan, lalu jelaskan bagaimana penggantian uridin dengan N1-metilpseudouridin (m1Ψ), tudung cap-1, dan pemurnian mRNA memperbaiki masalah itu. Mengapa sedikit aktivasi imun bawaan tetap bermanfaat bagi vaksin? [Kuliah · C5]

20. Sebuah virus pernapasan baru muncul di Asia Tenggara. Rancanglah vaksin mRNA untuk virus tersebut, meliputi pemilihan antigen, rancangan molekul mRNA, sistem pengantar, tahapan pengujian, dan satu strategi untuk mengatasi tantangan distribusi di Indonesia sebagai negara kepulauan. [Kuliah · C6]

Bab 27 • Surat-Surat Penyembuh

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Dalam analogi Bab 27, terapi sekretom diibaratkan sebagai... [SMP • C1]
 - A. mengirim rombongan tukang yang harus diberi tempat tinggal dan bisa tersesat di kota yang rusak
 - B. menutup semua jalan pasokan agar kota yang rusak tidak diserang musuh dari luar
 - C. mengirim surat perintah dan kotak perkakas saja, supaya warga setempat sendiri yang membangun ulang kotanya
 - D. membongkar seluruh kota yang rusak, lalu membangun kota baru dari nol di tempat lain
2. Faktor pertumbuhan yang tugas utamanya menumbuhkan pembuluh darah baru (angiogenesis) adalah... [SMP • C1]
 - A. PDGF
 - B. VEGF
 - C. EGF
 - D. IGF-1
3. Ciri yang dimiliki agen biologis, tetapi tidak dimiliki obat kimia molekul kecil seperti parasetamol, adalah... [SMP • C2]
 - A. dibuat lewat reaksi kimia di pabrik sehingga strukturnya tunggal, pasti, dan sama di setiap tablet
 - B. mudah ditiru menjadi obat generik yang isinya sama persis dengan obat aslinya
 - C. umumnya tahan disimpan pada suhu kamar dan mudah diserap usus sehingga dapat diminum
 - D. dibuat oleh sel hidup, molekulnya besar dan rumit, serta peka panas sehingga sering memerlukan rantai dingin
4. Urutan yang benar dari yang paling kecil ke yang paling besar adalah... [SMP • C2]
 - A. parasetamol – antibodi IgG – eksosom – keping darah
 - B. eksosom – parasetamol – keping darah – antibodi IgG
 - C. antibodi IgG – parasetamol – eksosom – keping darah
 - D. parasetamol – eksosom – antibodi IgG – keping darah

5. Setelah kemoterapi, jumlah neutrofil seorang pasien kanker turun sangat rendah sehingga ia mudah terkena infeksi. Faktor pertumbuhan rekombinan yang sudah resmi dipakai untuk menaikkan jumlah neutrofil adalah... [SMP · C3]

- A. eritropoietin
- B. G-CSF
- C. becaplermin (PDGF rekombinan)
- D. insulin

6. Pada tulang rawan sendi, kolagen tipe II memberi kekuatan, sedangkan agrekan menahan air sehingga tulang rawan kenyal seperti bantalan. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Faktor pertumbuhan bekerja dengan menembus membran sel, lalu langsung menempel pada DNA di dalam inti. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Saat keping darah diaktifkan, kantong granula alfa melebur dengan membran sel dan menumpahkan faktor pertumbuhan ke luar sel. Proses pengeluaran isi kantong seperti ini, yang juga dipakai sel untuk mengirim paket (Bab 5), disebut ____ . [SMP · C1]

9. Pada langkah kelima pembuatan AGF, campuran yang sudah diaktifkan diputar $3000 \times g$ selama 20 menit pada 4°C , lalu cairan jernihnya disaring dengan saringan $0,22 \mu\text{m}$. Tujuan langkah ini adalah... [SMA · C2]

- A. mengendapkan fibrin dan sisa keping darah, lalu menyaring cairannya agar steril dan bebas sel
- B. memekatkan keping darah sampai 3–5 kali kadar normal darah
- C. mengaktifkan keping darah agar menumpahkan isi granula alfa
- D. memecah faktor pertumbuhan menjadi asam amino agar mudah diserap sendi

L0. Berikut data rekaan untuk latihan, dengan pola yang mirip penelitian AGF pada tikus model osteoarthritis (OA). Angka menunjukkan kadar relatif di tulang rawan.

- tikus sehat: MMP-13 = 20; kolagen tipe II = 100
- OA tanpa terapi: MMP-13 = 100; kolagen tipe II = 35
- OA + AGF 0,1 ng/mL: MMP-13 = 85; kolagen tipe II = 45
- OA + AGF 1 ng/mL: MMP-13 = 60; kolagen tipe II = 60
- OA + AGF 10 ng/mL: MMP-13 = 40; kolagen tipe II = 80

Kesimpulan yang paling didukung data ini adalah... [SMA · C4]

- A. AGF sudah terbukti menyembuhkan osteoarthritis pada manusia karena kolagen tipe II naik lebih dari dua kali lipat
- B. takaran 0,1 ng/mL paling baik karena paling sedikit mengubah keseimbangan alami tulang rawan
- C. makin tinggi takaran AGF, makin rendah MMP-13 dan makin tinggi kolagen tipe II; efek terkuat pada 10 ng/mL, tetapi belum sama dengan tikus sehat
- D. AGF menaikkan MMP-13 sehingga tulang rawan makin cepat rusak pada takaran yang tinggi

L1. Sebuah tim peneliti memerlukan produk regeneratif yang tidak berisi sel sama sekali dan takarannya paling mudah dipastikan karena hanya berisi satu jenis protein murni. Menurut tabel perbandingan di Bab 27.7, pilihan yang paling sesuai adalah... [SMA · C3]

- A. terapi sel punca
- B. PRP
- C. sekretom dan vesikel ekstraseluler
- D. faktor pertumbuhan rekombinan

L2. Dari medium terkondisi sel punca mesenkimal, peneliti memisahkan dua jenis partikel. Partikel A berukuran ± 80 nm, membawa penanda CD63 dan CD81, dan terbukti berasal dari badan multivesikular. Partikel B berukuran ± 600 nm dan terbentuk dengan menguncup langsung dari membran sel. Nama yang tepat untuk A dan B berturut-turut adalah... [SMA · C3]

- A. eksosom dan mikrovesikel
- B. mikrovesikel dan eksosom
- C. keping darah dan eksosom
- D. protein larut dan sel punca utuh

L3. Sebuah klinik kecantikan mengiklankan “infus sekretom” dengan kalimat: “Berasal dari sel manusia, 100% alami, jadi pasti aman!” Iklan itu tidak menyebut izin fasilitas, isi produk, maupun takarannya. Tanggapan yang paling tepat berdasarkan Bab 27 adalah... [SMA · C4]

- A. klaim itu benar karena sekretom tidak berisi sel, sehingga tidak mungkin tercemar atau menimbulkan efek samping
- B. klaim itu patut diragukan, karena “alami” tidak sama dengan “aman”: keamanan ditentukan oleh pembuatan yang steril, takaran yang tepat, dan bukti uji klinis
- C. klaim itu benar asalkan banyak testimoni pelanggan yang puas dan foto sebelum–sesudah di media sosial
- D. klaim itu benar karena sekretom sama dengan sel punca di dalam botol yang berasal dari tubuh manusia

L4. Darah seorang pasien mengandung 250.000 keping darah per mikroliter. Setelah diproses, PRP-nya mengandung 1.000.000 keping darah per mikroliter. Kadar keping darah dalam PRP itu ____ kali lipat kadar dalam darahnya. [SMA · C3]

L5. Laboratorium A dan B sama-sama melaporkan memakai “PRP 4 kali lipat” pada tikus model osteoarthritis, tetapi hasilnya berbeda: A melihat perbaikan tulang rawan, sedangkan B tidak. Ketika sisa PRP kedua laboratorium diaktifkan dan diukur dengan ELISA, kadar TGF- β 1 PRP laboratorium A sekitar sepuluh kali lebih tinggi daripada laboratorium B (data rekaan). Analisislah: (a) mengapa takaran “kelipatan keping darah” dapat menyesatkan, (b) minimal tiga faktor yang dapat membuat isi PRP berbeda, (c) bagaimana pendekatan AGF menjawab masalah ini, dan (d) satu keterbatasan bila TGF- β 1 dipakai sebagai satu-satunya patokan takaran. [SMA · C4]

L6. Seorang mahasiswa ingin membuktikan bahwa AGF memperbaiki tulang rawan. Ia membuat osteoarthritis pada 5 ekor tikus, menyuntikkan AGF 10 ng/mL ke sendi lutut semuanya, lalu 4 minggu kemudian melaporkan bahwa kolagen tipe II “meningkat”. Analisislah minimal empat kelemahan rancangan percobaan ini dan usulkan perbaikannya. [SMA · C4]

L7. Kondrosit tikus yang gen SMAD4-nya dihilangkan diberi AGF. Reseptor TGF- β masih memfosforilasi SMAD3 dengan normal. Ramalan yang paling tepat berdasarkan jalur sinyal TGF- β adalah... [Kuliah · C4]

- A. kenaikan COL2A1 dan ACAN tetap normal karena fosforilasi SMAD3 saja sudah cukup untuk menyalakan gen
- B. reseptor TGF- β berhenti bekerja sama sekali karena SMAD4 merupakan bagian kinase dari reseptor itu
- C. SMAD3 tetap terfosforilasi, tetapi tanpa SMAD4 kompleks SMAD tidak terbentuk sempurna sehingga pengaktifan gen COL2A1 dan ACAN berkurang
- D. TGF- β beralih bekerja melalui reseptor tirosin kinase sehingga efeknya pada gen matriks justru menguat

L8. Sebuah perusahaan menyebut produknya “eksosom MSC murni”. Data yang dilampirkan: sel asal melekat pada plastik, mengekspresikan CD73, CD90, dan CD105, serta tidak mengekspresikan CD45, CD34, dan HLA-DR, tetapi uji diferensiasi tidak dilakukan. Partikelnya berukuran 50–200 nm dan positif CD63 pada Western blot. Penilaian yang paling tepat adalah... [Kuliah · C5]

- A. produk sudah memenuhi standar: sel asalnya melekat pada plastik dan partikelnya positif CD63, sehingga sah disebut eksosom murni
- B. sel asal tidak memenuhi kriteria ISCT karena MSC seharusnya mengekspresikan CD45, CD34, dan HLA-DR di permukaannya
- C. istilah eksosom sudah tepat karena MISEV2023 menetapkan bahwa semua vesikel berukuran di bawah 200 nm adalah eksosom, apa pun asal-usulnya
- D. sel asal belum terbukti memenuhi kriteria ISCT karena uji diferensiasi belum ada, dan menurut MISEV2023 partikelnya lebih tepat disebut “EV kecil” sampai biogenesisnya dibuktikan

L9. Sebuah perusahaan mengajukan produk sekretom MSC untuk osteoarthritis lutut dengan empat pernyataan: (1) “Produk kami terstandar dan pasti berkhasiat karena setiap kelompok produksi mengandung TGF- β 1 10 ng/mL.” (2) “Cukup sekali suntik ke sendi, efeknya bertahan setahun karena faktor pertumbuhan sangat stabil.” (3) “Produk dibuat di laboratorium riset kampus, jadi tidak perlu mengikuti CPOB.” (4) “Karena tidak berisi sel, produk tidak perlu diuji sterilitas dan endotoksin.” Evaluasilah setiap pernyataan berdasarkan Zona Kampus dan Bab 27.9. [Kuliah · C5]

20. Rancanglah uji klinis pertama pada manusia (*first-in-human*) untuk AGF autolog yang disuntikkan ke sendi lutut pasien osteoartritis. Uraikan tujuan dan fase uji, kriteria peserta, persyaratan mutu produk sebelum disuntikkan, cara menentukan takaran, kelompok pembanding, ukuran hasil (luaran), pemantauan keamanan, serta aspek etika dan izinnya. [Kuliah · C6]

CELLPEDIA · BANK SOAL BAB 27 · © 2026 DR. RACHMAT HIDAYAT, M.SC, PHD · DIDUKUNG OLEH AURUMGEN ACADEMY.

Bab 28 • Mengirim Tukang, Mengirim Paket

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Dalam analogi Bab 28, eksosom adalah paket bersegel dari kantor ekspedisi Negara Sel. MikroRNA di dalam paket itu diibaratkan sebagai... [SMP • C2]

 - A. surat perintah, yaitu protein yang langsung bekerja begitu paket dibuka
 - B. sampul paket beralamat yang menentukan sel mana yang akan menerimanya
 - C. catatan kecil “jangan masak resep ini” untuk resep tertentu
 - D. tukang bangunan yang menetap di kota dan membangun ulang rumah demi rumah
2. Kornea mata kiri Pak Rudi rusak karena tersiram cairan kimia, sedangkan mata kanannya sehat. Dokter mengambil biopsi kecil dari limbus mata kanan, membiakkan sel punca limbusnya di laboratorium, lalu mencangkokkannya ke mata kiri. Terapi sel ini bersifat... [SMP • C2]

 - A. autolog, karena sel berasal dari tubuh Pak Rudi sendiri
 - B. alogenik, karena sel dipindahkan dari mata kanan ke mata kiri
 - C. alogenik, karena sel sudah dibiakkan di luar tubuh sehingga menjadi sel asing
 - D. pluripoten, karena sel punca limbus dapat menjadi semua jenis sel tubuh
3. Menurut kriteria ISCT, pola penanda permukaan yang harus dimiliki sel punca mesenkimal (MSC) adalah... [SMP • C1]

 - A. CD34, CD45, dan HLA-DR positif; CD73, CD90, dan CD105 negatif
 - B. CD9, CD63, dan CD81 positif; kalneksin negatif
 - C. CD73, CD34, dan CD45 positif; CD90, CD105, dan HLA-DR negatif
 - D. CD73, CD90, dan CD105 positif; CD34, CD45, dan HLA-DR negatif
4. Urutan pembentukan dan pelepasan eksosom yang benar adalah... [SMP • C2]

 - A. endositosis → MVB melebur dengan membran sel → ESCRT membentuk vesikel intraluminal → Rab27 mengantar vesikel ke luar
 - B. endositosis → ESCRT membentuk vesikel intraluminal di dalam MVB → Rab27 mengantar MVB ke membran → MVB melebur dan eksosom dilepas
 - C. membran sel menguncup ke luar → Rab27 mengantar vesikel ke lisosom → ESCRT melipat membran lisosom → lisosom pecah dan eksosom dilepas
 - D. ESCRT melipat membran inti → vesikel lepas ke sitoplasma → Rab27 mengantarnya ke mitokondria → mitokondria melepas eksosom

5. Seorang dokter ingin membantu menilai risiko kanker prostat dari sampel urin pasien, tanpa operasi. Pemeriksaan seperti ini mungkin dilakukan karena... [SMP · C3]
- urin berisi sel punca mesenkimal yang dapat dibiakkan menjadi jaringan prostat untuk diperiksa
 - mikroRNA di urin mengubah DNA sel prostat sehingga kankernya tampak di dalam urin
 - vesikel di urin membawa “sidik jari” molekul sel asalnya, termasuk sel kanker
 - eksosom hanya dibuat oleh sel kanker, sehingga adanya eksosom di urin sudah memastikan kanker
6. Sebagian besar MSC yang diberikan lewat infus tersangkut di paru-paru dan hilang dalam beberapa hari. [SMP · C2]
- Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)
7. MikroRNA yang dibawa eksosom bekerja dengan mengubah urutan DNA di inti sel penerima. [SMP · C2]
- Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)
8. Sebelum disimpan dalam nitrogen cair $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, sel dibekukan perlahan bersama zat pelindung beku agar kristal es tidak merobek membran sel. Zat pelindung beku yang disebut di Bab 28 disingkat ____ . [SMP · C1]
-
9. Berikut data rekaan hasil uji tiga kelompok produksi (lot) MSC dari tali pusat. Batas rilis: steril; mikoplasma negatif; endotoksin di bawah $0,5\text{ EU/mL}$; sel hidup minimal 70%; CD73, CD90, dan CD105 masing-masing minimal 95%; CD34, CD45, dan HLA-DR masing-masing paling banyak 2%; kromosom normal.
- Lot A: steril; mikoplasma negatif; endotoksin $0,1\text{ EU/mL}$; sel hidup 91%; CD73/CD90/CD105 98–99%; CD34/CD45/HLA-DR $\leq 1\%$; kromosom normal
 - Lot B: steril; mikoplasma positif; endotoksin $0,1\text{ EU/mL}$; sel hidup 93%; CD73/CD90/CD105 98–99%; CD34/CD45/HLA-DR $\leq 1\%$; kromosom normal
 - Lot C: steril; mikoplasma negatif; endotoksin $0,2\text{ EU/mL}$; sel hidup 88%; CD73/CD90/CD105 97–99%; CD34 dan HLA-DR $\leq 1\%$, tetapi CD45 9%; kromosom normal
- Lot yang boleh dirilis untuk pasien adalah... [SMA · C3]
- hanya lot A; lot B tercemar mikoplasma dan lot C masih tercampur terlalu banyak sel CD45-positif
 - lot A dan B, karena lot B sudah lulus uji sterilitas sehingga hasil uji mikoplasmanya dapat diabaikan
 - lot A dan C, karena penanda CD73, CD90, dan CD105 lot C tetap tinggi dan sel hidupnya di atas batas
 - ketiga lot, karena semuanya steril, endotoksinnya di bawah batas, dan kromosomnya normal

L0. Kelompok Bima mencatat skor Lab maya pemisahan eksosom dengan urutan hasil, kemurnian, kecepatan, biaya murah, dan skala produksi.

