

BIOLOG

- Rangkuman Materi
- Contoh Soal dan Pembahasan

BAB 1 RUANG LINGKUP BIOLOGI

BAB 2 VIRUS DAN BAKTERI

BAB 3 PROTISTA DAN FUNGI

BAB 4 KEANEKARAGAMAN HAYATI

BAB 5 KINGDOM PLANTAE

BAB 6 KINGDOM ANIMALIA

BAB 7 EKOSISTEM DAN LINGKUNGAN

BAB 8 SEL DAN JARINGAN

BAB 9 SISTEM GERAK

BAB 10 SISTEM PEREDARAN DARAH

BAB 11 SISTEM PENCERNAAN

BAB 12 SISTEM PERNAPASAN

BAB 13 SISTEM ESKRESI

BAB 14 SISTEM REGULASI

BAB 15 SISTEM REPRODUKSI

BAB 16 SISTEM PERTAHANAN TUBUH

BAB 17 PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TUMBUHAN

BAB 18 METABOLISME

BAB 19 SUBSTANSI MATERI GENETIK

BAB 20 PEMBELAHAN SEL

BAB 21 POLA HEREDITAS

BAB 22 MUTASI

BAB 23 EVOLUSI

BAB 24 BIOTEKNOLOGI





- BAB 1 -

Ruang Lingkup Biologi

Rangkuman Materi

Ruang lingkup Biologi mencakup berbagai jenis makhluk hidup dan makhluk yang pernah hidup di bumi pada masa lampau. Ilmu Biologi mempelajari seluruh makhluk hidup, baik makhluk hidup uniseluler maupun multiseluler.

A. Hakikat Biologi sebagai Sains

Biologi berasal dari bahasa Yunani yaitu *bios* yang berarti hidup dan *logos* yang berarti ilmu. Jadi, biologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang makhluk hidup.

1. Objek Kajian Biologi

Objek kajian Biologi diklasifikasikan menjadi lima kingdom, yaitu Monera (*Eubacteria* dan *Archaeabacteria*), Protista, Fungi, Plantae, dan Animalia.

Objek kajian Biologi berupa tingkat organisasi makhluk hidup, dari yang paling sederhana hingga paling kompleks. Tingkatan tersebut sebagai berikut.

- a. Tingkat molekul: molekul merupakan partikel penyusun sel makhluk hidup yang paling sederhana.
- b. Tingkat sel: sel merupakan unit kehidupan terkecil dari makhluk hidup.
- c. Tingkat jaringan: jaringan merupakan sekumpulan sel yang memiliki bentuk dan fungsi sama.
- d. Tingkat organ: organ merupakan kumpulan berbagai jaringan yang menjalankan suatu fungsi tertentu dalam tubuh makhluk hidup.
- e. Tingkat sistem organ: sistem organ merupakan kumpulan berbagai organ yang saling bekerja sama menjalankan fungsi tertentu dalam tubuh makhluk hidup.
- f. Tingkat individu: individu merupakan organisme tunggal yang memiliki berbagai sistem organ di dalam tubuhnya.
- g. Tingkat populasi: populasi merupakan kumpulan individu sejenis yang menempati suatu tempat tertentu pada waktu yang sama.
- h. Tingkat komunitas: komunitas merupakan kumpulan berbagai populasi yang saling berinteraksi satu sama lain dalam suatu area yang sama.
- i. Tingkat ekosistem: ekosistem merupakan bentuk organisasi kehidupan hasil interaksi antarmakhluk hidup penyusun komunitas dengan lingkungannya.
- j. Tingkat bioma: bioma merupakan daratan yang luas dan memiliki iklim, tanah, tumbuhan, dan hewan yang sama.
- k. Tingkat biosfer: biosfer merupakan tingkat organisasi kehidupan yang paling kompleks karena terdiri atas berbagai macam ekosistem yang ada di seluruh dunia.

2. Cabang-Cabang Ilmu Biologi

Beberapa cabang ilmu Biologi dengan objek kajiannya sebagai berikut.

- a. Anatomi: mempelajari struktur dalam tubuh makhluk hidup.
- b. Botani: mempelajari tumbuhan dan kehidupannya.
- c. Ekologi: mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya.
- d. Embriologi: mempelajari tahapan perkembangan makhluk hidup dari zigot hingga menjadi organisme.
- e. Evolusi: mempelajari sejarah perkembangan kehidupan makhluk hidup masa lampau hingga sekarang.
- f. Fisiologi: mempelajari proses dan kegiatan di dalam tubuh makhluk hidup.
- g. Genetika: mempelajari pewarisan sifat pada makhluk hidup.
- h. Mikrobiologi: mempelajari mikroorganisme dan kehidupannya.
- i. Taksonomi: mempelajari pengelompokan makhluk hidup ke dalam tingkatan-tingkatan tertentu.
- j. Zoologi: mempelajari hewan dan kehidupannya.

3. Peran Biologi Bagi Kehidupan

Biologi telah dimanfaatkan untuk menghasilkan produk-produk yang bermanfaat bagi manusia, di antaranya di bidang industri makanan, di bidang kesehatan, serta di bidang pertanian dan peternakan. Di bidang industri makanan, biologi dimanfaatkan untuk menghasilkan produk-produk bahan dasar olahan makanan seperti roti, kecap, tapai, keju, dan minuman fermentasi. Di bidang kesehatan, biologi dimanfaatkan untuk menghasilkan berbagai produk obat-obatan dan vaksin. Di bidang pertanian dan peternakan, biologi dimanfaatkan untuk memproduksi bibit tanaman dan hewan peternakan yang berkualitas melalui unggul.

B. Metode Ilmiah

Metode tertentu untuk menemukan jawaban dari suatu pertanyaan dinamakan metode ilmiah. Adapun hasil jawaban ditulis dalam metode tertentu yang dinamakan laporan ilmiah.

1. Metode Ilmiah

Metode ilmiah adalah suatu kegiatan penelitian objektif untuk menemukan, mengembangkan, dan menguji suatu ilmu pengetahuan. Metode ini menerapkan langkah-langkah yang sistematis, teratur, dan terkontrol. Pelaksanaan metode ilmiah meliputi tujuh tahapan berikut ini.

- a. Pemilihan masalah
- b. Perumusan masalah
- c. Pengumpulan keterangan
- d. Penyusunan hipotesis
- e. Pengujian hipotesis
- f. Pengolahan data
- g. Pengambilan kesimpulan

2. Sikap Ilmiah

Dalam melakukan langkah-langkah untuk melaksanakan metode ilmiah, seorang peneliti harus menerapkan sikap ilmiah. Sikap ilmiah tersebut sebagai berikut.

- a. Mampu membedakan opini dan fakta

- b. Memiliki rasa ingin tahu
- c. Peduli lingkungan
- d. Jujur terhadap fakta
- e. Terbuka dan fleksibel
- f. Berani mencoba
- g. Berpendapat secara ilmiah dan kritis
- h. Bekerja sama
- i. Ulet dan gigih
- j. Bertanggung jawab

3. Laporan Ilmiah

Hasil penelitian dikomunikasikan dalam bentuk laporan, makalah, maupun jurnal. Penulisan hasil penelitian harus mempunyai unsur-unsur berikut ini.

- a. Judul laporan
- b. Prakata
- c. Daftar isi
- d. Pendahuluan
- e. Tinjauan pustaka
- f. Metode penelitian
- g. Hasil dan pembahasan
- h. Kesimpulan
- i. Lampiran

C. Prosedur Keselamatan Kerja di Laboratorium

1. Mengenal Alat-alat Laboratorium

Beberapa jenis alat laboratorium yaitu tabung reaksi, cawan petri, pipet tetes, lampu bunsen, dan termometer.

2. Mengenal Bahan-Bahan Laboratorium

a. Bahan Kimia

Beberapa jenis bahan kimia cukup berbahaya dan beberapa di antaranya dapat menimbulkan iritasi bila terkena kulit.

b. Bahan Biologi di Laboratorium

Bahan biologi yang digunakan sebagai objek penelitian di laboratorium adalah makhluk hidup meliputi hewan, tumbuhan, Protista, bakteri, maupun virus.

3. Mengenal Prosedur Kerja di Laboratorium

Untuk meminimalisir kecelakaan saat bekerja di laboratorium, para pekerja laboratorium harus mengetahui sumber-sumber bahaya, simbol tanda bahaya, teknik penggunaan alat-alat laboratorium, dan teknik penggunaan peralatan keselamatan kerja. Laboratorium yang baik juga harus mempunyai peralatan keselamatan kerja yang disesuaikan dengan kebutuhan laboratorium tersebut. Beberapa peralatan keselamatan kerja di laboratorium sebagai berikut.

- a. Jas laboratorium
- b. Sarung tangan
- c. Masker
- d. Alat pencuci atau keran air
- e. Alat pemadam kebakaran
- f. Tanda peringatan keselamatan

Soal dan Pembahasan

- 1.** Ciri berikut yang menentukan bahwa suatu benda termasuk makhluk hidup adalah
- memiliki bahan genetik
 - mampu pindah tempat
 - memiliki mitokondria
 - mampu bereaksi
 - memiliki bentuk
- (UM UGM 2008)
- Pembahasan CERDAS:**
Ciri-ciri makhluk hidup sebagai berikut.
- memiliki bahan genetik (DNA dan RNA).
 - Dapat melakukan reproduksi.
 - Dapat tumbuh dan berkembang.
 - Dapat bernapas dan melakukan metabolisme.
- Benda tak hidup juga dapat bergerak, mampu bereaksi, dan berpindah tempat. Adapun mitokondria hanya dimiliki oleh makhluk hidup tingkat tinggi.
- Jawaban: A**
- 2.** Pengetahuan yang khusus mempelajari segala proses atau kegiatan yang berlangsung dalam tubuh adalah
- morfologi
 - reproduksi
 - fisiologi
 - anatomi
 - metabolisme
- (SNMPTN 2008)
- Pembahasan CERDAS:**
Cabang ilmu Biologi yang mempelajari segala proses atau kegiatan yang berlangsung dalam tubuh adalah Fisiologi. Morfologi adalah cabang ilmu Biologi yang mempelajari bentuk luar makhluk hidup. Reproduksi mengkaji tentang proses perkembangbiakan pada makhluk hidup. Metabolisme mengkaji tentang proses pertukaran zat organik dan anorganik dalam tubuh makhluk hidup. Anatomi adalah cabang ilmu Biologi yang mempelajari struktur bagian dalam tubuh makhluk hidup.
- Jawaban: C**
- 3.** Urutan pemecahan masalah Biologi dimulai dari
- penyajian hipotesis
 - merumuskan hukum
 - melakukan percobaan
 - penetapan masalah
 - pengumpulan masalah
- (SNMPTN 2008)
- Pembahasan CERDAS:**
Urutan pemecahan masalah Biologi menurut metode ilmiah sebagai berikut.
- Penetapan masalah
 - Observasi dan pengumpulan data
 - Penyajian hipotesis
 - Melakukan percobaan
 - Pengambilan kesimpulan
 - Merumuskan hukum
- Jawaban: D**
- 4.** Pengertian Biologi yang paling tepat dijabarkan sebagai berikut
- Biologi adalah ilmu yang menjelaskan arti keseimbangan alam.
 - Biologi adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara produsen dan konsumen.
 - Biologi adalah ilmu yang mempelajari semua makhluk hidup yang sekarang ini.
 - Biologi adalah ilmu yang mempelajari semua makhluk yang hidup di masa kini dan lampau.
 - Biologi adalah ilmu yang mempelajari jaringan kehidupan di muka bumi.
- (UMB-SPMB 2008/SIP.84)

Pembahasan CERDAS:

Biologi berasal dari bahasa Yunani yaitu *bios* yang berarti hidup dan *logos* yang berarti ilmu. Jadi, Biologi adalah ilmu yang mempelajari semua makhluk hidup, baik yang hidup di masa kini maupun di masa lampau.

-----**Jawaban: D**

5. Entomologi merupakan salah satu cabang ilmu Biologi.

SEBAB

Entomologi mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya.

(Prediksi Penulis)

Pembahasan CERDAS:

Entomologi merupakan salah satu cabang ilmu Biologi yang mempelajari serangga beserta peranannya dalam kehidupan. Sementara itu, salah satu cabang ilmu Biologi yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya adalah Ekologi. Di dalam ilmu Ekologi juga dipelajari berbagai jenis ekosistem, komponen-komponen ekosistem, dan aliran energi dalam ekosistem. Dengan demikian, pernyataan benar, alasan salah.

-----**Jawaban: C**

6. Pernyataan-pernyataan berikut ini merupakan contoh peran Biologi dalam kehidupan.

- (1) Penemuan antibiotik yang dihasilkan oleh mikroorganisme.
- (2) Pembuatan bibit unggul dari berbagai jenis tanaman.
- (3) Pemberantasan hama serangga secara biologis.
- (4) Pembuatan pupuk kompos dari sisa sayuran.

(Prediksi Penulis)

Pembahasan CERDAS:

Contoh peranan biologi bagi kehidupan manusia di antaranya penemuan anti-

biotik yang dihasilkan oleh mikroorganisme dalam bidang kedokteran dan kesehatan, pembuatan bibit unggul dari berbagai jenis tanaman, pemberantasan hama serangga secara biologis, serta pembuatan pupuk kompos dari sisa sayuran di bidang pertanian. Jadi, semua jawaban benar.

-----**Jawaban: E**

7. Bioteknologi muncul setelah James Watson dan Francis Crick menemukan struktur DNA.

SEBAB

Bioteknologi adalah ilmu yang mendasarkan diri pada teknik rekayasa genetika.

(UM UGM 2009)

Pembahasan CERDAS:

James Watson dan Francis Crick merupakan ilmuwan yang berhasil membuat model struktur DNA. Akan tetapi, ilmu Bioteknologi telah muncul sebelum itu. Bioteknologi adalah ilmu yang mendasarkan diri pada teknik rekayasa genetika. Dengan demikian, pernyataan salah, alasan benar.

-----**Jawaban: D**

8. Biologi berhubungan erat dengan ilmu fisika dan ilmu kimia.

SEBAB

Biologi mempelajari pertukaran, perubahan materi, dan energi pada setiap organisme.

(Prediksi Penulis)

Pembahasan CERDAS:

Ilmu biologi tidak bisa terlepas dari ilmu dasar lainnya seperti fisika dan kimia. Ilmu biologi, fisika, dan kimia sangat berhubungan erat dalam mempelajari pertukaran, perubahan materi, dan energi pada setiap organisme. Dengan demikian, pernyataan benar, alasan benar, dan keduanya saling berhubungan.

-----**Jawaban: A**

9. Kasus Minamata yang pernah terjadi di Jepang merupakan salah satu contoh permasalahan Biologi.

SEBAB

Permasalahan tersebut dapat ditanggulangi dengan memanfaatkan cabang ilmu Biologi.

(Prediksi Penulis)

Pembahasan CERDAS:

Kasus Minamata merupakan kasus pencemaran methyl merkuri yang terjadi di pusat penangkapan ikan di Teluk Minamata, Jepang. Masalah ini dapat ditanggulangi dengan memanfaatan cabang ilmu biologi yaitu Limnologi (tentang kualitas danau) dan Toksikologi (pencemaran Lingkungan). Dengan demikian, pernyataan benar, alasan benar, namun tidak menunjukkan hubungan sebab-akibat.

-----**Jawaban: B**

10. Objek kajian biologi berikut yang dapat dipelajari menggunakan cabang ilmu Ekologi adalah

- (1) Transplantasi organ hati.
- (2) Rantai makanan di ekosistem sungai.
- (3) Penurunan sifat orang tua ke anak.
- (4) Hubungan antara populasi keong dengan lingkungannya.

Pembahasan CERDAS:

Transplantasi organ hati dipelajari menggunakan cabang ilmu Organologi. Rantai makanan di ekosistem sungai dan hubungan antara populasi keong dengan lingkungannya dipelajari menggunakan cabang ilmu Ekologi. Penurunan sifat orang tua ke anak dipelajari menggunakan cabang ilmu Genetika. Jadi, jawaban yang benar terdapat pada nomor (2) dan (4).

-----**Jawaban: C**





- BAB 2 -

Virus dan Bakteri

Rangkuman Materi

Sepintas, virus hampir mirip dengan bakteri. Selain sama-sama berukuran mikroskopis, baik virus maupun bakteri ada yang bersifat menguntungkan dan ada yang bersifat merugikan. Akan tetapi, bakteri merupakan makhluk hidup, sedangkan virus bukan makhluk hidup. Virus dianggap bukan makhluk hidup karena tidak melakukan metabolisme dan sangat tergantung hospesnya untuk tetap hidup dan memperbanyak diri.

A. Ciri-Ciri Virus

Kata virus berasal dari bahasa latin *virion* yang berarti racun.

1. Sifat Virus

Virus hanya dapat memperbanyak diri (replikasi) di dalam sel hidup, memiliki salah satu asam nukleat (DNA atau RNA) dengan selubung protein (kapsid), dan tidak dapat diendapkan dengan sentrifugasi biasa, tetapi dapat dikristalkan.

2. Ukuran dan Bentuk Virus

Ukuran tubuh virus antara 25–300 nanometer ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). Virus dapat diamati menggunakan mikroskop elektron dengan perbesaran mencapai 50.000 kali.

3. Struktur Virus

Tubuh virus terbagi menjadi tiga bagian berikut.

- Kepala berbentuk polihedral (segi banyak) yang berisi asam nukleat berupa DNA atau RNA. Pada bagian kepala virus diselubungi protein yang disebut kapsid.
- Leher sebagai penghubung antara bagian kepala dan ekor.
- Ekor berfungsi untuk melekatkan diri dan menginfeksi sel inang yang diserang virus. Bagian ini memiliki struktur tambahan berupa selubung ekor, lempengan dasar, dan serabut ekor. Pada setiap ujung serabut ekor terdapat reseptor yang berfungsi menerima rangsang dari luar.

B. Peranan Virus dalam Kehidupan

1. Virus yang Merugikan

Beberapa penyakit yang disebabkan oleh virus sebagai berikut.

- Influenza (flu) pada manusia. Penyakit ini disebabkan oleh *Orthomyxovirus* dan menyerang saluran pernapasan manusia.
- AIDS (*Acquired Immuno Deficiency Syndrome*) pada manusia. Penyakit ini disebabkan oleh virus HIV (*Human Immunodeficiency Virus*) dan menyerang sel darah putih manusia (sistem kekebalan tubuh).

- c. Flu burung pada unggas. Penyakit ini disebabkan oleh virus H5N1 (*Avian Influenza*) dan menyerang saluran pernapasan unggas. Virus ini juga diketahui dapat ditularkan kepada manusia.
 - d. Tetelo pada unggas. Penyakit ini disebabkan oleh virus NCD (*New Castle Disease*).
 - e. Mosaik pada tembakau. Penyakit ini disebabkan oleh virus TMV (*Tobacco Mozaic Virus*) dan menyebakan daun tembakau mengalami bercak-bercak kuning.
2. **Virus yang Menguntungkan**
- Contoh virus yang bersifat menguntungkan sebagai berikut.
- a. Virus yang digunakan untuk memproduksi vaksin.
 - b. Virus yang digunakan untuk memproduksi interferon.
 - c. Virus yang digunakan untuk memproduksi profage.