- Presipitasi polimer: 5, 1, 5, 5, 3
- Kromatografi eksklusi ukuran (SEC): 3, 4, 4, 4, 2

Mereka ingin membuktikan bahwa efek antiradang pada makrofag benar-benar berasal dari vesikel, bukan dari protein bebas di medium biakan. Pilihan metode dan alasan yang paling tepat adalah...

[SMA · C4]

- A. presipitasi polimer, karena hasilnya paling banyak sehingga efek antiradangnya pasti paling kuat
- B. presipitasi polimer, karena paling cepat dan murah sehingga percobaan dapat diulang berkali-kali
- C. keduanya sama saja, karena setiap metode pemisahan menghasilkan eksosom yang sama murninya
- D. SEC, karena kemurniannya lebih tinggi sehingga lebih sedikit protein bebas yang ikut terbawa

L1. Dua sediaan EV dari medium biakan MSC diperiksa (data rekaan).

- Sediaan X: NTA menunjukkan ukuran rata-rata 105 nm; Western blot: CD63, CD81, dan TSG101 positif, kalneksin negatif; mikroskop elektron: vesikel bulat bermembran.
- Sediaan Y: NTA menunjukkan ukuran rata-rata 160 nm dengan banyak partikel di atas 300 nm; Western blot: CD63, CD81, dan TSG101 positif, kalneksin positif kuat.

Kesimpulan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. kedua sediaan sama murninya, karena keduanya sama-sama positif CD63, CD81, dan TSG101
- B. sediaan Y kemungkinan tercemar pecahan sel, sedangkan X lebih sesuai dengan EV kecil murni
- C. sediaan Y lebih baik, karena kalneksin menunjukkan vesikelnya kaya protein penanda eksosom
- D. sediaan X bukan vesikel, karena vesikel ekstraseluler sungguhan seharusnya positif kalneksin

L2. Pada tikus model cedera paru (data rekaan), MSC yang diberi label berpendar diberikan lewat infus. Tiga hari kemudian, hampir tidak ada sel berlabel yang tersisa, tetapi peradangan paru tetap lebih ringan daripada kelompok kontrol sampai hari ke-14. Kelompok lain yang hanya diberi medium terkondisi MSC, yaitu cairan biakan tanpa sel, juga menunjukkan sebagian perbaikan yang sama. Mekanisme yang paling didukung data ini adalah... [SMA · C4]

- A. MSC menetap di paru dan berubah menjadi sel paru baru yang menggantikan sel yang rusak
- B. MSC melebur dengan sel paru sehingga seluruh DNA sel paru berganti menjadi DNA donor
- C. transfer mitokondria lewat jembatan membran, yang memerlukan MSC hidup menempel pada sel paru selama dua minggu
- D. parakrin dan imunomodulasi: kiriman faktor dan vesikel MSC meredam radang walaupun selnya cepat hilang

L3. Pada uji klinis fase 1–2 sel pulau pankreas dari sel punca untuk diabetes tipe 1 (NEJM 2025), 10 dari 12 peserta tidak lagi memerlukan suntikan insulin setelah satu tahun, tetapi mereka tetap minum obat penekan imun. Kesimpulan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. diabetes tipe 1 sudah dapat disembuhkan sel punca, sehingga pasien boleh menghentikan insulin sendiri
- B. terapi ini gagal karena 2 dari 12 peserta masih memerlukan insulin, sehingga penelitiannya perlu dihentikan
- C. hasilnya menjanjikan, tetapi masih uji awal dengan sedikit peserta dan obat penekan imun yang berisiko
- D. gula darah terkendali berkat obat penekan imun, bukan berkat sel pulau yang dicangkokkan ke peserta

L4. Satu kantong produk MSC berisi 80 juta sel. Setelah dicairkan, uji viabilitas menunjukkan 75% sel hidup. Jumlah sel hidup dalam kantong itu adalah ____ juta sel. [SMA · C3]

L5. Analisislah tiga pasien berikut. Pasien A, 12 tahun, menderita leukemia yang kambuh dan akan menerima transplantasi dari kakaknya yang cocok. Pasien B, 35 tahun, kornea mata kirinya rusak karena tersiram cairan kimia, sedangkan mata kanannya sehat. Pasien C, 8 tahun, mengalami penyakit graft-versus-host berat setelah transplantasi sumsum tulang dan tidak membaik dengan obat steroid. Untuk setiap pasien, tentukan (a) jenis sel terapi yang sesuai, (b) apakah selnya autolog atau alogenik, (c) mekanisme kerja utamanya, dan (d) status buktinya menurut peta bukti Bab 28.5. [SMA · C4]

L6. Paman Bima, 58 tahun, sedang menjalani pemulihan setelah stroke. Sebuah klinik menawarinya “infus eksosom sel punca” seharga Rp150 juta dengan pesan: “Eksosom bukan sel, jadi 100% aman. Ratusan pasien sudah pulih, lihat testimoninya. Promo hanya minggu ini!” Klinik itu tidak menyebut izin pelayanan sel punca, sumber dan takaran produk, hasil uji mutunya, maupun pendaftaran uji klinis. Analisislah tawaran ini dengan lima butir daftar periksa di Bab 28.9, jelaskan mengapa klaim “bukan sel, jadi 100% aman” keliru, lalu susun saran yang bertanggung jawab untuk Paman. [SMA • C4]

L7. Data rekaan: sel T manusia yang sudah diaktifkan dibiakkan bersama MSC manusia. Perbanyakkan sel T dibandingkan dengan sel T yang dibiakkan tanpa MSC (100%).

- MSC biasa: 85%
- MSC yang lebih dulu dipapar IFN- γ , lalu dicuci: 25%
- MSC yang dipapar IFN- γ , lalu dicuci + penghambat IDO: 80%
- MSC yang dipapar IFN- γ , lalu dicuci + triptofan tambahan dalam medium: 75%

Kesimpulan yang paling tepat adalah... [Kuliah • C4]

- A. IFN- γ yang tersisa di medium langsung menghambat sel T, sedangkan MSC sendiri hampir tidak berperan
- B. MSC kuat menekan sel T setelah “berlisensi” oleh IFN- γ , terutama lewat IDO yang menguras triptofan
- C. IDO menekan sel T dengan cara menambah kadar triptofan di dalam medium biakan sel T
- D. MSC menekan sel T terutama lewat kontak langsung antarsel yang sama sekali tidak bergantung pada enzim

18. Data rekaan: jumlah EV kecil yang dilepas sel ke medium dibandingkan dengan kontrol (100%).

- Penghambat nSMase2: 60%
- Pembungkaman HRS (komponen ESCRT-0): 55%
- Penghambat nSMase2 + pembungkaman HRS: 20%
- Pembungkaman Rab27a: 40%, dan di dalam sel tampak MVB penuh vesikel intraluminal yang menumpuk

Tafsiran yang paling tepat adalah... [Kuliah · C4]

- A. pembentukan vesikel intraluminal memakai dua jalur yang saling melengkapi (ESCRT dan nSMase2), sedangkan Rab27a mengantar MVB ke membran
- B. hanya jalur ESCRT yang membentuk vesikel intraluminal, sedangkan nSMase2 bekerja dengan menghancurkan MVB di dalam lisosom sel
- C. Rab27a diperlukan untuk membentuk vesikel intraluminal, sehingga tanpa Rab27a seharusnya tidak ada MVB sama sekali di dalam sel
- D. nSMase2 dan HRS bekerja pada satu jalur yang sama persis, sehingga menghambat keduanya sekaligus tidak memberi tambahan efek apa pun

19. Dua peneliti berdebat tentang terapi MSC untuk penyakit graft-versus-host. Peneliti A berkata, “Kebanyakan MSC tersangkut di paru dan mati dalam beberapa hari, jadi manfaatnya pasti hanya kebetulan.” Peneliti B menjawab, “Kalau begitu, kita rekayasa MSC agar tahan apoptosis dan hidup berbulan-bulan, pasti efeknya jauh lebih kuat.” Evaluasilah kedua pendapat itu berdasarkan Zona Kampus Bab 28, lalu usulkan satu uji potensi yang bermakna secara mekanistik untuk melepas setiap lot produk MSC tersebut. [Kuliah · C5]

20. Sebuah tim di Indonesia ingin menguji gel berisi vesikel ekstraseluler dari MSC tali pusat untuk luka kaki diabetik yang tidak menutup lebih dari 4 minggu walaupun sudah dirawat dengan baik. Andaikan uji fase 1 sudah selesai tanpa efek samping serius. Rancanglah uji klinis fase 2 yang terkontrol. Uraikan pertanyaan penelitian, kriteria peserta, persyaratan produk (penamaan dan karakterisasi menurut MISEV2023, uji pelepasan, uji potensi, dan takaran), kelompok pembanding, pengacakan dan penyamaran, luaran, pemantauan keamanan, serta etika dan izin. Jelaskan juga pelajaran dari kasus Alofisel yang kamu terapkan. [Kuliah · C6]

Bab 29 • Armada Sungai Merah

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Darah orang dewasa sehat dimasukkan ke tabung, lalu diputar cepat (disentrifugasi). Lapisan paling atas yang berwarna kuning dan menempati sekitar 55% volume adalah... [SMP • C1]
 - A. eritrosit, yang persentase volumenya disebut hematokrit
 - B. lapisan putih tipis berisi leukosit dan trombosit
 - C. plasma, berisi air, protein, glukosa, garam, dan hormon
 - D. benang fibrin yang terbentuk karena darah diputar cepat
2. Sekitar 70% CO₂ dari jaringan diangkut darah kembali ke paru dalam bentuk... [SMP • C1]
 - A. ion bikarbonat (HCO₃⁻) yang larut di plasma
 - B. CO₂ yang menempel pada besi di dalam heme
 - C. gelembung gas CO₂ yang terbawa aliran darah
 - D. CO₂ yang terikat pada albumin buatan hati
3. Pada apusan darah yang sudah diwarnai, Bima menemukan leukosit dengan inti dua lobus dan butiran berwarna merah jingga. Sel ini terutama bertugas... [SMP • C2]
 - A. memakan bakteri sebagai pasukan reaksi cepat, lalu gugur di lokasi infeksi
 - B. melawan cacing dan parasit besar, serta berperan pada alergi dan asma
 - C. membuat antibodi dan sebagian menjadi sel memori selama bertahun-tahun
 - D. keluar ke jaringan, lalu berubah menjadi makrofag pemakan sel mati
4. Pada tahap akhir pembekuan darah, enzim trombin mengubah protein plasma yang larut menjadi benang-benang yang menjaring sumbat trombosit dan eritrosit. Perubahan yang dimaksud adalah... [SMP • C1]
 - A. albumin menjadi globulin
 - B. plasmin menjadi fibrinogen
 - C. kolagen menjadi faktor von Willebrand
 - D. fibrinogen menjadi fibrin
5. Petugas PMI meneteskan tiga cairan uji berisi antibodi pada sampel darah Rina. Hasilnya: menggumpal dengan anti-A, tidak menggumpal dengan anti-B, dan menggumpal dengan anti-D. Golongan darah Rina adalah... [SMP • C3]
 - A. B+
 - B. A-
 - C. A+
 - D. AB+

6. Darah di dalam vena berwarna biru dan baru berubah menjadi merah setelah terkena udara. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Eritrosit, trombosit, dan kelima jenis leukosit berasal dari satu jenis sel induk yang sama, yaitu sel punca darah di sumsum tulang merah. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Eritrosit tua dimakan makrofag di limpa. Cincin hemanya diubah menjadi zat berwarna kuning yang diolah hati, lalu dibuang lewat empedu. Pada bayi baru lahir, zat ini dapat menumpuk sehingga kulit tampak kuning. Zat itu bernama ____ . [SMP · C1]

9. Kelompok Bima mencatat data dari Lab maya kurva hemoglobin (hemoglobin dewasa):

- Istirahat, PO₂ jaringan 40 mmHg: terisi 97% di paru, tersisa 75% di jaringan
- Otot bekerja keras, PO₂ 20 mmHg: terisi 97% di paru, tersisa 31% di jaringan
- Otot bekerja keras, PO₂ 20 mmHg, CO₂ dan asam tinggi: terisi 95% di paru, tersisa 20% di jaringan

Kesimpulan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. CO₂ dan asam membuat hemoglobin sulit terisi di paru, sehingga otot yang bekerja keras justru menerima O₂ lebih sedikit
- B. saat istirahat hemoglobin melepas hampir seluruh muatannya, sehingga darah vena tidak lagi membawa O₂ cadangan
- C. penurunan PO₂ dari 40 ke 20 mmHg hampir tidak mengubah O₂ yang dilepas, karena bagian kurva di daerah itu datar
- D. pelepasan O₂ naik dari sekitar 22% menjadi 66%, lalu 75%, karena PO₂ rendah dan efek Bohr saling menguatkan

10. Berikut dua hasil darah lengkap dari Lab maya Bab 29.10 (data rekaan).

- Siti, perempuan, 15 tahun, lemas dan pucat, haid banyak: Hb 9,4 g/dL (rujukan 12–15); eritrosit 4,1 juta/ μ L (4,0–5,2); MCV 68 fL (80–100)
- Pak Hasan, laki-laki, 30 tahun, sehat, skrining sebelum menikah: Hb 12,2 g/dL (13–17); eritrosit 6,1 juta/ μ L (4,5–5,9); MCV 62 fL (80–100)

Tafsiran yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. Siti lebih mungkin kurang besi, sedangkan pola “banyak tetapi kecil” pada Pak Hasan khas pembawa sifat talasemia
- B. keduanya kurang besi karena MCV keduanya rendah, sehingga keduanya cukup diberi tablet besi tanpa pemeriksaan lain
- C. Pak Hasan lebih mungkin kurang besi karena Hb-nya rendah, sedangkan Siti pembawa sifat talasemia karena eritrositnya normal
- D. hasil keduanya normal, karena eritrosit Siti masih dalam rentang dan eritrosit Pak Hasan malah lebih tinggi

L1. Data rekaan pemantauan seorang pasien laki-laki, 19 tahun, yang dirawat karena infeksi dengue (rujukan hematokrit laki-laki 40–50%; trombosit 150.000–450.000/ μ L):

- Hari ke-3 demam: hematokrit 43%, trombosit 110.000/ μ L
- Hari ke-4: hematokrit 46%, trombosit 75.000/ μ L
- Hari ke-5, demam mulai turun: hematokrit 53%, trombosit 40.000/ μ L, nyeri perut hebat, dan muntah terus-menerus

Tafsiran dan tindakan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. hematokrit naik karena sumsum tulang membuat lebih banyak eritrosit, tanda pasien mulai pulih sehingga boleh pulang
- B. masalah utamanya hanya trombosit, jadi pasien cukup dirawat di rumah dengan jus jambu sampai trombositnya normal
- C. plasma bocor dan darah mengental; bersama nyeri perut dan muntah, ini tanda bahaya yang perlu segera ditangani
- D. demam sudah turun sehingga infeksi dianggap selesai dan pemeriksaan hematokrit serta trombosit tidak perlu diulang

L2. Berikut hasil pemeriksaan leukosit tiga pasien dewasa (data rekaan; rujukan leukosit 4.000–11.000/ μ L, neutrofil 50–70%, eosinofil 1–4%, sel blast 0%).