C. Ciri-Ciri Bakteri (*Archaeabacteria* dan *Eubacteria*)

Dalam sistem klasifikasi lima kingdom, *Archaeabacteria (Archae)* dan *Eubacteria (Bacteria)* merupakan dua filum yang dimasukkan ke dalam kingdom Monera (bakteri). Pada sistem klasifikasi enam kingdom, *Archaeabacteria* dan *Eubacteria* diangkat menjadi dua kingdom tersendiri. Bakteri merupakan organisme prokariotik, bersifat uniseluler, mikroskopis, dan nukleusnya hanya berupa satu molekul DNA tanpa membran. Bakteri memiliki struktur tubuh yang tersusun dari lapisan lendir, dinding sel, sitoplasma, membran plasma, ribosom, dan kromosom. Bakteri berkembang biak dengan tiga cara yaitu fragmentasi, pembelahan biner, atau pembentukan tunas.

D. Klasifikasi Archaeabacteria dan Eubacteria serta Peranannya dalam Kehidupan

Seperti yang telah diketahui, pada sistem klasifikasi enam kingdom, *Archaeabacteria* dan *Eubacteria* diangkat menjadi dua kingdom tersendiri.

1. **Klasifikasi Archaeabacteria**
Archaeabacteria dikelompokkan menjadi tiga yaitu Methanogen, Thermoacidofil, dan Halofil ekstrem.
2. **Klasifikasi Eubacteria**
Eubacteria dikelompokkan menjadi empat yaitu *Cyanobacteria*, *Spirochaeta*, bakteri kemoautotrof, dan bakteri penambat nitrogen.
3. **Bakteri yang Menguntungkan**
Contoh bakteri yang bersifat menguntungkan sebagai berikut.
 - a. *Rhizobium leguminosarum*, berperan dalam pengikatan nitrogen bebas di udara.
 - b. *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, dan *Nitrobacter*, membantu proses pembentukan senyawa nitrat dalam tanah.
 - c. *Lactobacillus bulgaricus*, berperan dalam pembuatan yoghurt.
 - d. *Acetobacter xylinum*, berperan dalam pembuatan *nata de coco*.
 - e. *Escherichia coli*, membantu pembusukan makanan di usus besar manusia.
4. **Bakteri yang Merugikan**
Contoh bakteri yang bersifat merugikan sebagai berikut.
 - a. *Mycobacterium tuberculosis*, menyebabkan penyakit TBC pada manusia.
 - b. *Treponema pallidum*, menyebabkan penyakit sifilis pada manusia.
 - c. *Salmonella typhi*, menyebabkan penyakit tifoid.
 - d. *Rickettsia*, menyebabkan penyakit tifus.
 - e. *Bacillus anthracis*, menyebabkan penyakit antraks pada sapi.

Soal dan Pembahasan

1. Berikut ini adalah pasangan yang benar antara mikroorganisme prokariotik dan perannya dalam kehidupan manusia, *kecuali*
- A. *Clostridium botulinum*- penghasil toksin
 - B. *Lactobacillus bulgaricus*- sebagai probiotik
 - C. *Streptomyces coelicolor*- penghasil antibiotik
 - D. *Candida albicans*- penyebab keputihan pada wanita
 - E. *Pseudomonas aeruginosa*- pendergradasi limbah organik
- (SBMPTN 2015/504)

Pembahasan CERDAS:

Mikroorganisme prokariotik merupakan organisme yang tidak memiliki membran inti. Contoh mikroorganisme prokariotik adalah bakteri, misalnya *Clostridium botulinum*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptomyces coelicolor*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. Adapun *Candida albicans* merupakan jamur. Jamur termasuk mikroorganisme eukariotik (memiliki membran inti).

Jawaban: D

2. Berikut ini yang *bukan* merupakan cara perkembangbiakan bakteri adalah
- A. pembelahan diri
 - B. pertunasan
 - C. pembentukan spora
 - D. aseksual
 - E. paraseksual
- (SNMPTN 2012/733)

Pembahasan CERDAS:

Bakteri dapat berkembang biak melalui dua cara yaitu seksual dan aseksual. Perkembangbiakan secara seksual dilakukan dengan paraseksual atau rekombinasi genetik, sedangkan perkembangbiakan secara aseksual dilakukan de-

ngan pembelahan biner atau membela diri. Bakteri tidak membentuk spora.

Jawaban: C

3. Mikroorganisme penghasil antibiotik adalah
- (1) *Penicillium notatum*
 - (2) *Bacillus polymyxa*
 - (3) *Streptomyces griseus*
 - (4) *Pseudomonas fluorescens*
- (SNMPTN 2012/734)

Pembahasan CERDAS:

Penicillium notatum menghasilkan antibiotik penisilin. *Streptomyces griseus* berperan dalam pembuatan antibiotik streptomisin. *Bacillus polymyxa* menghasilkan antibiotik polymyxa. Adapun *Pseudomonas fluorescens* dimanfaatkan sebagai pupuk hayati. Dengan demikian, pernyataan yang benar terdapat pada nomor (1), (2), dan (3).

Jawaban: A

4. Bakteri dan virus merupakan organisme yang tergolong dalam kelompok Mone-ra.

SEBAB

Bakteri dan virus terdiri dari satu sel.
(UM UGM 2006)

Pembahasan CERDAS:

Bakteri merupakan organisme yang dapat dikelompokkan dalam kelompok Monera, sedangkan virus bukanlah makhluk hidup. Bakteri termasuk organisme monoseluler (terdiri atas satu sel), sedangkan virus tidak terdiri atas sel karena bukan makhluk hidup. Jadi, pernyataan dan alasan keduanya salah.

Jawaban: E

- 5.** Karakteristik bakteri metanogen adalah
- (1) Aerob
 - (2) Mengurai gas metan
 - (3) Dapat memanfaatkan CH₄
 - (4) Mampu mereduksi CO₂
- (SNMPTN 2012/732)
- 7.** Virus tidak dapat bereproduksi sendiri. Guna melakukan perkembangbiakannya, virus harus melakukan berbagai tahap yaitu
- (1) Adsorbsi virus pada sel inang.
 - (2) Injeksi (memasukan asam inti).
 - (3) Sintesis dan perakitan.
 - (4) Lisis.

(UM UNDIP 2009)

Pembahasan CERDAS:

Bakteri metanogen bersifat obligat anaerobik (tidak dapat hidup apabila ada oksigen) dan kemosintetik. Habitatnya di rawa-rawa dan daerah yang miskin oksigen. Bakteri metanogen juga ditemukan di tempat pengolahan limbah dan di sekitar kawah gunung berapi. Bakteri metanogen hidup sebagai pengurai. Bakteri jenis ini memperoleh makanan dengan cara menguraikan sisasisa tumbuhan yang mati (mereduksi CO₂). Proses penguraian atau pembusukan tersebut menghasilkan metana. Jadi, pernyataan yang benar hanya terdapat pada nomor (4).

Jawaban: D

- 6.** Sifat apa yang dimiliki oleh kelompok Eubacteria?
- (1) Reproduksi dengan pembelahan biner.
 - (2) Dinding sel mengandung peptidoglikan.
 - (3) Prokaryot uniseluler.
 - (4) Memiliki organel sel.
- (SNMPTN 2011/591)

Pembahasan CERDAS:

Ciri umum *Eubacteria* di antaranya berukuran kecil sehingga sering disebut mikroorganisme, mempunyai dinding sel yang mengandung peptidoglikan, bersifat uniseluler (terdiri atas satu sel) dan prokariotik (tidak mempunyai membran inti), memiliki organel sel, serta dapat bereproduksi dengan pembelahan biner. Jadi, semua pernyataan benar.

Jawaban: E

- 7.** Virus tidak dapat bereproduksi sendiri. Guna melakukan perkembangbiakannya, virus harus melakukan berbagai tahap yaitu
- (1) Adsorbsi virus pada sel inang.
 - (2) Injeksi (memasukan asam inti).
 - (3) Sintesis dan perakitan.
 - (4) Lisis.

(UM UNDIP 2009)

Pembahasan CERDAS:

Replikasi virus merupakan proses reproduksi pada virus. Tahap replikasi virus sebagai berikut.

- 1) Adsorbsi, yaitu melekatnya ekor virus pada dinding sel inang.
- 2) Penetrasi, yaitu ujung serabut ekor virus masuk dan menyatu dengan sel inang.
- 3) Eklifase, yaitu virus mengambil alih perlengkapan metabolism sel inang.
- 4) Pembentukan, yaitu pembentukan bagian-bagian tubuh virus baru.
- 5) Perakitan, yaitu bagian-bagian tubuh virus yang telah terbentuk selanjutnya akan membentuk tubuh virus yang lengkap.
- 6) Lisis, yaitu pecahnya sel inang yang mengeluarkan virus-virus baru yang akan menginfeksi inang lain dan memulai kembali daur litik.

Jadi, semua pilihan benar.

Jawaban: E

- 8.** Nitrifikasi adalah proses dalam tanah yang dikerjakan oleh bakteri yang merupakan
- A. pembentuk asama amino
 - B. oksidasi amonia menjadi nitrat
 - C. reduksi nitrat menjadi gas nitrogen
 - D. pemecahan protein menjadi ammonium
 - E. pembentukan ammonium dari nitrit
- (UM UGM 2006)

Pembahasan CERDAS:

Bakteri nitrifikasi merupakan kelompok bakteri yang mampu menyusun senya-

wa nitrit dan nitrat dari senyawa amonia yang pada umumnya berlangsung secara aerob di dalam tanah. Bakteri nitrit yang mengubah amonia menjadi nitrit misalnya *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus*, sedangkan bakteri nitrat yang mengubah nitrit menjadi nitrat misalnya *Nitrobacter*.