- Pasien P: leukosit 15.200/ μ L; neutrofil 86%; eosinofil 1%; tanpa sel blast; Hb dan trombosit normal
- Pasien Q: leukosit 9.600/ μ L; neutrofil 52%; eosinofil 15%; tanpa sel blast; Hb sedikit rendah
- Pasien R: leukosit 58.000/ μ L; neutrofil 2%; sel blast 85%; Hb 7,9 g/dL; trombosit 28.000/ μ L

Pasangan pasien dan dugaan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. P infeksi cacing atau alergi; Q infeksi bakteri akut; R leukemia akut
- B. P infeksi bakteri akut; Q infeksi cacing atau alergi; R leukemia akut
- C. P leukemia akut; Q infeksi bakteri akut; R infeksi cacing atau alergi
- D. P infeksi bakteri akut; Q leukemia akut; R infeksi bakteri yang berat

L3. Bu Lestari bergolongan darah O– dan suaminya O+. Anak pertama mereka bergolongan O+, dan setelah persalinan itu Bu Lestari tidak mendapat suntikan imunoglobulin anti-D. Kini ia hamil lagi dan janinnya juga Rh+. Pernyataan yang paling tepat adalah... [SMA · C3]

- A. anak pertama justru yang paling berisiko, karena orang Rh– sudah membawa anti-D di plasmanya sejak lahir
- B. janin Rh+ akan membentuk anti-D, lalu antibodi itu menembus plasenta dan menghancurkan eritrosit ibunya
- C. tidak ada risiko sama sekali, karena antibodi ibu tidak pernah dapat menembus plasenta untuk mencapai janin
- D. janin kedua berisiko, karena anti-D yang terbentuk sejak persalinan pertama dapat menyerang eritrositnya

L4. Darah seorang pasien dimasukkan ke tabung kapiler, lalu diputar. Tinggi seluruh kolom darah 50 mm, sedangkan kolom eritrosit di bagian bawah setinggi 27 mm (data rekaan). Hematokrit pasien ini adalah ____ %. [SMA · C3]

L5. Bank darah sebuah rumah sakit hanya memiliki kantong sel darah merah golongan O–, O+, A+, B+, dan AB+. Tiga pasien membutuhkan transfusi: Pak Andi (A+), Bu Wati (B–), dan Nia (AB+). (a) Tentukan kantong yang aman untuk setiap pasien dan jelaskan alasannya berdasarkan antigen dan antibodi. (b) Bila hanya tersisa satu kantong O–, kepada siapa kantong itu sebaiknya diberikan? (c) Mengapa aturan kecocokan untuk transfusi plasma justru terbalik? [SMA · C4]

L6. Data rekaan seorang pendaki yang tinggal 4 minggu di dataran tinggi, lalu kembali ke dataran rendah (EPO dalam satuan relatif):

- Hari 0, masih di dataran rendah: Hb 14,0 g/dL; EPO 10
- Hari ke-2 di dataran tinggi: Hb 14,1 g/dL; EPO 35
- Hari ke-14: Hb 15,2 g/dL; EPO 20
- Hari ke-28: Hb 16,0 g/dL; EPO 14
- Dua minggu setelah kembali ke dataran rendah: Hb 15,4 g/dL; EPO 6

(a) Mengapa EPO melonjak lebih dulu, sedangkan Hb baru naik setelah beberapa hari? (b) Mengapa EPO turun lagi walaupun pendaki masih di dataran tinggi? (c) Mengapa EPO turun di bawah nilai awal setelah ia kembali ke dataran rendah? (d) Mengapa pasien gagal ginjal kronis sering mengalami anemia, dan bagaimana bioteknologi membantu mereka? [SMA · C4]

L7. Dua pasien mengalami perdarahan yang sulit berhenti (data rekaan).

- Pasien X, laki-laki, 8 tahun: sendi lututnya sering bengkak dan nyeri karena perdarahan di dalam sendi setelah benturan ringan; jumlah trombosit normal; PT normal, aPTT memanjang; kadar faktor VIII 2% (normal 50–150%)
- Pasien Y, 60 tahun, minum aspirin dosis rendah setiap hari: mudah memar, mimisan, dan gusinya lama berdarah setelah menyikat gigi; jumlah trombosit dan kadar faktor pembeku normal

Penjelasan yang paling tepat menurut model koagulasi berbasis sel adalah... [Kuliah · C4]

- A. X gagal memperkuat bekuan karena ledakan trombin gagal tanpa FVIIIa; Y gagal membentuk sumbat karena tromboksan A_2 terhambat
- B. X dan Y sama-sama gagal membentuk sumbat trombosit, sehingga keduanya paling tepat diobati dengan transfusi trombosit saja
- C. pada X, tahap inisiasi oleh TF–FVIIa gagal total, sedangkan efek aspirin pada Y hilang beberapa jam setelah obat dihentikan
- D. X kekurangan vitamin K sehingga hati tidak membuat faktor VIII, sedangkan aspirin pada Y bekerja dengan menghambat trombin

L8. Data rekaan percobaan pada sel ginjal penghasil EPO (jumlah mRNA EPO dibandingkan dengan sel normal pada O_2 21% = 1x):

- Sel normal, O_2 21%: HIF- α hampir tidak terdeteksi; mRNA EPO 1x
- Sel normal, O_2 1%: HIF- α tinggi; mRNA EPO 20x
- Sel normal + obat penghambat HIF-PH (penghambat PHD), O_2 21%: HIF- α tinggi; mRNA EPO 15x
- Sel dengan protein VHL yang tidak berfungsi, O_2 21%: HIF- α tinggi; mRNA EPO 18x

Kesimpulan yang paling tepat adalah... [Kuliah · C4]

- A. O_2 sendiri menempel langsung pada gen EPO dan mematikannya, sehingga PHD dan VHL tidak ikut menentukan kadar HIF- α di dalam sel
- B. pada O_2 normal, PHD memakai O_2 untuk menandai HIF- α agar dihancurkan lewat VHL; menghambat PHD atau VHL menyalakan gen EPO
- C. VHL adalah pengaktif HIF- α , sehingga sel tanpa VHL yang berfungsi seharusnya tidak mampu membuat EPO pada kadar O_2 berapa pun
- D. PHD paling aktif saat hipoksia, sehingga penghambat PHD seharusnya menurunkan EPO pada O_2 1% dan tidak berpengaruh pada O_2 21%

19. Lab maya Bab 29.5 memakai model Hill: saturasi (%) = $100 \times \text{kapasitas} \times \text{PO}_2^n \div (\text{PO}_2^n + \text{P50}^n)$, dengan $n = 2,7$. Untuk HbA, $\text{P50} = 26,8$ mmHg dan kapasitas = 1. Pada keracunan CO, 30% tempat O_2 diduduki CO (kapasitas 0,7) dan P50 turun menjadi $0,7 \times 26,8 \approx 18,8$ mmHg. Hasil simulator pada PO_2 jaringan 40 mmHg: HbA terisi 97% di paru dan tersisa 75% di jaringan; keracunan CO terisi 69% dan tersisa 62%.

(a) Bandingkan O_2 yang dilepas pada keracunan CO dengan anemia yang hemoglobinnya berkurang 30% tetapi P50 -nya tetap 26,8 mmHg. Tunjukkan perhitungannya. (b) Jelaskan secara molekuler mengapa CO menggeser kurva ke kiri, dan mengapa anemia kronis justru sering disertai pergeseran kurva ke kanan. (c) HbF memiliki P50 lebih rendah (19,5 mmHg pada model). Jelaskan dasar molekulernya, manfaatnya bagi janin, dan alasan menaikkan HbF menjadi strategi terapi anemia sel sabit dan talasemia β . [Kuliah · C5]

20. Indonesia termasuk “sabuk talasemia” dunia, dengan perkiraan 3–10% penduduk membawa sifat talasemia beta. Dinas kesehatan sebuah kabupaten ingin memulai skrining pembawa sifat talasemia bagi calon pengantin. Andaikan frekuensi pembawa sifat di kabupaten itu 6% dan pasangan terbentuk secara acak (data rekaan). (a) Hitunglah perkiraan jumlah bayi talasemia beta mayor per 100.000 kelahiran tanpa skrining. (b) Rancanglah alur pemeriksaan laboratorium yang efisien, dari darah lengkap sampai pemeriksaan pemastian, termasuk cara menghadapi calon pengantin yang sekaligus kurang besi. (c) Uraikan konseling dan pilihan bagi pasangan yang keduanya pembawa sifat, serta prinsip etika program tersebut. [Kuliah · C6]

Bab 30 • Siaran dari Istana

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Dalam analogi Bab 30, bagian otak yang menjadi “istana” atau pusat komando sistem hormon adalah... [SMP • C1]
 - A. hipofisis, kelenjar sebesar kacang polong
 - B. hipotalamus, di dasar otak
 - C. tiroid, di leher bagian depan
 - D. adrenal, di atas ginjal
2. Adrenalin dibawa darah ke seluruh tubuh, tetapi hanya memengaruhi sel-sel tertentu. Mengapa? [SMP • C2]
 - A. karena adrenalin hanya mengalir di pembuluh darah jantung dan otot
 - B. karena sel-sel lain segera menghancurkan adrenalin begitu tiba
 - C. karena adrenalin hanya bisa masuk ke dalam sel yang sedang lapar
 - D. karena hanya sel yang punya reseptor adrenalin yang mendengarnya
3. Beberapa organ yang tugas utamanya bukan kelenjar ternyata juga membuat hormon. Pasangan organ dan hormon yang tepat adalah... [SMP • C2]
 - A. ginjal – EPO, yang memesan sel darah merah baru
 - B. jantung – insulin, yang menurunkan gula darah
 - C. jaringan lemak – adrenalin, yang memacu jantung
 - D. lambung – melatonin, yang menandai malam hari
4. Kekurangan yodium dalam waktu lama dapat menyebabkan gondok karena... [SMP • C2]
 - A. yodium dari makanan menumpuk di leher dan membentuk benjolan keras
 - B. tiroid gagal membuat T4, sehingga TSH tetap tinggi dan memacu tiroid tumbuh
 - C. hipofisis berhenti membuat TSH sehingga tiroid membengkak karena menganggur
 - D. kuman lebih mudah menginfeksi tiroid yang kekurangan yodium sehingga meradang
5. Pada siklus menstruasi, hormon yang terutama dibuat korpus luteum untuk menyiapkan dinding rahim menerima embrio adalah... [SMP • C1]
 - A. FSH
 - B. LH
 - C. progesteron
 - D. hormon pertumbuhan (GH)

6. Hormon steroid seperti kortisol disimpan dalam granul di kelenjar adrenal, lalu dilepas lewat eksositosis saat ada perintah. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Pada umpan balik negatif, kadar hormon yang sudah tinggi menekan pelepasan hormon perintahnya sendiri, sehingga kadarnya kembali ke rentang normal. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Program pemeriksaan beberapa tetes darah dari tumit bayi berusia 48–72 jam untuk menemukan bayi yang kekurangan hormon tiroid sejak lahir disingkat ____ . [SMP · C1]

9. Tiga pasien diperiksa (data rekaan).

- Pasien P: TSH tinggi, FT4 rendah.
- Pasien Q: TSH rendah, FT4 rendah.
- Pasien R: TSH sangat rendah, FT4 tinggi, antibodi perangsang reseptor TSH positif.

Letak atau penyebab masalah yang paling tepat berturut-turut adalah... [SMA · C4]

- A. P di hipofisis, Q di tiroid, R di hipotalamus
- B. P di tiroid, Q di tiroid, R di hipofisis karena TSH rendah
- C. P di tiroid, Q di hipofisis atau hipotalamus, R karena antibodi
- D. P karena antibodi, Q di tiroid, R di hipofisis atau hipotalamus

10. Seorang pasien hipotiroid memakai tablet levotiroksin. Beberapa bulan kemudian ia berdebar, gemetar, dan sulit tidur. Hasil laboratorium: TSH sangat rendah dan FT4 tinggi. Penjelasan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. takaran tablet terlalu tinggi, sehingga T4 dari luar menekan TRH dan TSH
- B. tablet merusak hipofisis sehingga TSH tidak dapat lagi dibuat untuk selamanya
- C. tiroid pasien mendadak sembuh total dan membuat T4 berlebihan tanpa diperintah
- D. tablet mengandung antibodi yang menyalakan reseptor TSH seperti pada Graves

11. Hormon X larut air, disimpan dalam granul, dan reseptornya di membran sel. Hormon Y dibuat dari kolesterol, tidak disimpan, dan sebagian besar menumpang protein pembawa di darah. Pernyataan yang tepat adalah... [SMA · C3]

- A. X misalnya kortisol, sedangkan Y misalnya insulin yang larut air
- B. X bekerja lambat lewat gen, sedangkan Y bekerja dalam hitungan detik
- C. Y dimasak ribosom di RE kasar lalu dikemas di Golgi sebelum disimpan
- D. X misalnya insulin; Y misalnya estrogen, dengan reseptor di dalam sel

- L2. Seorang siswa dikejutkan suara keras. Dua hormon diukur dalam darahnya (data rekaan). Hormon M melonjak dalam beberapa detik dan kembali normal dalam beberapa menit. Hormon N mulai naik setelah beberapa menit, memuncak sekitar 30 menit kemudian, dan turun perlahan selama berjam-jam. M dan N berturut-turut adalah... [SMA · C4]
- A. kortisol dan adrenalin
 - B. adrenalin dan kortisol
 - C. insulin dan glukagon
 - D. melatonin dan kortisol
- L3. Obat agonis reseptor GLP-1 jarang membuat gula darah turun terlalu rendah bila dipakai sendirian. Alasan yang paling tepat adalah... [SMA · C3]
- A. obat ini menghancurkan seluruh glukagon di pankreas secara permanen
 - B. obat ini langsung memasang pintu GLUT4 di membran semua sel tubuh
 - C. GLP-1 memperkuat pelepasan insulin hanya ketika gula darah tinggi
 - D. obat ini membuat hati berhenti menyimpan glikogen sama sekali
- L4. Pada siklus 28 hari, ovulasi terjadi sekitar hari ke-14 dan korpus luteum bertahan sekitar dua minggu. Bila panjang siklus seseorang 32 hari dan fase lutealnya tetap sekitar 14 hari, ovulasi diperkirakan terjadi sekitar hari ke-____. [SMA · C3]
-
- L5. Bayi Ayu berusia 3 hari dan tampak sehat. Hasil Skrining Hipotiroid Kongenital menunjukkan kadar TSH dari darah tumitnya tinggi (data rekaan), dan bidan meminta Ayu datang untuk pemeriksaan ulang. Ibunya bertanya, “Anak saya kelihatan sehat, kenapa harus diperiksa lagi?” Jelaskan (a) arti TSH tinggi berdasarkan cara kerja poros tiroid, (b) mengapa semua bayi diperiksa walaupun tampak sehat, (c) mengapa darah diambil pada usia 48–72 jam, dan (d) mengapa tindak lanjut harus segera. [SMA · C4]
-
-
-
-
-
-