-----**Jawaban: B**

9. Bakteri dapat hidup pada berbagai habitat. Jika keadaan lingkungan tidak sesuai, maka bakteri akan membentuk
- (1) Selaput lendir
 - (2) kapsit
 - (3) endospora
 - (4) flagella

(UMPTN 2000)

Pembahasan CERDAS:

Jika keadaan lingkungan tidak sesuai, bakteri akan membentuk selaput lendir dan endospora. Selaput lendir tersusun

dari glikoprotein dan dapat melindungi tubuh bakteri dari kekeringan. Sementara itu, endospora dapat melindungi tubuh bakteri dari suhu lingkungan yang terlalu tinggi

-----**Jawaban: B**

10. Berikut ini bagian yang dapat ditemukan pada virus adalah

- (1) DNA
- (2) Selubung protein
- (3) RNA
- (4) Mitokondria

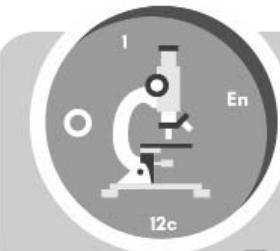
(SPMB 2007)

Pembahasan CERDAS:

Virus hanya tersusun dari satu jenis asam nukleat yaitu DNA atau RNA saja, dengan selubung protein (kapsid) serta tidak mempunyai sitoplasma dan organel (misal mitokondria). Jadi, bagian yang dapat ditemukan pada virus terdapat pada nomor (1), (2), dan (3).

-----**Jawaban: A**

Visi
Mandiri



- BAB 3 -

Protista dan Fungi

Rangkuman Materi

A. Ciri-Ciri, Klasifikasi, dan Peranan Protista

Protista merupakan organisme eukariotik yang tidak dapat dimasukkan ke dalam kelompok jamur (Fungi), tumbuhan (Plantae), maupun hewan (Animalia).

1. Klasifikasi Protista

Protista dibagi menjadi tiga kelompok berikut.

a. Algae (Protista mirip tumbuhan)

Algae mempunyai klorofil, dapat melakukan fotosintesis, bersifat uniseluler, namun ada juga yang bersifat multiseluler. Reproduksi aseksual pada *algae* terjadi dengan cara pembelahan biner, fragmentasi, dan pembentukan spora. Sementara itu, reproduksi seksual pada *Algae* terjadi dengan penyatuan dua gamet yang menghasilkan zigot yang akan tumbuh menjadi individu baru. *Algae* dapat dibedakan menjadi tujuh filum yaitu *Dinoflagellata*, *Euglenophyta*, *Bacillariophyta*, *Chrysophyta*, *Chlorophyta*, *Rhodophyta*, dan *Phaeophyta*.

b. Protozoa (Protista mirip hewan)

Protozoa berasal dari bahasa Yunani, yaitu *protos* (pertama) dan *zoon* (hewan), sehingga Protozoa dapat diartikan sebagai hewan permulaan atau awal. Protista bersifat heterotrof, dapat bergerak aktif, dan tubuhnya belum terdiferensiasi secara jelas. Protozoa melakukan reproduksi aseksual dengan cara pembelahan biner dan melakukan reproduksi seksual dengan cara konjugasi. Dalam kondisi yang tidak menguntungkan, beberapa Protozoa membentuk sel tidak aktif yang disebut kista. Setelah lingkungan membaik, dinding kista pecah dan Protozoa dapat hidup secara normal. Protozoa dapat dibedakan menjadi enam filum yaitu *Rhizopoda*, *Actinopoda*, *Zooflagellata*, *Foraminifera*, *Ciliata*, dan *Sporozoa*.

c. Jamur Lendir dan Jamur Air (Protista mirip jamur)

Jamur lendir dan jamur air disebut sebagai Protista mirip jamur karena mempunyai kenampakan dan tipe hidup yang menyerupai jamur sejati (Fungi). Struktur tubuhnya berbentuk filamen/lembaran, bersifat heterotrof, dan hidup di lingkungan yang lembap. Kelompok Protista ini dibedakan menjadi tiga filum yaitu *Myxomycota*, *Oomycota*, dan *Acrasiomycota*.

2. Peranan Protista

Beberapa peranan Protista sebagai berikut.

a. Algae

Algae memiliki peran sebagai berikut.

- 1) *Gelidium*, digunakan sebagai bahan pembuat agar-agar.

- 2) *Laminaria*, digunakan sebagai bahan pembuat gel dan kosmetik.
 - 3) *Chlorella*, dimanfaatkan sebagai bahan makanan tambahan (berprotein tinggi).
- b. **Protozoa**
- Protozoa memiliki peran sebagai berikut.
- 1) Protozoa, umum sebagai zooplankton yang merupakan konsumen tingkat pertama dalam ekosistem di perairan.
 - 2) Foraminifera, fosilnya dapat digunakan sebagai petunjuk dalam pencarian minyak bumi di lautan.
 - 3) *Plasmodium falcifarum*, menyebabkan penyakit malaria pada manusia.
 - 4) *Toxoplasma gondii*, penyebab penyakit toxoplasmosis pada manusia.
- c. **Jamur Lendir dan Jamur Air**
- Jamur lendir dan jamur air memiliki peran sebagai berikut.
- 1) *Saprolegnia*, hidup parasit pada bangkai ikan dan serangga.
 - 2) *Phytophthora infestan*, menyebabkan penyakit busuk pada kentang.
 - 3) *Phytophthora faberi*, menyebabkan kanker pada batang karet.

B. Ciri-ciri, Klasifikasi, dan Peranan Fungi

Jamur (Fungi) secara sepintas memiliki bentuk yang mirip dengan tumbuhan. Akan tetapi, jamur tidak dapat berfotosintesis karena tidak memiliki klorofil.

1. Klasifikasi Fungi

Fungi dibagi menjadi empat kelompok berikut.

a. **Ascomycotina**

Jamur ini ada yang bersel satu, ada juga yang bersel banyak, memiliki hifa bersekat, berinti banyak, ada yang bersifat saprofit, ada yang bersifat parasit, serta sporanya tidak berflagela.

b. **Basidiomycotina**

Jamur ini bersifat heterotrof, ada yang berukuran mikroskopis, ada pula yang berukuran makroskopis, hifanya bersekat, dan umumnya dapat dikonsumsi.

c. **Deuteromycotina**

Jamur ini hidup secara saprofit dan parasit, hifa bersekat, dan dinding sel terbuat dari zat kitin.

d. **Zygomycotina**

Jamur ini hidup secara saprofit dan parasit, hifanya tumbuh di tempat lembap, hifa tidak bersekat, dinding sel tersusun dari zat kitin, serta ada yang bersimbiosis dengan akar tanaman.

2. Peranan Fungi

Beberapa peranan Fungi sebagai berikut.

a. **Ascomycotina**

Contoh peranan anggota Ascomycotina sebagai berikut.

- 1) *Penicillium vermiculatum*, penghasil antibiotik penisilin.
- 2) *Saccharomyces cerevisiae*, digunakan sebagai ragi roti dan tapai.
- 3) *Neurospora crassa*, dimanfaatkan dalam pembuatan oncom merah.

b. **Basidiomycotina**

Contoh peranan anggota Basidiomycotina sebagai berikut.

- 1) *Volvariella volvacea* (jamur merang)
- 2) *Auricularia polytricha* (jamur kuping)
- 3) *Pleurotus* (jamur tiram).

c. Deuteromycotina

Contoh peranan anggota *Deuteromycotina* sebagai berikut.

- 1) *Aspergillus oryzae*, dimanfaatkan dalam pembuatan alkohol.
- 2) *Aspergillus wentii*, dimanfaatkan dalam pembuatan kecap.

d. Zygomycotina

Contoh peranan Zygomycotina sebagai berikut.

- 1) *Beauveria bassiana*, dimanfaatkan sebagai insektisida alami.
- 2) *Rhizopus oryzae*, dimanfaatkan dalam pembuatan tempe.
- 3) *Mucor hiemalis*, digunakan dalam fermentasi susu kedelai.

Soal dan Pembahasan

- 1.** Berikut merupakan ciri kelas *Phaeophyta*, kecuali
- A. ganggang pirang
 - B. hidup di air tawar
 - C. mengandung pigmen fikosantin
 - D. dinding sel mengandung selulosa dan lignin
 - E. perkembangbiakan dengan pergiliran keturunan

(SNMPTN 2010/528)

- 2.** Tubuh buah pada jamur merang (*Volvariella volvacea*) merupakan tempat pembentukan
- A. konidium
 - B. miselium
 - C. basidium
 - D. askogonium
 - E. anteridium

(UM UGM 2007)

Pembahasan CERDAS:

Jamur merang (*Volvariella volvacea*) mempunyai badan buah yang disebut basidiokarp, yaitu tempat pembentukan basidium. Bentuk basidiokarp bermacam-macam misalnya payung, keping, atau setengah lingkaran. Spora terbentuk dalam basidium.

Jawaban: C

- 3.** Di dalam kelenjar ludah nyamuk *Anopheles* betina, *Plasmodium vivax* berada dalam stadium
- A. gametosit
 - B. ookinet
 - C. sporozoit
 - D. kriptozoit
 - E. merozoit

(SPMB 2007)

Pembahasan CERDAS:

Setelah nyamuk *Anopheles* betina menghisap darah manusia yang menderita malaria, mikrogametosit ber-

Jawaban: B

kembang menjadi mikrogamet (gamet jantan) dan makrogametosit berkembang menjadi makrogamet (gamet betina). Selanjutnya, terjadi fertilisasi antara mikrogamet dan makrogamet di dalam usus nyamuk. Fertilisasi tersebut menghasilkan zigot diploid (ookinet). Ookinet kemudian masuk ke dalam dinding usus nyamuk membentuk kista. Dalam kista tersebut, zigot berkembang menjadi sporozoit. Sporozoit kemudian menuju ke kelenjar ludah nyamuk.