L6. Dalam satu siklus menstruasi, estrogen bisa bekerja sebagai “rem” dan juga sebagai “pedal gas” bagi hipotalamus dan hipofisis. Jelaskan kapan estrogen bekerja sebagai rem dan kapan sebagai pedal gas, apa akibat dari masing-masing, serta peran progesteron dari korpus luteum dalam fase luteal. Hubungkan jawabanmu dengan pengertian umpan balik negatif dan positif di Bab 30.4. [SMA • C4]

L7. TSH dipakai sebagai uji skrining utama untuk gangguan tiroid primer, tetapi dapat menyesatkan pada hipotiroid sentral. Alasan yang paling tepat adalah... [Kuliah • C4]

- A. TSH lebih murah, padahal FT4 selalu lebih peka pada semua jenis gangguan
- B. TSH diubah menjadi T3 oleh deiodinase D2 di hipofisis sebelum diukur
- C. TSH terikat TBG sehingga kadarnya tidak dipengaruhi protein pembawa
- D. TSH berubah tajam mengikuti FT4, kecuali bila hipofisisnya sendiri rusak

L8. Pada percobaan (data rekaan), monyet yang hipotalamusnya tidak berfungsi diberi GnRH sintesis lewat pompa. Bila GnRH diberikan berdenyut satu kali per jam, kadar LH dan FSH normal. Bila GnRH dengan jumlah total yang sama diberikan terus-menerus, LH dan FSH turun hampir nol setelah beberapa hari. Tafsiran yang paling tepat adalah... [Kuliah • C4]

- A. reseptor GnRH kehilangan kepekaan bila dirangsang terus-menerus, prinsip yang dipakai agonis GnRH kerja panjang
- B. GnRH yang diberikan terus-menerus lebih cepat dihancurkan, sehingga jumlah yang sampai ke hipofisis jauh lebih sedikit
- C. GnRH merangsang ovarium dan testis secara langsung, sehingga hipofisis tidak lagi perlu membuat LH dan FSH
- D. LH dan FSH menekan pelepasannya sendiri lewat umpan balik positif bila GnRH tidak diberikan berdenyut

19. Seorang pasien memakai obat glukokortikoid (prednison) dosis tinggi setiap hari selama enam bulan untuk penyakit autoimun. Karena merasa sudah sembuh, ia menghentikannya mendadak. Tiga hari kemudian ia sangat lemas, mual, dan tekanan darahnya rendah. Evaluasilah keputusan pasien itu: jelaskan mekanisme yang membuat keadaannya memburuk berdasarkan poros HPA dan reseptor glukokortikoid, perkirakan kadar ACTH dan kortisol tubuhnya saat itu, dan usulkan prinsip penghentian obat yang lebih aman. [Kuliah · C5]

20. Sekelompok mahasiswa ingin menguji apakah meredupkan dan menjauhkan layar gawai satu jam sebelum tidur membuat remaja lebih cepat terlelap dan melepas melatonin lebih awal. Rancanglah penelitian yang etis dan dapat dipercaya. Uraikan pertanyaan dan hipotesis, desain (termasuk cara mengurangi bias), peserta, intervensi dan kontrol, luaran beserta cara mengukurnya, faktor pengganggu yang harus dikendalikan, analisis, etika, dan keterbatasannya. [Kuliah · C6]

Bab 31 • Tembok Bata Hidup

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Dalam analogi Bab 31, lapisan basal epidermis diibaratkan sebagai... [SMP • C1]
 - A. penjaga menara yang mengawasi para penyusup
 - B. pabrik bata yang terus mencetak bata baru
 - C. selimut lemak di bawah tembok kota
 - D. pabrik minyak yang melapisi permukaan
2. Sel di lapisan basal epidermis yang membuat pigmen melanin dan membagikannya ke keratinosit adalah... [SMP • C1]
 - A. sel Langerhans
 - B. sel Merkel
 - C. fibroblas
 - D. melanosit
3. Lapisan tanduk mampu menahan air dari dalam tubuh dan kuman dari luar karena... [SMP • C2]
 - A. sel-selnya pipih dan direkat lemak antarsel, seperti bata dan semen
 - B. di dalamnya terdapat banyak pembuluh darah yang membawa sel-sel imun
 - C. sel-selnya masih hidup dan terus membelah dengan sangat cepat
 - D. seluruh permukaannya ditutupi rambut halus yang sangat rapat
4. Bau badan di ketiak terutama muncul karena... [SMP • C2]
 - A. keringat ekrin membawa banyak racun dari dalam hati
 - B. cairan kelenjar apokrin diuraikan bakteri kulit
 - C. minyak kelenjar sebacea membusuk di permukaan
 - D. sel kulit mati di ketiak membusuk setiap hari
5. Tangan adikmu tersiram air panas dan kulitnya memerah. Pertolongan pertama yang tepat adalah... [SMP • C3]
 - A. mengoleskan pasta gigi agar terasa dingin
 - B. menempelkan es batu langsung di atas kulit yang luka
 - C. mengalirkan air bersuhu biasa sekitar 20 menit
 - D. memecahkan lepuh agar cairannya keluar
6. Orang berkulit gelap memiliki jumlah melanosit yang jauh lebih banyak daripada orang berkulit terang. [SMP • C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Kusta dapat disembuhkan dengan obat kombinasi (MDT), dan penderitanya berhenti menularkan setelah mulai berobat. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Sel epidermis yang membuat banyak keratin dan akhirnya menjadi “bata” di lapisan tanduk disebut ____ . [SMP · C1]

9. Prakiraan BMKG menunjukkan indeks UV 8 pada siang hari. Dengan model lab maya Bab 31.6 (dosis = $0,015 \times \text{indeks UV SED per menit}$), kulit tipe III dengan MED $\pm 3,5$ SED tanpa pelindung diperkirakan mulai memerah setelah... [SMA · C3]

- A. sekitar 3 menit
- B. sekitar 44 menit
- C. sekitar 29 menit
- D. sekitar 4 jam

L10. Rina memakai tabir surya SPF 50 tetapi hanya mengoles seperempat takaran uji. Doni memakai SPF 30 yang dioles sesuai takaran uji. Berdasarkan temuan yang dipakai lab maya Bab 31.6, pernyataan yang tepat adalah... [SMA · C4]

- A. perlindungan Rina ≈ 50 kali, sehingga lebih kuat daripada Doni
- B. perlindungan Rina hanya $\approx 2,7$ kali, jauh di bawah Doni (≈ 30 kali)
- C. perlindungan keduanya sama, karena SPF hanya bergantung pada merek
- D. perlindungan Doni hanya $\approx 5,5$ kali karena SPF 30 lebih kecil

L11. Berjemur berjam-jam di bawah terik matahari tidak membuat vitamin D terus bertambah. Alasan yang paling tepat adalah... [SMA · C2]

- A. vitamin D yang sudah terbentuk langsung dibuang lewat keringat tubuh
- B. melanin menghancurkan seluruh vitamin D yang sudah dibuat kulit
- C. ginjal berhenti bekerja bila tubuh terlalu lama terkena matahari
- D. previtamin D_3 berlebih diubah UV menjadi zat lain yang tidak aktif

L12. Pada sediaan kulit, seorang siswa menemukan lapisan sel yang sangat pipih, tidak berinti, tersusun berlapis-lapis, dan penuh keratin. Lapisan itu dan penjelasannya adalah... [SMA · C4]

- A. lapisan tanduk, karena keratinosit membongkar inti saat kornifikasi
- B. lapisan basal, karena sel-selnya sedang aktif membelah diri
- C. lapisan taju, karena sel-selnya dipaku oleh banyak sekali desmosom
- D. dermis, karena lapisan ini penuh dengan serat kolagen dan serat elastin

- L3. Setelah kulit terkena UV, hormon α -MSH yang memicu pembuatan melanin dilepas oleh ... dan ditangkap oleh reseptor ... pada melanosit. [SMA · C2]
- A. keratinosit; MC1R
 - B. melanosit; reseptor insulin
 - C. sel Langerhans; reseptor TSH
 - D. fibroblas; GLUT4
- L4. Indeks UV 12 dan seseorang bertipe kulit I ($MED \pm 2 SED$) tidak memakai pelindung. Menurut model lab maya Bab 31.6, perkiraan waktu sampai kulitnya memerah adalah sekitar ____ menit (bulatkan ke bilangan bulat). [SMA · C3]
-
- L5. Dimas (15 tahun) berjerawat di dahi dan pipi. Temannya berkata, “Itu karena mukamu kotor dan kamu suka gorengan. Komedo hitamnya dikorek saja.” Jelaskan (a) empat tahap terbentuknya jerawat dari folikel normal sampai meradang, (b) mengapa jerawat sering muncul saat pubertas, (c) apakah pendapat temannya tentang kotoran, gorengan, dan komedo hitam benar, dan (d) saran yang tepat untuk Dimas. [SMA · C4]
-
-
-
-
-
-
-
- L6. Seorang pemengaruh media sosial menulis, “Kulit yang dijemur sampai coklat itu tanda kulit sehat dan kuat. Orang yang kulitnya sawo matang tidak perlu pelindung apa pun.” Evaluasilah kedua pernyataan itu berdasarkan mekanisme pembentukan melanin (Bab 31.4) dan data lab maya (Bab 31.6), lalu susun saran yang lebih tepat. [SMA · C5]
-
-
-
-
-
-
-
- L7. Varian kehilangan fungsi gen *FLG* merupakan faktor risiko kuat dermatitis atopik. Penjelasan mekanistik yang paling tepat adalah... [Kuliah · C4]
- A. sel T kehilangan kemampuan mengenali antigen sehingga infeksi kulit menjadi lebih sering
 - B. melanosit berhenti membuat melanin sehingga kulit menjadi sangat peka terhadap UV
 - C. agregasi keratin dan pembentukan NMF terganggu sehingga sawar lapisan tanduk bocor
 - D. kelenjar sebacea membesar karena androgen sehingga folikel lebih mudah tersumbat

18. Anak penyandang *xeroderma pigmentosum* dapat mengalami kanker kulit pada usia yang sangat muda, terutama pada bagian tubuh yang terkena matahari. Jenis kerusakan DNA dan jalur perbaikan yang paling relevan adalah... [Kuliah · C4]
- A. putusnya kedua untai DNA; jalur penyambungan ujung nonhomolog
 - B. salah pasang basa saat replikasi; jalur perbaikan salah pasang
 - C. 8-oksoguanin akibat oksidasi; jalur perbaikan eksisi basa
 - D. dimer pirimidin akibat UVB; jalur perbaikan eksisi nukleotida
19. Sebuah toko daring menjual “krim pemutih ajaib, putih dalam 7 hari” tanpa nomor izin edar BPOM. Evaluasilah klaim itu secara ilmiah: jelaskan jalur pembentukan melanin yang dapat dihambat, mengapa hasil secepat itu patut dicurigai, risiko bahan-bahan yang sering ditemukan dalam krim ilegal, dan langkah yang sebaiknya dilakukan konsumen. [Kuliah · C5]
-
-
-
-
-
20. Sekelompok mahasiswa ingin menguji apakah program sekolah “Teduh Siang” (pemasangan tempat teduh, kewajiban topi lebar saat upacara dan olahraga, serta edukasi tentang indeks UV) dapat mengurangi kejadian kulit terbakar matahari pada siswa SMP. Rancanglah penelitian yang etis dan dapat dipercaya. Uraikan pertanyaan dan hipotesis, desain beserta cara mengurangi bias, peserta, intervensi dan pembanding, luaran dan cara mengukurnya, faktor pengganggu, analisis, etika, dan keterbatasannya. [Kuliah · C6]
-
-
-
-
-
-
-

Bab 32 • Tamu yang Membayar Sewa

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Bagian saluran cerna dengan kepadatan bakteri paling tinggi, yaitu sekitar 10^{11} bakteri per mililiter isi, adalah... [SMP • C1]
 - A. mulut
 - B. lambung
 - C. usus besar
 - D. usus halus bagian atas
2. Mengapa lambung dihuni jauh lebih sedikit bakteri daripada usus besar? [SMP • C2]
 - A. karena isi lambung sangat asam, sehingga hanya sedikit mikroba yang sanggup bertahan
 - B. karena makanan dan minuman yang masuk ke lambung selalu bebas mikroba sama sekali
 - C. karena dinding lambung melepas antibiotik yang membunuh seluruh bakteri yang masuk
 - D. karena lambung penuh oksigen sehingga bakteri anaerob mati dan bakteri aerob kehausan
3. Tiga asam lemak rantai pendek utama yang dihasilkan fermentasi serat di usus besar adalah... [SMP • C1]
 - A. glukosa, fruktosa, dan galaktosa
 - B. asetat, propionat, dan butirrat
 - C. laktosa, inulin, dan pati resisten
 - D. musin, imunoglobulin A, dan vitamin K
4. Bagi kolonosit, yaitu sel penyerap di dinding usus besar, butirrat terutama berperan sebagai... [SMP • C2]
 - A. racun sisa yang harus segera dibuang ke dalam darah
 - B. hormon kenyang yang dilepas ke dalam pembuluh darah usus
 - C. antibiotik alami yang membunuh semua bakteri di rongga usus besar
 - D. bahan bakar utama yang dibakar di mitokondria
5. Sel di dinding usus yang membuat musin, yaitu protein bergula bahan pembentuk lendir, adalah... [SMP • C1]
 - A. sel goblet
 - B. kolonosit
 - C. sel enteroendokrin
 - D. sel punca di dasar kript

6. Usus besar dilapisi dua lapis lendir, dan pada keadaan sehat lapisan dalam yang rapat hampir bebas bakteri. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Antibiotik hanya membunuh bakteri penyebab infeksi dan tidak memengaruhi bakteri baik di usus. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Warga usus yang ramai menghabiskan tempat dan makanan, membuat zat penghambat, serta mengubah asam empedu, sehingga kuman jahat sulit menetap. Kemampuan ini disebut ____ . [SMP · C1]

9. Kelompok Bima mencatat angka dari lab maya kebun warga usus di Bab 32.6 (model sederhana, angka relatif 0–100, bukan hasil pengukuran pada manusia).