-----**Jawaban: C**

4. Mikroorganisme yang berperan dalam pembuatan tauco adalah
- Aspergillus niger*
 - Aspergillus oryzae*
 - Aspergillus wentii*
 - Aspergillus soyae*
 - Aspergillus flavus*

(UM UGM 2005)

Pembahasan CERDAS:

Aspergillus niger umumnya tumbuh di roti yang basi. *Aspergillus oryzae* digunakan untuk mengempukkan adonan roti. *Aspergillus soyae* digunakan dalam pembuatan kecap. *Aspergillus flavus* menghasilkan aflatoksi yang menyebabkan kanker pada manusia.

-----**Jawaban: C**

5. Pernyataan berikut yang *bukan* karakteristik fungi adalah
- Berdinding sel.
 - Tidak berklorofil.
 - Heterotrofik.
 - Autotrofik.

(SNMPTN 2012/731)

Pembahasan CERDAS:

Secara umum, Fungi memiliki ciri-ciri seperti berikut.

- Organisme eukariotik yang memiliki dinding sel dari zat kitin.
- Tidak mempunyai klorofil sehingga hidupnya bersifat heterotrof. Fungi

memperoleh bahan organik dari lingkungannya, baik dari makhluk hidup lain atau dari sisa makhluk hidup.

- Anggota Fungi ada yang uniseluler dan ada yang multiseluler. Tubuh Fungi multiseluler berupa talus yang tersusun atas hifa yang bercabang-cabang membentuk miselium.
 - Habitatnya di tempat-tempat lembab dengan pH rendah serta bersifat kosmopolitan (mudah hidup di berbagai tempat).
 - Dalam daur hidup Fungi terjadi reproduksi seksual dan aseksual.
- Jadi, jawabannya terdapat pada nomor (4) saja.

-----**Jawaban: D**

6. Mikroorganisme yang membantu proses pembuatan kecap dengan bahan baku kacang kedelai adalah
- Aspergillus sojae*
 - Aspergillus oryzae*
 - Saccharomyces rouxii*
 - Lactobacillus bulgaricus*

(SNMPTN 2012/731)

Pembahasan CERDAS:

Mikroorganisme yang membantu proses pembuatan kecap dengan bahan baku kacang kedelai adalah jamur *Aspergillus sojae*, *Aspergillus oryzae*, dan *Saccharomyces rouxii*. Sementara itu, *Lactobacillus bulgaricus* merupakan bakteri yang digunakan dalam pembuatan yoghurt.

-----**Jawaban: A**

7. Jamur *Ascomycotina* pegasil racun adalah *Aspergillus plavus*.

SEBAB

Jamur *Aspergillus* dapat menghasilkan racun mematikan yang disebut aflatoxin.

(SPMB 2003)

Pembahasan CERDAS:

Jamur Ascomycotina penghasil racun adalah *Aspergillus plavus*. Jamur tersebut menghasilkan racun aflatoksin yang sangat berbahaya bagi manusia. Dengan demikian, pernyataan dan alasan benar serta ada hubungan di antara keduanya.

-----**Jawaban: A**

8. Protozoa penyebab penyakit tidur di Afrika termasuk ke dalam kelas.
A. Sarcodina
B. Sporozoa
C. Ciliata
D. Rhizopoda
E. Flagellata

(SPMB 2004)

Pembahasan CERDAS:

Penyakit tidur disebabkan oleh Protozoa *Trypanosoma gambiense*. Protozoa tersebut termasuk ke dalam kelompok *Zooflagellata/Flagellata*. *Zooflagellata* memiliki ciri utama berupa adanya satu atau beberapa filamen panjang (flagela) yang terdapat di bagian depan sel atau di bagian belakang sel yang berfungsi sebagai alat gerak.

-----**Jawaban: E**

9. Tapai singkong merupakan contoh produk fermentasi yang melibatkan beberapa jenis mikroorganisme. Mikroorganisme yang menghasilkan rasa asam pada tapai singkong adalah
A. *Rhizopus oligosporus*
B. *Saccharomyces cerevisiae*
C. *Penicillium notatum*

D. *Neurospora crassa*

E. *Aspergillus wentii*

(SBMPTN 2014)

Pembahasan CERDAS:

Mikroorganisme yang menghasilkan rasa asam pada tapai singkong adalah *Saccharomyces cerevisiae*. *Rhizopus oligosporus* dimanfaatkan dalam pembutaan tempe. *Penicillium notatum* menghasilkan antibiotik penisilin. *Neurospora crassa* dimanfaatkan dalam pembuatan oncom. *Aspergillus wentii* digunakan dalam pembuatan kecap.

-----**Jawaban: B**

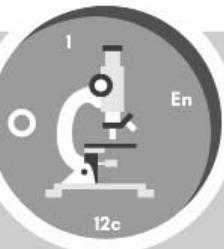
10. Jamur yang dibudidayakan sebagai bahan makanan atau bahan obat adalah
(1) *Volvariella volvacea*
(2) *Ganoderma applanatum*
(3) *Auricularia auricular*
(4) *Agaricus bisporus*

(SNMPTN 2012/ 733)

Pembahasan CERDAS:

Volvariella volvacea (jamur merang) banyak dibudidayakan manusia untuk dikonsumsi. *Ganoderma applanatum* digunakan sebagai obat karena mengandung germanium organik dan polisakarida. *Auricularia auricular* merupakan jamur yang dapat dikonsumsi dan umumnya hidup saprofit pada batang kayu lapuk. *Agaricus bisporus* juga banyak dibudidayakan untuk dikonsumsi. Jadi, semua jawaban benar.

-----**Jawaban: E**



- BAB 4 -

Keanekaragaman Hayati

Rangkuman Materi

Keanekaragaman hayati adalah keanekaragaman makhluk hidup yang menunjukkan seluruh variasi gen, jenis, dan ekosistem di suatu tempat.

A. Tingkat Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati berdasarkan tingkat keragamannya dibagi menjadi tiga tingkat yaitu keanekaragaman gen, keanekaragaman jenis/spesies, dan keanekaragaman ekosistem.

1. Keanekaragaman Gen

Keanekaragaman gen merupakan keanekaragaman individu dalam satu jenis makhluk hidup. Keanekaragaman gen dapat mengakibatkan variasi antarindividu sejenis, misal keanekaragaman gen pada manusia. Keanekaragaman gen pada manusia dapat terlihat pada perbedaan sifat antara lain: warna mata (biru, hitam, dan cokelat), warna kulit (hitam, putih, sawo matang, dan kuning), dan bentuk rambut (lurus, ikal, dan keriting).

2. Keanekaragaman Jenis (Spesies)

Keanekaragaman jenis menunjukkan adanya variasi yang terdapat pada makhluk hidup antarjenis dalam satu marga (genus). Keanekaragaman jenis akan lebih mudah diamati daripada keanekaragaman gen. Hal ini dikarenakan perbedaan antarjenis makhluk hidup dalam satu marga lebih terlihat mencolok daripada perbedaan antarindividu dalam satu jenis. Sebagai contoh, keanekaragaman pada tumbuhan kentang (*Solanum tuberosum*), tomat (*Solanum lycopersicum*), dan terung (*Solanum melongena*). Ketiganya termasuk dalam marga (genus) yang sama yaitu *Solanum*. Namun, ketiganya mempunyai ciri-ciri fisik yang berbeda.

3. Keanekaragaman Ekosistem

Ekosistem merupakan suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh adanya hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Hubungan timbal balik ini akhirnya menimbulkan keserasian hidup di dalam ekosistem. Keanekaragaman tingkat ekosistem terjadi salah satunya akibat adanya perbedaan letak geografis. Perbedaan letak geografis ini mengakibatkan terjadinya perbedaan iklim. Pada iklim yang berbeda akan memiliki perbedaan temperatur, curah hujan, intensitas cahaya matahari, dan lama peninjauan. Keadaan ini akan berpengaruh terhadap jenis-jenis tumbuhan (flora) dan hewan (fauna) yang hidup di suatu wilayah tertentu.

B. Keanekaragaman Hayati di Indonesia

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki tingkat keanekaragaman hayati sangat tinggi sehingga disebut negara megabiodiversitas.

1. Keanekaragaman Flora di Indonesia

Flora di Indonesia termasuk dalam kawasan flora Malesiana, yaitu suatu daerah luas yang meliputi Indonesia, Malaysia, Filipina, Papua Nugini, dan juga Kepulauan Solomon. Hutan hujan tropis di Kalimantan merupakan daerah yang mempunyai keanekaragaman tumbuhan paling tinggi. Sumatra dan Papua juga sangat kaya jenis tumbuhan. Adapun hutan di Jawa, Sulawesi, Maluku, dan Kepulauan Sunda mempunyai keanekaragaman tumbuhan yang lebih rendah. Beberapa jenis flora khas Indonesia antara lain: durian (*Durio zibethinus*), sukun (*Artocarpus communis*), bunga Rafflesia (*Rafflesia arnoldii*), dan Meranti (*Shorea sp.*)

2. Keanekaragaman Fauna di Indonesia

Indonesia memiliki keanekaragaman fauna yang sangat tinggi. Indonesia memiliki 12% jenis hewan mamalia dunia, 16% jenis reptil dan amfibi dunia, serta 12% jenis burung dunia. Meskipun demikian, persebaran fauna di Indonesia tidaklah merata. Pada awalnya Indonesia terbagi menjadi dua zoogeografi yang dibatasi oleh garis Wallace. Berdasarkan pengamatannya, pada tahun 1859 Wallace menetapkan dua wilayah utama persebaran fauna dengan menggambarkan garis batas di sebelah timur Kalimantan dan Bali, memisahkan fauna Indonesia bagian barat dan timur. Jadi, garis Wallace memisahkan daerah Oriental (Sumatra, Jawa, Bali, dan Kalimantan) dengan daerah Australian yang meliputi Papua dan pulau-pulau di sekitarnya. Contoh fauna Oriental yaitu gajah (*Elephas maximus*), banteng (*Bos sondaicus*), dan harimau (*Panthera tigris*). Adapun contoh fauna Australian yaitu kanguru pohon (*Dendrolagus ursinus*), kuskus (*Spilocuscus maculatus*), dan burung cenderawasih (*Paradisaea minor*).

Setelah Wallace membagi garis persebaran flora dan fauna di Indonesia, seorang ahli zoologi bernama Weber juga melakukan penelitian tentang penyebaran hewan-hewan di Indonesia. Menurut Weber, hewan-hewan di Sulawesi tidak dapat sepenuhnya dikelompokkan sebagai fauna Australian. Hewan-hewan tersebut ada yang memiliki sifat seperti fauna Oriental. Weber membuat sebuah garis khayal di sebelah timur Sulawesi memanjang ke utara sampai Kepulauan Aru, Nusa Tenggara. Beberapa contoh hewan yang termasuk dalam kelompok fauna peralihan yaitu anoa (*Bubalus depressicornis*), burung maleo (*Macrocephalon maleo*), dan singapuar (*Tarsius spectrum*).

3. Pengaruh Kegiatan Manusia terhadap Keanekaragaman Hayati

Kegiatan manusia sangat berpengaruh terhadap keanekaragaman hayati. Beberapa kegiatan manusia yang dapat mengakibatkan penurunan keanekaragaman hayati sebagai berikut.

- a. Perusakan habitat, misal penebangan/penggundulan hutan dan perusakan terumbu karang.
- b. Penggunaan bahan kimia secara berlebihan, misal pupuk kimiawi dan pestisida kimiawi.
- c. Pencemaran lingkungan dari limbah pabrik dan rumah tangga yang tidak ramah lingkungan.

Beberapa kegiatan manusia yang dapat meningkatkan keanekaragaman hayati sebagai berikut.

- a. Penghijauan atau penanaman kembali (reboisasi).
- b. Pemuliaan bibit unggul, misal dengan melakukan kawin silang atau pembastaran sehingga dihasilkan varietas baru.

4. Usaha Pelestarian Keanekaragaman Hayati di Indonesia

Usaha pelestarian keanekaragaman hayati di Indonesia dapat dilakukan dengan cara berikut.

- a. Pengembangbiakan secara *in situ* (pengembangbiakan dalam habitat aslinya), misal Taman Nasional Ujungkulon (untuk mengembangbiakkan badak bercula satu) dan Taman Nasional Bali Barat (untuk mengembangbiakkan jalak Bali).
- b. Pengembangbiakan secara *ex situ* (pengembangbiakan di luar habitat aslinya, tetapi lingkungan dibuat mirip dengan aslinya), misal penangkaran harimau dan beruang madu di kebun binatang.

Usaha pemerintah Indonesia dalam pelestarian keanekaragaman hayati antara lain dengan mendirikan kawasan konservasi. Beberapa contoh kawasan konservasi di Indonesia yaitu Taman Nasional Gunung Leuser yang terletak di Provinsi Sumatra Utara dan Provinsi Aceh, Cagar Alam Gunung Muntis di Provinsi Nusa Tenggara Timur, dan Suaka Margasatwa Cikepuh di Sukabumi, Provinsi Jawa Barat.

C. Klasifikasi Keanekaragaman Hayati

Klasifikasi yang dilakukan oleh para ilmuwan bertujuan untuk mendeskripsikan ciri-ciri makhluk hidup untuk membedakan setiap jenis agar mudah dikenali, mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan ciri-cirinya ke dalam kelompok tertentu, mengetahui hubungan kekerabatan antarmakhluk hidup di dunia, dan mengetahui evolusi suatu makhluk hidup atas dasar kekerabatannya. Sistem klasifikasi makhluk hidup sifatnya dinamis, artinya terus berkembang sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan. Sampai saat ini dikenal tiga sistem klasifikasi makhluk hidup, yaitu sistem artifisial (buatan), sistem alami, dan sistem filogenetik.

1. Klasifikasi Sistem Artifisial atau Buatan

Sistem ini disusun menggunakan ciri-ciri atau sifat-sifat yang sesuai dengan kehendak manusia atau sifat lainnya. Misal klasifikasi tumbuhan berdasarkan tempat hidup (habitat) atau habitusnya (berupa pohon, perdu, semak, terna, dan liana).

2. Klasifikasi Sistem Alami

Sistem ini menghendaki terbentuknya kelompok-kelompok takson yang alami. Artinya, anggota-anggota yang membentuk unit takson tertentu terjadi secara alamiah atau sewajarnya seperti yang dikehendaki oleh alam. Klasifikasi sistem alami menggunakan dasar persamaan dan perbedaan morfologi (bentuk luar tubuh) secara alami. Contoh klasifikasi sistem alami sebagai berikut.

- a) Berdasarkan cara geraknya: hewan berkaki, hewan bersayap, dan hewan bersirip.
- b) Berdasarkan penutup tubuhnya: hewan bersisik, hewan berbulu, hewan berambut, dan hewan bercangkang.

Sementara itu, pada tumbuhan ada kelompok tumbuhan biji berkeping satu (monokotil) dan biji berkeping dua (dikotil).

3. Klasifikasi Sistem Filogenetik

Sistem ini muncul setelah teori evolusi dikemukakan oleh para ahli Biologi. Klasifikasi sistem filogenetik disusun berdasarkan jauh dekatnya hubungan kekerabatan antara takson yang satu dengan yang lainnya. Selain mencerminkan persamaan dan perbedaan sifat morfologi, anatomi, serta fisiologinya, sistem ini juga menjelaskan bahwa semua makhluk hidup memiliki kesamaan molekul dan biokimia, tetapi berbeda-beda dalam bentuk, susunan, dan fungsinya pada setiap makhluk hidup. Jadi pada dasarnya, klasifikasi sistem filogenetik disusun berdasarkan persamaan fenotipe yang mengacu pada sifat-sifat bentuk luar, faal, tingkah laku yang dapat diamati, dan pewarisan keturunan. Pewarisan keturunan ini mengacu pada hubungan evolusioner sejak nenek moyang hingga keturunannya.

Soal dan Pembahasan

1. Jenis hewan yang memiliki kesesuaian antara kelas dan tempat hidupnya adalah

Kelas	Tempat hidup	
	Kalimantan	Papua
Mammalia	Bekantan (1)	Banteng (4)
Aves	Nuri raja (2)	Kasuari (5)
Reptilia	Kura-kura (3)	Penyu hijau (6)

- A. (1) dan (4)
B. (1) dan (5)
C. (2) dan (4)
D. (2) dan (5)
E. (3) dan (6)

(SBMPTN 2015/504)

Pembahasan CERDAS:

Bekantan merupakan mamalia yang hidup di Kalimantan. Banteng merupakan mamalia yang hidup di Jawa. Nuri raja merupakan burung yang hidup di Sulawesi. Kasuari merupakan burung yang hidup di Papua. Kura-kura kebanyakan hidup di Sulawesi dan Kalimantan. Penyu hijau merupakan reptil yang hidup di semua lautan tropis dan subtropis, terutama di samudera Pasifik dan Atlantik.

Jawaban: B

2. Dua organisme disebut satu jenis (spesies) apabila
- A. memiliki morfologi sama dan dapat saling kawin
 - B. dapat saling kawin dan menghasilkan keturunan fertil
 - C. dapat saling kawin dan menghasilkan keturunan steril
 - D. dapat saling kawin dan hidup pada habitat yang berbeda
 - E. memiliki morfologi sama dan hidup pada habitat yang sama

(SNMPTN 2012/733)

Pembahasan CERDAS:

Dua organisme dapat disebut sebagai satu jenis (spesies) apabila dapat saling kawin dan menghasilkan keturunan fertil. Hal tersebut terjadi karena spesies yang sama memiliki bentuk anatomi, fisiologi, dan morfologi yang sama.

Jawaban: B

3. Daerah yang bukan merupakan pelestarian keanekaragaman hayati secara *in situ* adalah
- A. suaka margasatwa
 - B. taman nasional
 - C. hutan lindung
 - D. cagar alam
 - E. kebun raya

(SNMPTN 2012/733)

Pembahasan CERDAS:

Pelestarian keanekaragaman hayati secara *in situ* adalah bentuk pelestarian yang dilakukan di habitat aslinya, misal dengan menjadikan suatu habitat menjadi suaka margasatwa, taman nasional, hutan lindung, atau cagar alam. Adapun pembuatan kebun raya merupakan bentuk pelestarian keanekaragaman hayati secara *ex situ*, yaitu pelestarian di luar habitat asli dengan membuat habitat buatan yang mirip dengan habitat aslinya.