- Tinggi serat, tanpa antibiotik: keragaman 100, butirat 100, kerentanan 0
- Rendah serat, tanpa antibiotik: keragaman 62, butirat 26, kerentanan 11
- Tinggi serat, antibiotik hari ke-7: keragaman 40, butirat 40, kerentanan 84
- Rendah serat, antibiotik hari ke-7: keragaman 25, butirat 10, kerentanan 95
- Tinggi serat, antibiotik hari ke-30: keragaman 84, butirat 84, kerentanan 22
- Rendah serat, antibiotik hari ke-30: keragaman 43, butirat 18, kerentanan 55

Kesimpulan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. antibiotik menurunkan keragaman hanya pada pola makan rendah serat, sedangkan pola makan tinggi serat terlindungi
- B. pada hari ke-7 butirat kedua pola makan sama-sama turun, sehingga produksi butirat sepenuhnya ditentukan antibiotik dan tidak dipengaruhi pola makan sama sekali
- C. kerentanan terhadap *C. difficile* paling rendah pada hari ke-7, yaitu saat obat antibiotik masih bekerja penuh di dalam usus besar
- D. keragaman turun pada kedua pola makan, tetapi pada hari ke-30 kampung tinggi serat pulih lebih jauh

10. Berdasarkan tabel istilah di Bab 32.8, pasangan istilah dan contoh yang tepat adalah... [SMA · C3]

- A. probiotik – inulin dan fruktooligosakarida dalam sirup serat
- B. prebiotik – tempe goreng yang mikrobanya sudah mati karena panas
- C. prebiotik – inulin; pangan fermentasi – tempoyak
- D. postbiotik – galur bakteri hidup yang jumlahnya cukup dan manfaatnya sudah terbukti pada manusia

- L1. Di lab maya Bab 32.6, batang “kerentanan terhadap *C. difficile*” memuncak pada hari ke-7 pemakaian antibiotik lalu turun perlahan selama masa pulih. Alasan biologis yang paling tepat adalah... [SMA · C4]
- A. antibiotik yang tertimbun di usus besar berubah menjadi racun yang merusak dinding usus dan memanggil spora *C. difficile* dari luar tubuh
 - B. pada hari ke-7 warga baik paling sedikit, sehingga resistensi kolonisasi paling lemah
 - C. spora *C. difficile* memakai antibiotik sebagai sumber makanan utamanya selama tujuh hari pertama
 - D. lendir usus besar menebal akibat antibiotik, sehingga racun *C. difficile* terkurung di dekat dinding usus
- L2. Seorang remaja merasa kembung, banyak buang gas, dan diare sekitar satu sampai dua jam setelah minum segelas susu, tetapi tidak gatal, tidak bengkak, dan tidak sesak. Penjelasan yang paling tepat adalah... [SMA · C3]
- A. enzim laktase di usus halusnya berkurang, sehingga laktosa sampai ke usus besar dan difermentasi bakteri
 - B. ususnya kehilangan hampir seluruh bakteri, sehingga tidak ada lagi warga yang mampu mencerna susu
 - C. sistem imunnya membuat antibodi IgE terhadap protein susu, sehingga ini alergi susu yang dapat mengancam nyawa dan memerlukan suntikan adrenalin
 - D. lambungnya terinfeksi *Helicobacter pylori*, sehingga susu tidak dapat dicerna dan langsung menimbulkan diare
- L3. Perhatikan hasil percobaan berikut (data rekaan).
- *Bifidobacterium infantis* tumbuh baik pada media yang gulanya hanya HMO (oligosakarida ASI) maupun hanya laktosa
 - Galur X tumbuh baik pada laktosa, tetapi hampir tidak tumbuh pada HMO
 - Enzim pencernaan bayi yang diuji tidak mampu memecah HMO
 - Tinja bayi yang hanya mendapat ASI: *Bifidobacterium* 70% dari seluruh bakteri; tinja bayi yang mendapat susu formula tanpa HMO: 20%
- Kesimpulan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]
- A. HMO adalah sumber energi utama bayi, sehingga bayi yang mendapat ASI tumbuh lebih cepat daripada bayi lain
 - B. HMO membunuh galur X secara langsung, sehingga seluruh bakteri selain *Bifidobacterium* lenyap dari usus bayi yang menyusu
 - C. galur X pasti merugikan bagi bayi, sebab ia tidak mampu memakai HMO sebagai sumber gulanya
 - D. HMO tidak dicerna bayi, tetapi menjadi makanan khusus galur yang punya enzim pemecahnya, sehingga galur itu diuntungkan

L4. Pada uji acak tahun 2013 (van Nood dkk.), satu kali pemberian mikrobiota tinja dari donor sehat menyembuhkan 81% pasien infeksi *C. difficile* berulang, dibanding 31% pada kelompok yang hanya mendapat vankomisin. Selisih kesembuhan antara kedua kelompok itu adalah ____ persen poin. [SMA · C4]

L5. Sebuah perusahaan mengiklankan minuman probiotik dengan kalimat: “Terbukti mencegah diare akibat antibiotik!” Buktinya, 200 pembeli mengirim komentar bahwa mereka tidak diare selama minum antibiotik. Rancanglah penelitian yang adil untuk menguji klaim itu. Uraikan pertanyaan dan hipotesis, desain beserta cara mengurangi bias, peserta, perlakuan dan pembandingan, luaran dan cara mengukurnya, faktor pengganggu, analisis, etika, serta keterbatasannya. Jelaskan juga mengapa 200 komentar pembeli bukan bukti yang memadai. [SMA · C6]

L6. Sebuah penelitian (data rekaan) memeriksa tinja 300 orang dewasa pada satu waktu. Hasilnya, bakteri jenis P rata-rata 12% dari seluruh bakteri pada 150 orang berberat badan normal, tetapi hanya 4% pada 150 orang dengan obesitas, dan perbedaannya bermakna secara statistik. Sebuah iklan lalu menyimpulkan: “Kekurangan bakteri P menyebabkan obesitas, jadi minumlah suplemen bakteri P agar berat badan turun.” Nilailah kesimpulan iklan itu. Jelaskan tiga kelemahan penalarannya, dua penjelasan lain yang sama-sama cocok dengan data, bukti tambahan yang diperlukan untuk mendukung sebab-akibat, dan satu risiko bila masyarakat memercayai iklan itu. [SMA · C5]

L7. Perhatikan hasil percobaan pada tikus berikut (data rekaan).

- Tikus sehat: asam empedu sekunder di usus besar tinggi, asam empedu primer rendah, spora *C. difficile* yang diberikan tidak berkecambah
- Tikus setelah antibiotik: asam empedu primer tinggi, asam empedu sekunder hampir tidak terdeteksi, spora berkecambah dan tikus sakit
- Tikus setelah antibiotik yang diberi *Clostridium scindens*: asam empedu sekunder kembali terdeteksi dan sebagian besar tikus terlindungi

Tafsiran yang paling tepat adalah... [Kuliah · C4]

- A. antibiotik menaikkan asam empedu sekunder, dan asam empedu sekunder itulah yang merangsang spora *C. difficile* berkecambah
- B. bakteri usus mengubah asam empedu primer menjadi sekunder yang menghambat perkecambahan spora
- C. *C. scindens* melindungi tikus dengan memangsa spora *C. difficile* secara langsung di dalam rongga usus besar
- D. asam empedu tidak berkaitan dengan perlindungan, sebab yang menentukan hanyalah jumlah seluruh bakteri di dalam usus besar tanpa memandang jenisnya

L8. Sel T CD4 naif dibiakkan dengan rangsangan yang sama, lalu diukur persentase sel yang menjadi sel T regulator Foxp3⁺ (data rekaan).

- Tanpa tambahan: 8%
- Ditambah butirir: 27%, dengan asetilasi histon di daerah pengatur gen *Foxp3* meningkat
- Ditambah propionat: 15%
- Ditambah asetat: 9%
- Ditambah obat penghambat histon deasetilase (HDAC) yang bukan asam lemak rantai pendek: 29%
- Ditambah butirir pada sel yang gen reseptor FFAR2 dan FFAR3-nya dimatikan: 25%

Kesimpulan yang paling tepat adalah... [Kuliah · C4]

- A. butirir menambah sel Treg semata-mata melalui reseptor FFAR2 dan FFAR3 di permukaan sel T, sehingga mematikan kedua reseptor itu seharusnya menghapus seluruh pengaruh butirir
- B. ketiga asam lemak rantai pendek sama kuat dalam membentuk sel Treg, sebab semuanya hasil fermentasi serat oleh warga usus
- C. butirir menambah sel Treg terutama dengan menghambat HDAC, sehingga asetilasi di lokus *Foxp3* meningkat
- D. obat penghambat HDAC menurunkan pembentukan sel Treg, sehingga asetilasi histon jelas tidak diperlukan untuk menyalakan gen *Foxp3*

19. Seorang mahasiswa membaca di media sosial bahwa transplantasi mikrobiota tinja “menyembuhkan segala penyakit usus” dan dapat dilakukan sendiri di rumah dengan bahan dari anggota keluarga yang sehat. Ia menderita sindrom iritasi usus dan ingin mencobanya. Nilailah rencana itu: jelaskan untuk keadaan apa transplantasi mikrobiota memang memiliki bukti kuat, mengapa melakukannya sendiri berbahaya, syarat apa yang dijalankan fasilitas kesehatan, serta pertimbangan etika pada donor dan penerima. Sertakan bukti dari Bab 32.7 dan usulkan langkah yang sebaiknya ia ambil. [Kuliah • C5]
20. Riskesdas 2018 mencatat 95,5% penduduk Indonesia usia 5 tahun ke atas kurang makan sayur dan buah. Sebagai pengurus OSIS, rancanglah program sekolah selama empat minggu untuk menaikkan jumlah dan keragaman serat yang dimakan siswa, beserta cara menilai keberhasilannya. Uraikan dasar ilmiahnya dari Bab 32.4 dan 32.8, sasaran yang terukur, kegiatan dan pilihan pangan lokal yang murah, indikator serta cara pengukurannya, desain penilaian yang masuk akal, faktor pengganggu, pertimbangan keamanan dan keadilan, serta keterbatasan program. [Kuliah • C6]

Bab 33 • Juru Masak Kilat

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Bagian enzim berupa lekukan kecil yang bentuk dan muatannya cocok dengan substrat tertentu disebut... [SMP • C1]
 - A. situs alosterik
 - B. sisi aktif
 - C. koenzim
 - D. kompleks enzim-substrat
2. Pada grafik energi sebuah reaksi, perbedaan antara reaksi tanpa enzim dan reaksi dengan enzim terlihat pada... [SMP • C2]
 - A. energi zat awal yang menjadi jauh lebih tinggi
 - B. energi hasil reaksi yang menjadi jauh lebih rendah
 - C. puncak bukit energi aktivasi yang lebih rendah
 - D. jumlah hasil reaksi yang menjadi dua kali lipat
3. Nasi atau kerupuk yang dikunyah lama terasa sedikit manis karena... [SMP • C2]
 - A. amilase ludah memotong pati menjadi gula yang lebih pendek
 - B. lidah melepaskan gula ke dalam makanan yang sedang dikunyah
 - C. pepsin di mulut mengubah protein nasi menjadi gula sederhana
 - D. lisozim di ludah membuat pati berubah menjadi lemak yang manis
4. Empedu dari hati membantu pencernaan lemak dengan cara... [SMP • C2]
 - A. memotong lemak menjadi asam lemak dan monogliserida
 - B. mengaktifkan tripsinogen agar berubah menjadi tripsin
 - C. mengubah lemak menjadi glukosa yang mudah diserap
 - D. memecah gumpalan lemak menjadi butiran kecil
5. Pasangan enzim dan tempat kerjanya yang tepat adalah... [SMP • C1]
 - A. pepsin – mulut
 - B. laktase – lambung
 - C. katalase – peroksisom
 - D. tirosinase – eritrosit
6. Suhu dingin di dalam kulkas merusak enzim secara permanen, sehingga enzim tidak dapat bekerja lagi walaupun suhunya kembali hangat. [SMP • C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Hambatan oleh inhibitor kompetitif dapat dikurangi dengan menambah banyak substrat, karena inhibitor itu berebut sisi aktif dengan substrat. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Asisten enzim berupa ion logam, misalnya Mg^{2+} pada DNA polimerase dan Zn^{2+} pada karbonat anhidrase, disebut _____. [SMP · C1]

9. Sekelompok siswa mengukur laju kerja sebuah enzim pencernaan manusia pada berbagai suhu (data rekaan, satuan relatif).

- 10 °C: 12 · 20 °C: 25 · 30 °C: 48 · 37 °C: 80 · 45 °C: 41 · 55 °C: 6
- Enzim yang didinginkan dari 37 °C ke 10 °C, lalu dihangatkan kembali ke 37 °C: 79
- Enzim yang dipanaskan sampai 70 °C, lalu didinginkan kembali ke 37 °C: 0

Kesimpulan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. suhu optimumnya sekitar 37 °C; dingin hanya memperlambat, sedangkan 70 °C merusaknya permanen
- B. suhu optimumnya 55 °C, karena pada suhu itu molekul paling sering bertumbukan dengan sisi aktif enzim
- C. suhu dingin dan suhu panas sama-sama merusak enzim secara permanen, sebab keduanya menurunkan laju
- D. enzim yang dipanaskan sampai 70 °C akan pulih asalkan didinginkan cukup lama sebelum diukur ulang

10. Tiga enzim pencernaan P, Q, dan R diuji pada 37 °C dengan pH yang berbeda (data rekaan, laju relatif).

- P: pH 2 = 85 · pH 4 = 20 · pH 7 = 0 · pH 8 = 0
- Q: pH 2 = 0 · pH 4 = 4 · pH 7 = 90 · pH 8 = 55
- R: pH 2 = 0 · pH 4 = 0 · pH 7 = 60 · pH 8 = 88

Pasangan yang paling mungkin adalah... [SMA · C4]

- A. P amilase ludah, Q tripsin, R pepsin
- B. P pepsin, Q tripsin, R amilase ludah
- C. P tripsin, Q pepsin, R amilase ludah
- D. P pepsin, Q amilase ludah, R tripsin

L1. Data berikut diperoleh dari lab maya Bab 33.5 (amilase ludah, 37 °C, pH 7; model sederhana, laju relatif).

- Tanpa inhibitor: substrat 2 → 39 · substrat 6 → 66 · substrat 20 → 86
- Dengan inhibitor X: substrat 2 → 18 · substrat 6 → 39 · substrat 20 → 68
- Dengan inhibitor Y: substrat 2 → 16 · substrat 6 → 26 · substrat 20 → 34

Tafsiran yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. X nonkompetitif dan Y kompetitif, sebab laju dengan Y paling rendah pada substrat 20
- B. X kompetitif karena hambatannya mengecil saat substrat ditambah; Y nonkompetitif
- C. X dan Y sama-sama kompetitif, karena keduanya menurunkan laju pada semua substrat
- D. X dan Y sama-sama merusak sisi aktif secara permanen, seperti pemanasan sampai 65 °C

L2. Saluran keluar getah pankreas seorang pasien tersumbat sehingga getah pankreas tidak sampai ke usus halus, sedangkan ludah, lambung, dan empedunya normal. Pencernaan zat yang paling terganggu adalah... [SMA · C3]

- A. pati, karena amilase hanya dibuat oleh pankreas dan tidak terdapat di ludah
- B. protein, karena pepsin yang bekerja di lambung juga berasal dari pankreas
- C. lemak, karena lipase pemotongnya terutama datang dari getah pankreas
- D. serat, karena enzim pemotong serat pada manusia dibuat oleh pankreas

L3. Data lab maya Bab 33.5 (pH sekitar optimum, substrat 6; model sederhana, laju relatif):

- Amilase ludah: 37 °C → 66; dinaikkan ke 65 °C → 0; dikembalikan ke 37 °C → 0
- Polimerase Taq: 37 °C → 5; 75 °C → 67; dinaikkan ke 95 °C → 9; dikembalikan ke 75 °C → 67

Kesimpulan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. Taq bekerja paling baik pada suhu tubuh, sehingga paling cocok dipakai di dalam sel manusia
- B. kedua enzim rusak permanen pada suhu tinggi, hanya saja Taq rusak pada suhu yang lebih rendah
- C. laju Taq pada 95 °C rendah karena substratnya sudah habis, bukan karena pengaruh suhu terhadap enzim
- D. Taq tahan panas; lajunya pulih setelah 95 °C, sehingga cocok untuk PCR yang dipanaskan berulang

L4. Dalam model lab maya Bab 33.5, di bawah suhu optimum laju reaksi menjadi dua kali lipat setiap suhu naik 10 °C. Jika laju amilase ludah pada 10 °C adalah 10 (satuan relatif) dan kondisi lain tetap, laju pada 30 °C adalah ____ . [SMA · C3]

L5. Rina berpendapat bahwa puding gelatin dengan nanas segar tidak membeku karena nanas terlalu asam, bukan karena enzim. Bima yakin penyebabnya bromelain. Rancanglah satu percobaan terkendali yang dapat menguji kedua dugaan itu sekaligus. Uraikan rumusan masalah dan hipotesis, variabel bebas, terikat, dan kendali, daftar perlakuan beserta kontrolnya, cara mengukur hasil, jumlah ulangan, hasil yang diharapkan bila Rina benar dan bila Bima benar, serta langkah keselamatan. [SMA · C6]

L6. Sebuah iklan menulis: “Masakan matang sudah kehilangan enzimnya, sehingga tubuh kita lama-lama kehabisan enzim. Minumlah kapsul ‘enzim hidup’ dari buah mentah setiap hari agar pencernaan dan metabolisme tetap berjalan!” Nilailah iklan itu. Uraikan sedikitnya tiga kesalahan konsepnya dengan bukti dari Bab 33, jelaskan bagian mana yang ada benarnya, dan tuliskan saran yang tepat bagi orang yang ingin pencernaannya sehat. [SMA · C5]

L7. Seorang mahasiswa membuat plot Lineweaver-Burk ($1/v$ terhadap $1/[S]$) untuk sebuah enzim (data rekaan).