-----**Jawaban: B**

4. Padi diberi nama ilmiah *Oryza sativa* var. *memberamo*. Kata “*sativa*” dan “*memberamo*” pada nama tersebut menunjukkan nama
 - A. subspesies dan subvarietas
 - B. sub genus dan penunjuk spesies
 - C. penunjuk spesies dan penunjuk varietas
 - D. subspesies dan penunjuk varietas
 - E. subgenus dan penunjuk varieatas

(SNMPTN 2012/734)

Pembahasan CERDAS:

Arti penulisan nama ilmiah *Oryza sativa* var. *Memberamo* sebagai berikut. *Oryza* menunjukkan nama genus. *sativa* menunjukkan penunjuk spesies. *memberamo* menunjukkan penunjuk varietas.

-----**Jawaban: C**

5. Klasifikasi makhluk hidup dapat berdasarkan pada banyaknya perbedaan dan persamaan baik morfologi, anatomi maupun fisiologinya.

SEBAB

Banyak sedikitnya persamaan dan perbedaan dipengaruhi oleh lingkungan.

(UM UNDIP 2009)

Pembahasan CERDAS:

Klasifikasi makhluk hidup dapat berdasarkan pada banyaknya perbedaan dan persamaan baik morfologi, anatomi maupun fisiologinya. Banyak sedikitnya persamaan dan perbedaan dipengaruhi oleh lingkungan. Sebagai contoh, beberapa makhluk hidup yang tinggal di daerah kutub akan menyesuaikan diri terhadap lingkungan. Penyesuaian diri tersebut dapat berupa penyesuaian bentuk morfologi, anatomi, maupun fisiologinya. Jadi, pernyataan benar, alasan benar, dan keduanya saling berhubungan.

-----**Jawaban: A**

6. Faktor paling dominan yang dapat menyebabkan hilangnya atau semakin menurunnya tingkat keanekaragaman hayati adalah
 - A. penumpukan sampah
 - B. kerusakan habitat
 - C. erosi
 - D. eutrofikasi
 - E. kesuburan tanah

(UM UNDIP 2009)

Pembahasan CERDAS:

Faktor paling dominan yang dapat menyebabkan hilangnya atau semakin menurunnya tingkat keanekaragaman hayati adalah kerusakan habitat. Apabila habitat rusak, beberapa komponen makhluk hidup di dalamnya akan kehilangan tempat tinggal sehingga lama-kelamaan akan mati karena tidak mampu bertahan hidup.

-----**Jawaban: B**

7. Takson terendah yang menempatkan orang utan dan manusia dalam keduakan yang sama adalah
 - A. jenis
 - B. marga
 - C. suku
 - D. bangsa
 - E. kelas

Pembahasan CERDAS:

Takson terendah yang menempatkan orang utan dan manusia dalam kedudukan yang sama adalah tingkatordo (bangsa). Berikut perbandingan takson antara orangutan dan manusia.

	Orang utan	Manusia
Kelas	Mammalia	Mammalia
Bangsa	Primata	Primata
Suku	Pongidae	Hominidae
Marga	Pongo	Homo
Jenis	<i>Pongo pygmaeus</i>	<i>Homo sapiens</i>

Jawaban: D

8. Upaya pelestarian keanekaragaman flora secara *ex situ* dapat ditempuh melalui
- penetapan hutan adat
 - pendirian taman nasional
 - pembangunan hutan wisata
 - pembentukan taman hutan rakyat
 - pembentukan kebun tanaman obat keluarga

(SBMPTN 2014/337)

Pembahasan CERDAS:

Pelestarian keanekaragaman flora secara *ex situ* yaitu bentuk pelestarian di luar habitat aslinya dengan membuat habitat mirip dengan aslinya. Contoh pelestarian *ex situ* adalah pembuatan taman hutan rakyat. Penetapan hutan adat, pendirian taman nasional, dan pembangunan hutan wisata merupakan bentuk pelestarian secara *in situ*. Adapun pembentukan kebun tanaman obat keluarga bukanlah bentuk pelestarian keanekaragaman hayati.

Jawaban: D

9. Harimau India diberi nama ilmiah *Panthera tigris*. *ssp. tigris*. Kata "tigris" pada nama tersebut menunjukkan nama
- penunjuk subgenus dan subspecies

- penunjuk spesies dan subspecies
- subgenus dan penunjuk spesies
- subgenus dan penunjuk subspecies
- subspecies dan penunjuk subspecies

(SNMPTN 2012/431)

Pembahasan CERDAS:

Arti penulisan nama ilmiah *Panthera tigris*. *ssp. tigris* sebagai berikut. *Panthera* menunjukkan nama genus. *tigris* (depan) menunjukkan penunjuk spesies. *tigris* (belakang) menunjukkan subspecies.

Jawaban: B

10. Pernyataan yang *bukan* merupakan alasan pelestarian keanekaragaman tumbuhan adalah
- mengubah kondisi geografis permukaan bumi
 - merupakan sumber makanan bagi makhluk hidup
 - merupakan sumber plasma nutrimental untuk kehidupan
 - dapat menurunkan kadar gas rumah kaca di atmosfer
 - merupakan sumber obat-obatan yang dapat diolah oleh manusia

(SNMPTN 2012/432)

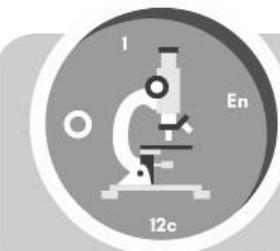
Pembahasan CERDAS:

Tumbuhan memiliki manfaat yang sangat besar bagi manusia dan bagi makhluk hidup lain. Tumbuhan merupakan sumber plasma nutrimental untuk kehidupan karena jumlahnya yang sangat banyak. Selain itu, tumbuhan merupakan sumber makanan bagi makhluk hidup lain karena tumbuhan mampu membuat makanannya sendiri melalui fotosintesis. Tumbuhan juga dapat menurunkan kadar gas rumah kaca di atmosfer karena mampu menghasilkan oksigen. Beberapa tumbuhan juga diketahui sebagai sumber obat-obatan yang dapat diolah oleh manusia. Pelestarian keanekaragaman tumbuhan tidak akan

mengubah kondisi geografis permukaan bumi. Jadi, jawabannya adalah **A**.

-----**Jawaban: A**





- BAB 5 -

Kingdom Plantae

Rangkuman Materi

Kingdom *Plantae* merupakan kelompok makhluk hidup yang memiliki ciri di antaranya tersusun dari sel eukariotik, termasuk organisme multiseluler, tubuhnya melekat pada substrat menggunakan akar atau rizoid, bersifat autotrof, dan dapat melakukan fotosintesis karena mengandung klorofil. Kingdom *Plantae* dibagi menjadi tiga divisi, yaitu *Bryophyta* (kelompok tumbuhan lumut), *Pteridophyta* (kelompok tumbuhan paku), dan *Spermatophyta* (kelompok tumbuhan ber biji).

A. Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*)

Tumbuhan lumut merupakan satu-satunya kelompok tumbuhan yang tubuhnya masih berupa talus (lembaran).

1. Ciri-ciri Tumbuhan Lumut

Tumbuhan lumut belum memiliki akar, batang, dan daun sejati. Peran akar digantikan oleh rizoid. Tumbuhan lumut memiliki pembuluh angkut tunggal pada organ tubuhnya. Habitatnya di tempat lembap atau basah. Daur hidupnya mengalami pergantian keturunan antara fase generatif (gametofit) dan fase vegetatif (sporofit). Fase gametofit lebih dominan daripada fase sporofit.

2. Klasifikasi Tumbuhan Lumut

Tumbuhan lumut dapat dibagi menjadi tiga kelas yaitu *Anthocerotopsida* (lumut tanduk) contohnya *Anthoceros* sp., *Hepaticopsida* (lumut hati) contohnya *Marchantia polymorpha*, dan *Bryopsida* contohnya *Sphagnum* sp.

B. Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*)

Meskipun struktur tubuhnya sudah lengkap, tumbuhan paku tetaplah merupakan tumbuhan tingkat rendah karena belum mampu menghasilkan biji.

1. Ciri-ciri Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku sudah memiliki akar, batang, dan daun sejati. Tumbuhan paku memiliki daun mikrofil dan makrofil. Pada daun makrofil terdapat daun steril dan daun fertil (menghasilkan spora). Tumbuhan paku juga telah memiliki berkas pembuluh. Habitatnya di tempat lembab atau basah dan beberapa bersifat epifit. Tumbuhan paku mengalami pergantian keturunan. Fase sporofit lebih dominan daripada fase gametofit.

2. Klasifikasi Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku dapat dibagi menjadi empat kelas, yaitu Psilotinae (paku purba) contohnya *Psilotum* sp., Lycopodinae (paku kawat) contohnya *Selaginella caudatum*, Equisetinae (paku ekor kuda) contohnya *Equisetum debile*, serta Filicinae (paku sejati) contohnya *Marsilea crenata* (semanggi) dan *Adiantum* sp. (suplir).

C. Tumbuhan Berbiji (Spermatophyta)

Tumbuhan berbiji merupakan kelompok tumbuhan dengan tingkat perkembangan filogenik paling tinggi. Ciri khasnya adalah adanya organ berupa biji.

1. Ciri-ciri tumbuhan berbiji

Tumbuhan berbiji memiliki akar, batang, dan daun sejati. Perkembangbiakan alami secara generatif menghasilkan biji. Di dalam biji terdapat embrio yang akan tumbuh dan berkembang menjadi individu baru. Alat perkembangbiakan terlihat jelas (bunga atau strobilus). Cara hidupnya fotoautotrof. Memiliki berkas pembuluh. Habitatnya di darat, namun beberapa ada yang hidup mengapung di air.