- Tanpa inhibitor: garis memotong sumbu y di 0,010 dan sumbu x di -0,33
- Dengan inhibitor P: memotong sumbu y di 0,010 dan sumbu x di -0,11
- Dengan inhibitor Q: memotong sumbu y di 0,025 dan sumbu x di -0,33

Tafsiran yang paling tepat adalah... [Kuliah · C4]

- A. P nonkompetitif karena V_{maks} -nya turun, sedangkan Q kompetitif karena K_M semuanya naik
- B. P kompetitif (K_M semu ± 9 , V_{maks} tetap); Q nonkompetitif murni (V_{maks} 40, K_M tetap)
- C. P dan Q sama-sama unkompetitif, sebab keduanya menurunkan V_{maks} dan K_M sehingga garisnya sejajar
- D. P menurunkan V_{maks} menjadi 11 dan Q menaikkan K_M menjadi 25, jadi keduanya inhibitor campuran

18. Sebuah jalur di dalam sel mengubah A menjadi D lewat tiga enzim: $A \rightarrow B$ (enzim E1), $B \rightarrow C$ (enzim E2), dan $C \rightarrow D$ (enzim E3). Hasil percobaan dalam tabung (data rekaan):

- E1 + A: laju 100; setelah ditambah D: laju 20
- E1 + A berlimpah (10 kali lipat) + D: laju tetap sekitar 20
- E2 + B ditambah D: laju tidak berubah
- Bentuk molekul D sangat berbeda dari A

Tafsiran yang paling tepat adalah... [Kuliah · C4]

- A. D menempel di situs alosterik E1 dan menghambatnya, suatu umpan balik negatif
- B. D adalah inhibitor kompetitif bagi E1, karena D menurunkan laju pada tabung E1
- C. D merusak semua enzim dalam jalur itu, sehingga seluruh rantai A sampai D berhenti total
- D. D mempercepat kerja E1 agar produk terus bertambah, suatu umpan balik positif pada jalur itu

19. Pankreas membuat tripsin dalam bentuk tidak aktif, yaitu tripsinogen, yang baru diubah menjadi tripsin oleh enteropeptidase di usus halus. Seorang pasien datang dengan nyeri perut atas yang hebat; dokter mendapati kadar enzim pankreas dalam darahnya sangat tinggi dan mendiagnosis pankreatitis akut. Seorang teman berkata, "Kalau tripsin berbahaya, lebih baik tubuh tidak membuatnya sama sekali." Jelaskan mengapa tripsin disimpan sebagai zimogen, bagaimana aktivasi dini memicu pankreatitis, dan mengapa kadar enzim pankreas di darah dapat naik. Nilailah pendapat teman itu, lalu hubungkan dengan cara lain sel mengatur enzim di Bab 33.6. [Kuliah · C5]

20. Ekstrak daun sebuah tanaman diduga menghambat amilase pankreas sehingga pati dicerna lebih lambat. Rancanglah percobaan laboratorium untuk menentukan apakah zat penghambat dalam ekstrak itu bekerja secara kompetitif atau nonkompetitif. Uraikan variabel dan kontrol, variasi konsentrasi substrat dan inhibitor, cara mengukur laju awal, cara mengolah data dengan persamaan Michaelis–Menten dan plot Lineweaver–Burk, pola hasil yang diharapkan untuk setiap jenis inhibitor, serta keterbatasannya bila hasil itu hendak dipakai untuk mengklaim ekstrak sebagai obat. [Kuliah · C6]

Bab 34 • Mata untuk yang Tak Kasatmata

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Satu mikrometer (μm) sama dengan... [SMP • C1]
 - A. seperseratus milimeter
 - B. seperseribu milimeter
 - C. sepersejuta milimeter
 - D. seperseribu nanometer
2. Ilmuwan yang pertama kali memakai kata *cell* setelah mengamati irisan gabus pada 1665 adalah... [SMP • C1]
 - A. Antoni van Leeuwenhoek
 - B. Matthias Schleiden
 - C. Rudolf Virchow
 - D. Robert Hooke
3. Bagian mikroskop yang mengatur banyaknya cahaya yang masuk ke preparat sekaligus kontras bayangan adalah... [SMP • C1]
 - A. diafragma
 - B. revolver
 - C. makrometer
 - D. okuler
4. Mengapa pengamatan dengan mikroskop selalu dimulai dari objektif berperbesaran terkecil (4×)? [SMP • C2]
 - A. karena objektif 4× menghasilkan bayangan yang paling tajam dan paling terang
 - B. karena objektif 4× paling murah sehingga aman bila tergores kaca preparat
 - C. karena bidang pandangnya paling luas sehingga daerah yang bagus mudah dicari
 - D. karena objektif 4× tidak memerlukan cahaya lampu dan kondensor sama sekali
5. Saat membuat preparat basah, kaca penutup diturunkan miring sekitar 45° dari tepi tetesan air. Tujuannya adalah... [SMP • C2]
 - A. agar pewarna lugol cepat meresap ke dalam inti sel bawang
 - B. agar udara terdorong keluar sehingga tidak ada gelembung
 - C. agar sel bawang tetap hidup lebih lama di dalam tetesan air
 - D. agar kaca penutup menempel kuat dan tidak bergeser di meja

6. Bayangan pada mikroskop cahaya majemuk tampak terbalik, sehingga bila preparat digeser ke kanan, bayangannya bergerak ke kiri. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Ribosom yang berukuran sekitar 25 nm dapat dilihat dengan jelas memakai mikroskop cahaya sekolah asalkan perbesarannya dinaikkan sampai 2.000 kali. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Kalimat Latin *omnis cellula e cellula*, yang berarti setiap sel berasal dari sel yang sudah ada sebelumnya, dipopulerkan pada 1855 oleh Rudolf ____ . [SMP · C1]

9. Sebuah mikroskop memakai okuler 15× dan objektif 40×. Perbesaran totalnya adalah... [SMA · C3]

- A. 600×
- B. 55×
- C. 400×
- D. 150×

10. Okuler sebuah mikroskop bertuliskan 10×/20. Diameter bidang pandang ketika memakai objektif 40× adalah... [SMA · C3]

- A. 0,2 mm
- B. 2 mm
- C. 5 mm
- D. 0,5 mm

11. Seorang siswa mengamati daun Hydrilla dengan okuler 10×/18 (data rekaan). Pada objektif 10×, sekitar 18 sel berjajar memanjang di garis tengah bidang pandang. Ia lalu memutar revolver ke objektif 40× tanpa menggeser preparat. Perkiraan jumlah sel di garis tengah bidang pandang yang baru dan panjang satu sel adalah... [SMA · C4]

- A. sekitar 72 sel; panjang $\pm 25 \mu\text{m}$
- B. sekitar 18 sel; panjang $\pm 100 \mu\text{m}$
- C. sekitar 4–5 sel; panjang $\pm 100 \mu\text{m}$
- D. sekitar 4–5 sel; panjang $\pm 25 \mu\text{m}$

L2. Perhatikan catatan pengamatan preparat bawang pada objektif 40× berikut (data rekaan).

- Bayangan A: lingkaran berbingkai hitam tebal dengan bagian tengah terang, tampak berkilau ketika mikrometer diputar.
- Bayangan B: bintik kecil yang ikut berputar ketika okuler diputar.
- Bayangan C: bentuk bata memanjang dengan bulatan coklat di dalamnya.

Tafsiran yang paling tepat adalah... [SMA • C4]

- A. A sel berdinding tebal, B inti sel, C gelembung udara
- B. A gelembung udara, B debu pada okuler, C sel bawang
- C. A inti sel, B gelembung udara, C debu pada lensa
- D. A debu pada objektif, B sel bawang, C lipatan selaput

L3. Seorang siswa mengamati bakteri yoghurt yang diwarnai metilen biru. Dengan objektif 40× (NA 0,65) bakteri tampak hanya sebagai titik-titik kecil. Ia lalu mengganti okuler 10× dengan okuler 20× sehingga perbesaran total menjadi 800×, tetapi bentuk bakteri tetap tidak jelas. Penjelasan yang paling tepat adalah... [SMA • C4]

- A. okuler 20× rusak karena tidak cocok dengan objektif 40×
- B. bakteri bergerak terlalu cepat sehingga tidak bisa difokuskan
- C. metilen biru tidak bisa mewarnai bakteri yoghurt sama sekali
- D. batas pisah ditentukan objektif, jadi ini perbesaran kosong

L4. Dengan okuler 10×/18 dan objektif 40×, diameter bidang pandang adalah 450 μm. Bila 6 sel pipi berjajar di sepanjang garis tengah bidang pandang (data rekaan), garis tengah satu sel pipi kira-kira ____ μm. [SMA • C3]

L5. Seorang siswa berpendapat: “Mikroskop elektron selalu lebih baik daripada mikroskop cahaya, jadi untuk semua penelitian sel sebaiknya dipakai mikroskop elektron.” Nilailah pendapat itu. Bandingkan mikroskop cahaya (termasuk mikroskop fluoresen), mikroskop elektron transmisi (TEM), dan mikroskop elektron pemindai (SEM) dari segi batas pisah, keadaan sel (hidup atau mati), persiapan sampel, warna, dan biaya, lalu berikan satu contoh pertanyaan penelitian yang paling cocok untuk masing-masing. [SMA • C5]

L6. Rancanglah percobaan sederhana untuk menguji dugaan: “Kecepatan aliran sitoplasma (gerak kloroplas) pada sel daun Hydrilla bertambah bila suhu air dinaikkan dari 20 °C sampai 30 °C.” Uraikan hipotesis, variabel bebas, terikat, dan kontrol, alat dan bahan, cara mengukur kecepatan kloroplas dengan mikroskop sekolah, jumlah ulangan, cara menyajikan data, pertimbangan keselamatan, serta keterbatasan rancanganmu. [SMA · C6]

L7. Sebuah objektif imersi minyak bertuliskan 100/1,25 dipakai dengan cahaya hijau 550 nm. Menurut rumus Abbe, $d = \lambda/(2 \text{ NA})$, batas pisah lateralnya kira-kira... Bila minyak lupa ditetaskan sehingga NA efektif turun menjadi sekitar 0,9, batas pisahnya menjadi... [Kuliah · C4]

- A. ± 440 nm; menjadi ± 610 nm
- B. ± 110 nm; menjadi ± 150 nm
- C. ± 220 nm; menjadi ± 306 nm
- D. ± 220 nm; tetap ± 220 nm

L8. Perhatikan hasil pencitraan dua mikrotubulus sejajar berlabel fluoresen yang berjarak 120 nm (data rekaan).

- Mikroskop fluoresen biasa (NA 1,4, emisi 520 nm): tampak satu garis tebal yang berkabut.
- Mikroskop konfokal dengan pinhole kecil: garis lebih tajam dan latar lebih gelap, tetapi tetap tampak satu garis.
- Mikroskop STED: tampak dua garis terpisah.

Kesimpulan yang paling tepat adalah... [Kuliah · C4]

- A. STED menembus batas difraksi; konfokal hanya menolak cahaya luar fokus
- B. konfokal gagal karena pinhole menahan seluruh cahaya mikrotubulus
- C. mikroskop biasa rusak, sebab jarak 120 nm mestinya terpisahkan
- D. keduanya sebenarnya satu mikrotubulus; garis ganda STED artefak

19. Seorang mahasiswa akan menerbitkan foto imunofluoresensi yang membandingkan sel kontrol dan sel yang diberi obat. Ia (1) menaikkan kecerahan hanya pada foto sel yang diberi obat, (2) membuang garis skala karena dianggap mengganggu tampilan, (3) tidak menyertakan kontrol tanpa antibodi primer, dan (4) menyambung dua bidang pandang terbaik menjadi satu gambar tanpa keterangan. Nilailah setiap tindakan dari sisi validitas data dan etika ilmiah, lalu tuliskan prosedur yang benar. [Kuliah · C5]

20. Rancanglah strategi untuk menentukan letak dan bentuk tiga dimensi sebuah protein membran baru, protein X, pada sel manusia yang dibiakkan: mulai dari menemukan organel tempat protein itu berada pada sel hidup sampai memperoleh strukturnya pada tingkat hampir atom. Uraikan metode mikroskopi yang dipilih pada setiap tahap, alasan pemilihannya, kontrol yang diperlukan, kemungkinan artefak, dan keterbatasan masing-masing. [Kuliah · C6]

Bab 35 • Dari Warga ke Kota

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Kumpulan sel sejenis yang bekerja sama bersama matriks di sekitarnya untuk menjalankan tugas tertentu disebut... [SMP • C1]
 - A. organ
 - B. sistem organ
 - C. jaringan
 - D. organisme
2. Sel tulang yang terkubur di dalam matriks tulang, saling bergandengan lewat saluran halus, dan berperan sebagai sensor beban adalah... [SMP • C1]
 - A. osteosit
 - B. osteoklas
 - C. osteoblas
 - D. kondrosit
3. Epitel yang melapisi trakea memiliki silia dan sel goblet. Fungsi gabungan keduanya adalah... [SMP • C2]
 - A. menyerap oksigen dari udara langsung ke dalam darah
 - B. menahan gesekan makanan kasar seperti di kerongkongan
 - C. meregang lebar saat saluran napas sedang penuh udara
 - D. menangkap debu dengan lendir, lalu menyapunya ke atas
4. Pada orang dengan ginjal sehat, glukosa mulai muncul di urin bila kadar glukosa darah melewati... [SMP • C2]
 - A. 70 mg/dL, yaitu batas bawah gula darah normal
 - B. ambang ginjal, sekitar 180 mg/dL
 - C. 500 mg/dL, yaitu saat glomerulus berhenti bekerja
 - D. 100 mg/dL, yaitu batas gula darah puasa normal
5. Hormon yang membuat sel duktus pengumpul memasang akuaporin sehingga urin menjadi sedikit dan pekat adalah... [SMP • C2]
 - A. insulin
 - B. glukagon
 - C. ADH
 - D. eritropoietin

6. Tulang adalah jaringan mati yang tidak berubah lagi setelah seseorang dewasa. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Hati dapat tumbuh kembali setelah sebagian jaringannya diangkat, karena hepatosit yang sedang beristirahat dapat masuk kembali ke siklus sel. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Jaringan tumbuhan yang selnya terus membelah di ujung akar dan ujung pucuk sehingga tumbuhan bertambah panjang disebut meristem ____ . [SMP · C1]

9. Seseorang memiliki laju filtrasi glomerulus 120 mL/menit dan kadar glukosa darah 150 mg/dL (data rekaan). Banyaknya glukosa yang tersaring setiap menit adalah... [SMA · C3]

- A. 120 mg/menit
- B. 180 mg/menit
- C. 270 mg/menit
- D. 1.800 mg/menit

10. Kelompok Bima mencatat data dari lab maya nefron di Bab 35.7 (ginjal sehat, minum cukup, model sederhana):

- 100 mg/dL: disaring 125 mg/menit, terbuang 0 g/hari
- 180 mg/dL: disaring 225 mg/menit, terbuang 0 g/hari
- 250 mg/dL: disaring 313 mg/menit, terbuang 18 g/hari
- 300 mg/dL: disaring 375 mg/menit, terbuang 54 g/hari
- 400 mg/dL: disaring 500 mg/menit, terbuang 182 g/hari

Kesimpulan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. glukosa urin naik sebanding lurus dengan glukosa darah sejak kadar 100 mg/dL
- B. glomerulus berhenti menyaring glukosa begitu kadarnya melewati 180 mg/dL
- C. tubulus menyerap kembali glukosa makin sedikit ketika gula darah makin naik
- D. di atas sekitar 180 mg/dL glukosa mulai lolos, lalu bertambah makin cepat

11. Pada lab maya, ginjal sehat dengan glukosa darah 100 mg/dL menghasilkan urin 0,7 L per hari saat minum sedikit dan 3,2 L per hari saat minum banyak. Penjelasan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. saat minum sedikit, ADH tinggi sehingga duktus pengumpul menyerap lebih banyak air
- B. saat minum banyak, glomerulus ikut menyaring lebih banyak glukosa ke dalam urin
- C. saat minum sedikit, glomerulus berhenti menyaring cairan agar air tidak hilang
- D. saat minum banyak, tubulus proksimal berhenti total menyerap natrium dan air

L2. Ginjal seseorang menyaring 180 L filtrat per hari, sedangkan urin yang keluar 1,5 L per hari.

Persentase filtrat yang diserap kembali ke darah adalah... [SMA · C3]

- A. sekitar 0,8%
- B. sekitar 83%
- C. sekitar 99,2%
- D. sekitar 120%

L3. Hasil pemeriksaan seorang pasien (data rekaan): urin berbusa, protein urin +++, kadar albumin darah rendah, kedua kaki bengkak, glukosa urin negatif, dan gula darah 95 mg/dL. Bagian nefron yang paling mungkin rusak adalah... [SMA · C4]

- A. duktus pengumpul yang tidak lagi mendapat perintah ADH
- B. tubulus proksimal yang kehilangan pintu pengangkut SGLT2
- C. lengan naik lengkung Henle yang gagal memompa garam
- D. saringan glomerulus, terutama podosit dan membran basal

L4. Pada model lab maya, obat penghambat SGLT2 membuat sekitar 54 g glukosa per hari terbang ke urin. Jika 1 g glukosa setara dengan 4 kkal, energi yang terbang setiap hari kira-kira ____ kkal. [SMA · C3]

L5. Paman Bima terjatuh dari motor. Lengan bawahnya bengkak, nyeri sekali, dan tampak sedikit bengkok. Ia menolak ke rumah sakit dan ingin langsung diurut, dengan alasan “tulang itu benda mati, jadi cukup dipaskan saja nanti menyambung sendiri.” Nilailah alasan dan keputusan Paman berdasarkan pengetahuan tentang jaringan tulang dan penyembuhan patah tulang, lalu berikan saran yang tepat. [SMA · C5]

L6. Rancanglah percobaan sederhana yang aman untuk menguji dugaan bahwa kekerasan tulang berasal dari mineral, sedangkan kelenturannya berasal dari kolagen, memakai tulang ayam yang sudah dimasak. Uraikan rumusan masalah, hipotesis, variabel, alat dan bahan, langkah kerja, cara mengukur hasil, keselamatan, dan cara menarik kesimpulan. [SMA · C6]

L7. Prekursor osteoklas dibiakkan dengan M-CSF, lalu jumlah osteoklas berinti banyak per sumur dihitung (data rekaan).

- Tanpa tambahan: 3
- RANKL: 85
- RANKL + osteoprotegerin (OPG): 6
- RANKL + antibodi anti-RANKL: 5
- PTH saja, tanpa osteoblas: 4
- PTH bersama osteoblas: 70
- PTH bersama osteoblas + OPG: 7

Kesimpulan yang paling tepat adalah... [Kuliah · C4]

- A. PTH bekerja tidak langsung: ia merangsang osteoblas membuat RANKL yang membentuk osteoklas
- B. PTH langsung mengikat reseptor pada prekursor osteoklas sehingga sel-selnya bergabung
- C. OPG memperkuat kerja RANKL sehingga osteoklas berinti banyak bertambah jumlahnya
- D. osteoklas dapat terbentuk tanpa RANKL selama M-CSF tersedia dalam jumlah cukup

L8. Tiga orang diperiksa (data rekaan).

- A: gula darah 260 mg/dL, HbA1c tinggi, glukosa urin ++++
- B: gula darah 95 mg/dL, HbA1c normal, glukosa urin +++, membawa mutasi gen *SLC5A2* yang menyandi SGLT2
- C: gula darah 110 mg/dL, sedang minum empagliflozin atas resep dokter, glukosa urin ++++

Pernyataan yang paling tepat adalah... [Kuliah · C4]

- A. ketiganya pasti menderita diabetes melitus, karena urin mereka sama-sama mengandung glukosa
- B. B dan C kehilangan sebagian kerja SGLT2, sehingga glukosuria muncul walau gula darah di bawah ambang
- C. glukosuria pada C menunjukkan obatnya merusak glomerulus sehingga glukosa lolos tanpa disaring
- D. A memiliki SGLT2 yang jauh lebih aktif daripada B dan C, sehingga glukosa urinnya paling banyak

19. Perhatikan hasil percobaan pada tikus berikut (data rekaan).

- Tikus diberi parasetamol dosis sangat tinggi: 24 jam kemudian hepatosit mati terutama di sekitar vena sentral (zona 3), sedangkan hepatosit di dekat triad porta (zona 1) hampir utuh.
- Tikus yang gen *Cyp2e1*-nya dimatikan lalu diberi dosis yang sama: kerusakan hati sangat ringan.
- Tikus yang diberi N-asetilsistein (bahan pembentuk glutathione) 1 jam setelah parasetamol: kerusakan jauh berkurang.

Analisislah data tersebut untuk menjelaskan mengapa kerusakan terpusat di zona 3, bagaimana kerusakan terjadi, dan apa arti hasil N-asetilsistein. Kaitkan dengan aliran darah di lobulus dan pembagian kerja hepatosit. [Kuliah · C4]

20. Sebuah perusahaan menemukan calon obat antinyeri baru dan ingin mengetahui lebih awal apakah obat itu merusak tubulus proksimal ginjal, tanpa langsung mengujinya pada manusia. Rancanglah penelitian memakai organoid ginjal yang ditumbuhkan dari sel punca pluripoten terinduksi (iPSC). Uraikan sumber sel dan pembuatan organoid, kelompok perlakuan dan pembanding, dosis dan waktu, penanda kerusakan yang diukur, cara memastikan organoid mirip ginjal sungguhan, analisis, pertimbangan etika, serta keterbatasan dan langkah lanjutan. [Kuliah · C6]

Bab 36 • Silsilah Negara Sel

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

1. Bukti kehidupan tertua yang diterima luas, berupa gundukan batu berlapis yang dibangun tikar mikroba dan berumur setidaknya 3,5 miliar tahun, disebut... [SMP • C1]
 - A. fosil trilobit
 - B. batuan besi berpita
 - C. stromatolit
 - D. kristal zirkon
2. Mengapa kisah Henrietta Lacks dan sel HeLa menjadi pelajaran penting dalam bioetika? [SMP • C2]
 - A. sel tumornya dibiakkan tanpa sepengetahuan dan izin Henrietta Lacks
 - B. sel HeLa adalah sel pertama yang dikloning dari domba dewasa di Skotlandia
 - C. sel HeLa dibuat dengan menyunting gen embrio manusia memakai CRISPR
 - D. sel HeLa berasal dari bakteri yang hidup bebas di dalam usus besar manusia
3. Organela yang berasal dari sianobakteri yang ditelan oleh leluhur tumbuhan dan alga adalah... [SMP • C1]
 - A. mitokondria
 - B. inti sel
 - C. ribosom
 - D. kloroplas
4. Sekitar 2,4–2,3 miliar tahun lalu, oksigen mulai menumpuk di udara Bumi dalam Peristiwa Oksidasi Besar. Penyebab utamanya adalah... [SMP • C2]
 - A. letusan gunung api yang menyemburkan oksigen dalam jumlah besar
 - B. sianobakteri berfotosintesis dan melepas oksigen sebagai sisa
 - C. hewan pertama yang mulai bernapas di dalam laut dangkal
 - D. hantaman batuan angkasa yang membawa oksigen dari luar Bumi
5. Sel yang berhenti membelah secara menetap, tetapi tetap hidup dan melepas sinyal radang ke sekitarnya, disebut sel... [SMP • C1]
 - A. punca
 - B. kanker
 - C. senesens
 - D. darah merah

6. Mitokondria dan kloroplas sama-sama memiliki DNA sendiri yang berbentuk lingkaran, mirip DNA bakteri. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Menurut teori evolusi, manusia berasal dari monyet yang hidup pada masa kini. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Leluhur bersama terakhir dari semua sel yang hidup sekarang, yang sudah memiliki DNA, ribosom, dan membran, disingkat _____. [SMP · C1]

9. Kelas Bima membuat tali waktu sepanjang 4,54 m untuk mewakili 4,54 miliar tahun sejarah Bumi (1 mm = 1 juta tahun). Ledakan Kambrium, sekitar 540 juta tahun lalu, harus ditandai pada jarak berapa dari ujung “kini”? [SMA · C3]

- A. 0,54 cm
- B. 5,4 cm
- C. 540 cm
- D. 54 cm

L10. Perhatikan hasil percobaan berikut (data rekaan).

- Antibiotik X menghambat ribosom bakteri, tetapi tidak menghambat ribosom di sitoplasma sel manusia
- Sel manusia yang dibiakkan dengan antibiotik X tetap membuat protein sitoplasma secara normal
- Pembuatan 13 protein yang resepnya ada di DNA mitokondria turun 80%
- Lama-kelamaan sel itu membuat ATP lebih sedikit

Tafsiran yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. ribosom mitokondria mirip ribosom bakteri, cocok dengan teori endosimbiosis
- B. antibiotik X merusak DNA inti sehingga semua jenis protein sel ikut berkurang
- C. mitokondria sama sekali tidak membuat protein sendiri di dalam matriksnya
- D. ribosom di sitoplasma sel manusia berasal dari bakteri yang ditelan inang

L11. Fibroblas manusia dibiakkan sampai berhenti membelah (data rekaan).

- Kultur A, dari donor bayi baru lahir: berhenti setelah ± 60 kali membelah
- Kultur B, dari donor berusia 80 tahun: berhenti setelah ± 25 kali membelah
- Kultur C, sel A yang diberi gen telomerase (TERT): masih membelah setelah lebih dari 150 kali
- Telomer kultur A dan B saat berhenti sama-sama pendek

Kesimpulan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. fibroblas dari donor tua sudah tidak lagi mempunyai telomer sama sekali
- B. telomer ikut membatasi jumlah pembelahan, dan telomerase dapat melewatinya
- C. telomerase membuat sel C pasti berubah menjadi sel kanker yang menyebar
- D. batas Hayflick hanya berlaku bagi sel yang diambil dari bayi baru lahir saja

- L2. Seorang peneliti ingin memakai sisa sampel darah pasien di laboratorium rumah sakit untuk penelitian gen. Langkah yang paling sesuai dengan etika penelitian kesehatan di Indonesia adalah... [SMA · C3]
- A. langsung memakainya tanpa izin karena sisa darah itu pada akhirnya akan dibuang juga
 - B. membayar pasien dengan uang besar agar mau ikut walaupun tanpa penjelasan apa pun
 - C. mengajukan protokol ke KEPK dan meminta persetujuan setelah penjelasan dari pasien
 - D. memakainya asalkan nama lengkap pasien ditulis jelas pada setiap tabung darah
- L3. Pada jam Bumi, seluruh sejarah Bumi (4,54 miliar tahun) dipadatkan menjadi 24 jam, sehingga 1 jam $\approx$ 189 juta tahun. Peristiwa X tercatat pukul 18.27 dan peristiwa Y pukul 21.09. Selang waktu antara kedua peristiwa itu kira-kira... [SMA · C4]
- A. 51 juta tahun
 - B. 270 juta tahun
 - C. 5,1 miliar tahun
 - D. 510 juta tahun
- L4. Bila sejarah Bumi 4,54 miliar tahun dipadatkan menjadi 24 jam (86.400 detik), manusia modern yang muncul sekitar 300 ribu tahun lalu hadir kira-kira ____ detik sebelum tengah malam (bulatkan sampai satu angka di belakang koma). [SMA · C3]
-
- L5. Sebuah iklan berbunyi: “Suplemen T memanjangkan telomer sehingga membuat awet muda! Buktinya, telomer di sel darah putih 20 pengguna lebih panjang setelah 3 bulan minum suplemen T.” Nilailah klaim itu. Jelaskan minimal tiga kelemahan buktinya, mengapa “telomer lebih panjang” belum tentu berarti “awet muda”, satu risiko yang mungkin timbul bila telomer dipaksa memanjang, dan bukti seperti apa yang dibutuhkan agar klaim itu layak dipercaya. [SMA · C5]
-
-
-
-
-
-
-
-
- L6. Sel hewan memiliki mitokondria tetapi tidak memiliki kloroplas, sedangkan sel tumbuhan memiliki keduanya. Analisislah fakta ini berdasarkan urutan peristiwa endosimbiosis di Bab 36.4. Jelaskan pula tiga bukti yang menunjukkan kedua organela berasal dari bakteri, dan apa yang terjadi pada gen-gen bakteri itu sehingga keduanya tidak bisa lagi hidup bebas. [SMA · C4]

L7. Fibroblas muda diberi medium yang sudah dipakai sel senesens (medium terkondisi) selama 10 hari, lalu diwarnai SA- β -gal (data rekaan).

- Medium segar biasa: 5% sel SA- β -gal positif
- Medium dari sel senesens: 40%
- Medium dari sel senesens + antibodi penetral IL-6 dan IL-8: 14%
- Medium dari sel muda yang bertumpuk padat: 6%
- Obat senolitik S dalam kultur campuran membunuh 70% sel senesens dan 8% sel muda

Kesimpulan yang paling tepat adalah... [Kuliah · C4]

- A. fibroblas muda menjadi senesens karena kehabisan makanan di medium bekas, bukan karena zat yang dilepas
- B. zat yang dilepas sel senesens dapat menularkan senesens, dan IL-6 serta IL-8 berperan besar di dalamnya
- C. IL-6 dan IL-8 adalah satu-satunya isi SASP, sehingga penetralannya menghapus seluruh pengaruh mediumnya
- D. senolitik S sepenuhnya aman dipakai pada manusia karena hampir semua sel muda tetap hidup

L8. Perhatikan ringkasan hasil perbandingan urutan gen dan protein berikut (disederhanakan).

- Gen RNA ribosom mitokondria paling mirip gen alfa proteobakteri
- Gen RNA ribosom kloroplas paling mirip gen sianobakteri
- Protein eukariota untuk kerangka sel, misalnya aktin, dan untuk menata membran, misalnya ESCRT, punya kerabat terdekat pada arkea Asgard
- Banyak enzim metabolisme eukariota lebih mirip enzim bakteri daripada enzim arkea

Tafsiran yang paling tepat adalah... [Kuliah · C4]

- A. sel eukariota adalah gabungan silsilah: inang kerabat arkea Asgard dan bakteri yang diadopsinya
- B. sel eukariota berasal langsung dari sianobakteri yang kehilangan dinding sel lalu membentuk inti
- C. mitokondria dan kloroplas berasal dari satu jenis bakteri yang sama yang ditelan dua kali
- D. arkea Asgard adalah keturunan sel eukariota yang kehilangan inti, mitokondria, dan kloroplasnya

19. Pada tahun 2018, He Jiankui mengumumkan kelahiran bayi kembar yang gen *CCR5*-nya disunting dengan CRISPR saat masih berupa embrio, agar kebal HIV. Evaluasilah tindakan itu memakai empat prinsip bioetika. Bedakan penyuntingan sel somatik dan germinal, jelaskan mengapa terapi CRISPR untuk talasemia beta yang disetujui pada 2023 dinilai berbeda, dan usulkan syarat-syarat ilmiah, etis, dan sosial yang harus dipenuhi sebelum penyuntingan germinal dapat dipertimbangkan di masa depan. [Kuliah · C5]

20. Sebuah tim di Indonesia ingin menguji apakah obat senolitik Z aman dan berpotensi mengurangi nyeri pada lansia dengan osteoarthritis lutut, berdasarkan hasil yang menjanjikan pada tikus. Rancanglah uji klinis tahap awal untuk tujuan itu. Uraikan dasar ilmiahnya, pertanyaan dan hipotesis, desain beserta cara mengurangi bias, kriteria peserta, perlakuan dan pembandingan, luaran utama dan tambahan, pemantauan keamanan, aspek etika dan perizinan di Indonesia, serta keterbatasan rancanganmu. [Kuliah · C6]

Bab 37 • Salah Ketik di Perpustakaan

20 soal • soal 1–8 tingkat SMP, 9–16 tingkat SMA, 17–20 tingkat kuliah

Nama: _____ Kelas: _____ Tanggal: _____ Nilai: _____

- Kerusakan DNA dapat datang dari luar maupun dari dalam sel. Manakah sumber kerusakan yang berasal dari **dalam** sel sendiri? [SMP • C1]
 - sinar ultraviolet dari matahari siang
 - asap rokok yang terhirup ke paru-paru
 - oksigen reaktif sisa kerja mitokondria
 - aflatoksin dari kacang tanah yang berjamur
- Kodon 6 resep globin beta adalah GAG, yang menunjuk asam glutamat. Bila huruf ketiganya berubah sehingga kodon menjadi GAA, yang juga menunjuk asam glutamat, mutasi ini disebut... [SMP • C2]
 - mutasi senyap, karena protein yang dibuat tidak berubah
 - mutasi salah arti, karena satu huruf di kodon diganti
 - mutasi tanpa arti, karena protein terputus di kodon 6
 - pergeseran bingkai baca, karena kodon sesudahnya ikut berubah
- Kalimat resep IBU DAN AYU MAU MIE berubah menjadi IBU ADA NAY UMA UMI E. Jenis salah ketik yang terjadi adalah... [SMP • C3]
 - delesi tiga huruf, sehingga satu kata hilang dari kalimat
 - insersi satu huruf yang menggeser bingkai baca
 - substitusi senyap yang tidak mengubah arti kalimat
 - translokasi, yaitu dua kalimat bertukar potongan
- Urutan kerja tim perbaikan eksisi nukleotida (NER) yang tepat saat memperbaiki dimer timin akibat sinar UV adalah... [SMP • C1]
 - untai dipotong XPF dan XPG → luka dikenali XPC → DNA dibuka TFIIH → celah diisi polimerase → ditutup ligase
 - luka dikenali XPC → celah diisi polimerase → DNA dibuka TFIIH → untai dipotong XPF dan XPG → ditutup ligase
 - DNA dibuka TFIIH → luka dikenali XPC → ditutup ligase → untai dipotong XPF dan XPG → celah diisi polimerase
 - luka dikenali XPC → DNA dibuka TFIIH → untai dipotong XPF dan XPG → celah diisi polimerase → ditutup ligase

5. Sebuah sel kulit terkena sinar UV sangat kuat sehingga DNA-nya rusak terlalu parah untuk diperbaiki. Keputusan p53, kepala keamanan perpustakaan, yang paling mungkin adalah... [SMP · C2]

- A. mempercepat pembelahan sel agar kerusakannya cepat terbagi ke banyak sel anak
- B. memerintahkan sel bunuh diri secara tertib (apoptosis) agar tidak menjadi bibit kanker
- C. menyalakan fotoliase yang memakai cahaya biru untuk melepaskan dimer timin
- D. memindahkan DNA yang rusak ke sel tetangga yang masih sehat untuk diperbaiki

6. Mutasi yang terjadi pada sel kulit lengan akibat sinar UV hanya diwariskan kepada sel-sel anak di dalam tubuh orang itu dan tidak diturunkan kepada anak-anaknya. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

7. Inversi kromosom tidak mungkin merusak gen apa pun, karena semua gen pada potongan kromosom yang terbalik masih lengkap. [SMP · C2]

Lingkari: **B** (benar) / **S** (salah)

8. Mutasi IVS1-5 pada gen globin beta, penyebab talasemia beta yang paling sering ditemukan di Jawa, terletak di tanda sambungan antara ekson dan ____, sehingga penyuntingan mRNA menjadi keliru. [SMP · C1]

9. Di lab maya Bab 37.3, kodon 39 resep globin beta adalah CAG (glutamin). Seorang siswa memilih “buatanku sendiri”, lalu mengganti huruf ke-1 kodon itu, C, menjadi T. Hasil yang akan ditunjukkan lab maya adalah... [SMA · C3]

- A. mutasi senyap; CAG dan TAG sama-sama menunjuk glutamin, sehingga protein tetap 146 asam amino
- B. mutasi salah arti; glutamin diganti leusin yang tidak suka air, dan protein tetap 146 asam amino
- C. mutasi tanpa arti; TAG adalah kodon STOP sehingga ribosom berhenti setelah 38 asam amino
- D. pergeseran bingkai baca; semua kodon sesudah kodon 39 terbaca salah sampai bertemu STOP palsu

L0. Berikut hasil tiga delesi di lab maya Bab 37.3 (protein globin beta normal: 146 asam amino).

- P: kodon 35 kehilangan satu huruf C → STOP palsu di kodon 60; protein 59 asam amino, 23 di antaranya keliru
- Q: tiga huruf mulai kodon 6 hilang (Hb Leiden) → satu asam glutamat hilang; protein 145 asam amino, sisanya benar
- R: kodon 41/42 kehilangan empat huruf TTCT → STOP palsu di kodon 59; protein 58 asam amino, 18 di antaranya keliru

Kesimpulan yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. akibatnya ditentukan kelipatan tiga: delesi 1 dan 4 huruf menggeser bingkai baca, sedangkan delesi 3 huruf hanya membuang satu kodon
- B. makin banyak huruf yang hilang makin parah akibatnya, sehingga urutan dari yang paling ringan adalah P, lalu Q, lalu R
- C. delesi di awal resep selalu lebih ringan, terbukti Q di kodon 6 paling ringan karena sisa resepnya masih panjang
- D. R lebih ringan daripada P, karena empat huruf yang hilang sama dengan satu kodon ditambah satu huruf yang diperbaiki ribosom

L1. Seorang pasien kanker hati tinggal di daerah tropis yang lembap, pernah terinfeksi virus hepatitis B, dan terbiasa menyimpan kacang tanah lama di tempat yang lembap. DNA tumornya menunjukkan basa G pada kodon 249 gen TP53 berubah menjadi T, sedangkan DNA dari sel darahnya normal.

Tafsiran yang paling tepat adalah... [SMA · C4]

- A. transisi akibat metil-sitosin di situs CpG yang kehilangan gugus aminonya
- B. dimer timin akibat sinar UV yang mengenai sel hati melalui kulit perut
- C. mutasi germinal yang diwarisi dari orang tua sehingga ada di semua sel
- D. transversi somatik yang cocok dengan jejak aflatoksin B1 pada basa G

L2. Peneliti memakai CRISPR-Cas9 untuk memutus kedua untai DNA di tengah gen X pada sel saraf, yang sudah tidak membelah dan tidak lagi memfotokopi DNA-nya. Peneliti tidak memberikan cetakan DNA apa pun. Hasil yang paling mungkin adalah... [SMA · C3]

- A. sel menyalin urutan yang benar dari kromatid saudara, sehingga gen X kembali utuh tanpa salah
- B. Ku memegang ujung dan ligase IV menyambungkannya; satu-dua huruf sering hilang atau bertambah, merusak gen X
- C. DNA dibiarkan putus, karena penyambungan ujung (NHEJ) hanya dapat bekerja pada fase S dan G2
- D. gen X diperbaiki tim eksisi basa, karena Cas9 hanya merusak satu basa di tempat yang dipilih

L3. Empat jenis kerusakan ditemukan pada DNA sebuah sel:

- (1) urasil muncul di DNA karena sitosin kehilangan gugus aminonya
- (2) gugus metil menempel pada basa G akibat zat kimia
- (3) G berhadapan dengan T pada untai yang baru selesai difotokopi
- (4) dua basa T bersebelahan saling lengket akibat sinar UV

Pasangan tim perbaikan yang paling tepat untuk (1)–(4) secara berurutan adalah... [SMA · C3]

- A. eksisi nukleotida – salah pasang – eksisi basa – penyambungan ujung (NHEJ)
- B. salah pasang – eksisi basa – eksisi nukleotida – rekombinasi homolog
- C. eksisi basa – pembalikan langsung (MGMT) – salah pasang – eksisi nukleotida
- D. eksisi basa – eksisi nukleotida – pembalikan langsung (MGMT) – salah pasang

L4. Misalkan DNA polimerase memasang 1 basa salah setiap 10.000 basa. Pembacaan ulang oleh polimerase memperkecil kesalahan itu 100 kali, lalu perbaikan salah pasang memperkecilnya lagi 1.000 kali. Kesalahan akhirnya adalah sekitar 1 basa salah setiap ____ basa. [SMA · C3]

L5. Keluarga Pak Hendra (kisah rekaan): Pak Hendra didiagnosis kanker usus besar pada usia 41 tahun, ayahnya meninggal karena kanker usus besar pada usia 45 tahun, dan adik perempuannya terkena kanker rahim pada usia 39 tahun. Pemeriksaan menunjukkan bahwa Pak Hendra membawa satu salinan gen MLH1 yang rusak di semua sel tubuhnya, sedangkan sel tumornya juga kehilangan salinan MLH1 yang kedua. Tumornya mengandung sangat banyak mutasi, terutama huruf yang tersisip atau hilang di deretan huruf berulang. Analisislah: (a) tim korektor mana yang rusak dan bagaimana tim itu biasanya bekerja; (b) mengapa kanker muncul pada usia muda dan pada beberapa anggota keluarga, padahal setiap sel masih memiliki satu salinan normal sejak lahir; (c) mutasi mana yang germinal dan mana yang somatik; (d) mengapa tumornya mengandung sangat banyak mutasi dan mengapa dokter mempertimbangkan obat penghambat PD-1; serta (e) saran bagi anak-anak Pak Hendra. [SMA · C4]

L6. Sebuah pesan berantai di grup keluarga berbunyi: “(1) Mutasi selalu berbahaya dan tidak pernah ada gunanya. (2) Tubuh yang sehat tidak pernah membuat mutasi dengan sengaja. (3) Makan jagung atau kedelai hasil rekayasa genetik akan memasukkan gen asing ke DNA kita. (4) DNA kita toh rusak puluhan ribu kali sehari, jadi percuma menjaga diri; kanker hanya soal nasib.” Evaluasilah keempat pernyataan itu dengan bukti dari Bab 37, akui bagian yang ada benarnya, lalu tuliskan saran yang tepat untuk menjaga “perpustakaan” DNA. [SMA · C5]

- L7. Gen HBB terdiri atas tiga ekson; sambungan ekson 2–ekson 3, yaitu sambungan ekson-ekson terakhir, terletak di antara kodon 104 dan 105. Lab maya Bab 37.3 memberi hasil berikut.
- Kodon 17 AAG→TAG: STOP, protein 16 asam amino; mRNA biasanya dihancurkan sehingga globin beta hampir tidak terbentuk
 - Kodon 121 GAA→TAA (buatan sendiri): STOP, protein 120 asam amino; mRNA lolos dan globin pendek yang tidak stabil terbentuk
- Secara klinis, pembawa satu salinan mutasi kodon 17 umumnya hanya bertanda talasemia minor, sedangkan pembawa satu salinan mutasi STOP di ekson 3 dapat mengalami anemia hemolitik yang nyata (talasemia beta dominan). Penjelasan yang paling tepat adalah... [Kuliah · C4]
- A. globin 120 asam amino masih berfungsi hampir normal, sehingga anemia pada pembawa mutasi ekson 3 pasti disebabkan oleh mutasi lain
 - B. *nonsense-mediated decay* hanya mengenali mRNA dengan pergeseran bingkai baca, sehingga kedua mutasi ini sama-sama lolos dan bersifat dominan
 - C. STOP di kodon 17 lolos penghancuran karena terlalu dekat dengan kodon mulai, sedangkan STOP di kodon 121 memicu penghancuran mRNA
 - D. STOP kodon 17 jauh sebelum sambungan ekson-ekson terakhir sehingga memicu NMD (β^0 , resesif); STOP di ekson 3 lolos NMD dan globinnya merusak eritrosit

L8. Dua anak sama-sama sangat peka sinar matahari dan mengalami kanker kulit pada usia muda.

Hasil pemeriksaan fibroblas kulit mereka:

- Anak 1: kemampuan perbaikan eksisi nukleotida (diukur dari sintesis DNA perbaikan setelah penyinaran UV) hanya sekitar 5% dari normal
- Anak 2: perbaikan eksisi nukleotida normal, tetapi replikasi yang melewati dimer siklobutana pirimidin lambat dan protein Pol η tidak terdeteksi
- Tumor kulit kedua anak sama-sama didominasi substitusi C→T dan CC→TT di dipirimidin

Tafsiran yang paling tepat adalah... [Kuliah · C4]

- A. anak 1 menderita XP klasik (defek salah satu gen XPA-XPG) dan anak 2 XP varian (defek POLH); kedua tumor membawa tanda tangan SBS7 akibat UV
- B. anak 2 mengalami defek perbaikan salah pasang karena NER-nya normal; pola C→T dan CC→TT adalah SBS6 sehingga tumornya cocok diobati penghambat PD-1
- C. anak 2 seharusnya tidak berisiko kanker akibat UV karena NER-nya normal; pola C→T pada tumornya berasal dari tanda tangan tembakau SBS4
- D. kedua anak kekurangan fotoliase sehingga dimer tidak dapat dibalik langsung; tanda tangan tumornya adalah SBS3 akibat defisiensi HR

L9. Seorang perempuan berusia 38 tahun dengan kanker ovarium membawa varian patogen germinal BRCA1. Sekuensing tumornya menunjukkan tanda tangan mutasi SBS3 dan banyak delesi yang diapit mikrohologi. Setelah kemoterapi berbasis platina, ia mendapat penghambat PARP sebagai terapi pemeliharaan dan tumornya mengecil. Dua tahun kemudian tumor tumbuh lagi; biopsi menunjukkan sebagian sel tumor kehilangan 53BP1, sedangkan sel tumor lain membawa mutasi baru di BRCA1 yang memulihkan bingkai bacanya. Evaluasilah: (a) bagaimana sel mengenali dan menyinyalkan putus dua untai dan garpu replikasi yang macet (ATM dan ATR); (b) mengapa tumor ini menunjukkan SBS3 dan delesi bermikrohologi; (c) mengapa penghambat PARP mematikan sel tumor tetapi relatif aman bagi sel normal pasien; (d) bagaimana kedua temuan biopsi menjelaskan resistansi; serta (e) strategi lanjutan yang masuk akal beserta keterbatasannya.

[Kuliah · C5]

20. Jónsson dkk. (2017) membaca genom ribuan trio (ayah, ibu, anak) di Islandia. Rata-rata bayi membawa sekitar 60–70 mutasi de novo (laju $\pm 1,2 \times 10^{-8}$ per basa per generasi). Jumlah mutasi de novo yang berasal dari ayah bertambah sekitar 1,51 per tahun usia ayah, sedangkan yang berasal dari ibu bertambah sekitar 0,37 per tahun usia ibu. (a) Hitunglah selisih perkiraan jumlah mutasi de novo antara anak dari ayah berusia 40 tahun dan ibu berusia 30 tahun dengan anak dari ayah dan ibu yang sama-sama berusia 25 tahun. (b) Jelaskan mengapa efek usia ayah jauh lebih besar daripada efek usia ibu. (c) Rancanglah penelitian trio serupa di Indonesia untuk menguji apakah pola ini juga berlaku: uraikan peserta, cara membedakan mutasi de novo sejati dari galat sekuensing dan mosaikisme, analisis, serta etikanya. (d) Nilailah pernyataan “Ayah yang berusia 40 tahun pasti akan memiliki anak dengan penyakit genetik.” [Kuliah · C6]