2. Klasifikasi Tumbuhan Berbiji

Berdasarkan letak bijinya, tumbuhan berbiji dibedakan menjadi dua, yaitu tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae) dan tumbuhan berbiji terbuka (Gymnospermae).

a. Angiospermae

Angiospermae memiliki ciri-ciri di antaranya bakal bijinya terlindungi daun buah (berbiji tertutup), memiliki sistem perakaran serabut dan tunggang, memiliki batang lunak dan keras berkayu, serta memiliki bunga sebagai alat perkembangbiakan utama. Berdasarkan jumlah keping lembaganya, tumbuhan berbiji tertutup dibagi menjadi dua, yaitu Monocotyledoneae (berkeping satu) dan Dicotyledoneae (berkeping dua).

1) Monocotyledoneae

Tumbuhan Monocotyledoneae memiliki ciri-ciri yaitu biji mengandung satu daun lembaga, sistem perakaran serabut, batang tidak berkambium, bentuk tulang daun melengkung atau sejajar, dan jumlah mahkota bunga kelipatan tiga. Tumbuhan Monocotyledoneae memiliki beberapa suku berikut.

- a) Suku Poaceae, contohnya padi (*Oryza sativa*), jagung (*Zea mays*), dan gandum (*Triticum sativum*).
- b) Suku Cyperaceae, contohnya rumput teki (*Cyperus rotundus*).
- c) Suku Orchidaceae, contohnya anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis*) dan anggrek merpati (*Dendrobium crumenatum*).
- d) Suku Palmae, contohnya kelapa (*Cocos nucifera*) dan pinang (*Areca catechu*).
- e) Suku Liliaceae, contohnya lidah buaya (*Aloe vera*) dan bawang putih (*Allium cepa*).
- f) Suku Zingiberaceae, contohnya jahe (*Zingiber officinale*) dan bunga tasbih (*Canna hibrida*).
- g) Suku Musaceae, contohnya pisang (*Musa paradisiaca*).

2) Dicotyledoneae

Tumbuhan Dicotyledoneae memiliki ciri-ciri yaitu biji mengandung dua daun lembaga, sistem perakaran tunggang, batang berkambium, pertulangan daun menyirip atau menjari, dan bagian mahkota bunga berjumlah kelipatan 2, 4, atau 5. Tumbuhan Dicotyledoneae memiliki beberapa suku berikut.

- a) Suku Cucurbitaceae, contohnya mentimun (*Cucumis sativus*).

- b) Suku Euphorbiaceae, contohnya daun merah (*Euphorbia pulcherrima*).
- c) Suku Papilionaceae, contohnya kacang tanah (*Arachis hypogaea*) dan kacang hijau (*Phaseolus radiatus*).
- d) Suku Solanaceae, contohnya kentang (*Solanum tuberosum*) dan cabai (*Capsicum frutescens*).
- e) Suku Mimosaceae, contohnya sikejut (*Mimosa pudica*).
- f) Suku Myrtaceae, contohnya kapas (*Gossypium hirsutum*).
- g) Suku Piperaceae, contohnya lada (*Piper nigrum*).

b. Gymnospermae

Gymnospermae memiliki ciri-ciri di antaranya bakal biji terlindung oleh kulit biji dan tidak terlindung oleh daun buah (biji terbuka), memiliki alat reproduksi berupa strobilus dan tidak berbunga, pada umumnya penyerbukannya dibantu oleh angin, batangnya berkambium sehingga dapat tumbuh besar, serta umumnya daun berukuran kecil, kaku, dan tajam.

Tumbuhan Gymnospermae dikelompokkan ke dalam empat kelas, yaitu Cycadinae contohnya pakis haji (*Cycas rumphii*), Gnetinae contohnya melinjo (*Gnetum gnemon*), Ginkgoinae contohnya ginkgo (*Ginkgo biloba*), serta Coniferinae contohnya pinus (*Pinus merkusii*) dan cemara (*Cupressus lusitanica*).

Soal dan Pembahasan

1. Berikut ini merupakan ciri daun tumbuhan Xeromorfi, kecuali
- A. ukuran sel kecil
 - B. dinding sel tebal
 - C. jaringan pembuluh rapat
 - D. memiliki jaringan penyimpan air
 - E. banyak terdapat rongga udara

(SBMPTN 2015/504)

- bersimbiosis dengan Algae untuk mengikat N₂ dari udara adalah
- A. *Marsilea crenata*
 - B. *Azolla pinnata*
 - C. *Salvinia molesta*
 - D. *Equisetum debile*
 - E. *Asplenium nidus*

(SNMPTN 2012/733)

Pembahasan CERDAS:

Tumbuhan Xeromorfi atau Xerofit merupakan tumbuhan yang hidup di daerah kering. Ciri-ciri yang dimiliki tumbuhan ini sebagai berikut.

- 1) ukuran sel kecil.
- 2) Dinding sel tebal.
- 3) Jaringan pembuluh dan stomata rapat.
- 4) Memiliki jaringan penyimpan air.

Adapun banyak terdapat rongga udara merupakan ciri tumbuhan Higrofit.

Jawaban: A

2. Tumbuhan paku yang dapat digunakan sebagai pupuk organik karena dapat

Pembahasan CERDAS:

Tumbuhan paku yang dapat digunakan sebagai pupuk organik karena dapat bersimbiosis dengan Algae untuk mengikat N₂ dari udara adalah *Azolla pinata*. Tumbuhan tersebut dapat ditemukan di daerah berair, misal sawah.

Jawaban: B

3. Pernyataan berikut yang *bukan* merupakan ciri tumbuhan paku adalah
- A. anteridium dewasa menghasilkan sel telur haploid
 - B. gametofit mempunyai anteridium dan arkegonium

- C. tumbuhan sporofit lebih dominan daripada tumbuhan gametofit
- D. spora berkembang menjadi gametofit yang dapat berfotosintesis
- E. sorus pada tumbuhan paku merupakan kumpulan sporangium

(SNMPTN 2012/731)

Pembahasan CERDAS:

Ciri-ciri tumbuhan paku sebagai berikut.

- 1) Daun muda menggulung.
- 2) Mempunyai kumpulan sporangium yang disebut sorus. Sorus yang masih muda dilindungi oleh indusium.
- 3) Umumnya hidup di daratan pada tempat-tempat yang basah atau lembab.
- 4) Termasuk golongan Cormophyta berspora.
- 5) Sporofit lebih dominan daripada gametofit.
- 6) Anteridium dewasa menghasilkan sel telur haploid.
- 7) Spora berkembang menjadi protallium.

Jawaban: D

4. Ditinjau dari spora yang dihasilkannya, paku air dari jenis *Azolla pinnata* tergolong tumbuhan paku yang
- A. homospora
 - B. isospora
 - C. heterospora
 - D. anemokor
 - E. hidrokor

(UMPTN 2002)

Pembahasan CERDAS:

Ditinjau dari spora yang dihasilkannya, paku air dari jenis *Azolla pinnata* tergolong tumbuhan paku heterospora karena mampu menghasilkan dua macam spora yang berbeda bentuk dan ukurannya (mikrospora dan makrospora).

Jawaban: C

5. Tumbuhan berikut yang termasuk dalam famili Arecaceae adalah
- (1) *Cocos nucifera*
 - (2) *Arenga pinnata*
 - (3) *Elaeis guineensis*
 - (4) *Areca catechu*

(UM UGM 2005)

Pembahasan CERDAS:

Arecaceae merupakan kelompok palem-paleman, contoh kelapa (*Cocos nucifera*), enau (*Arenga pinnata*), palem afrika (*Elaeis guineensis*), dan pinang (*Areca catechu*). Jadi, semua pilihan benar.

Jawaban: A

6. Dalam klasifikasi tumbuhan, pakis haji (*Cycas rumphii*) dan melinjo (*Gnetum gnemon*) dimasukkan dalam kelas yang sama.

SEBAB
Bakal biji pakis haji dan melinjo tidak tertutup oleh daun buah.

(SPMB 2007)

Pembahasan CERDAS:

Pakis haji (*Cycas rumphii*) termasuk dalam kelas Cycadinae, sedangkan melinjo (*Gnetum gnemon*) termasuk dalam kelas Gnetinae. Bakal biji pakis haji dan melinjo tidak tertutup oleh daun buah. Jadi, pernyataan salah, namun sebab benar.

Jawaban: D

7. Dibandingkan dengan generasi sporofitnya, generasi gametofit tumbuhan paku
- (1) Berukuran lebih kecil.
 - (2) Bersifat diploid.
 - (3) Mempunyai masa hidup lebih singkat.
 - (4) Lebih dominan

(UMB UI 2008)

Pembahasan CERDAS:

Sporofit pada tumbuhan paku lebih dominan daripada gametofit. Gametofit berukuran lebih kecil dan bersifat haploid. Selain itu, gametofit mempunyai masa hidup lebih singkat daripada sporofitnya.

-----**Jawaban: B**

8. Jambu monyet (*Anacardium occidentale*) termasuk dalam subdivisi Gymnospermae.

SEBAB

Jambu monyet (*Anacardium occidentale*) bijinya berada di luar buah.
(UM UGM 2008)

Pembahasan CERDAS:

Jambu monyet (*Anacardium occidentale*) bijinya berada di dalam daging buah sehingga termasuk kelompok tumbuhan Angiospermae. Jadi, baik pernyataan maupun sebab keduanya salah.

-----**Jawaban: E**

9. Tumbuhan yang hidup di darat, menghasilkan buah, tulang daun membentuk pola menyerupai jala, memiliki kambium, akar mempunyai perisikel, dan berkas pembuluh pada batang tersusun melingkar adalah
- A. talas
 - B. jeruk
 - C. pinus
 - D. jagung
 - E. kelapa

(SBMPTN 2013/137)

Pembahasan CERDAS:

Jagung, talas, dan kelapa merupakan tumbuhan monokotil yang tidak memiliki kambium dan berkas pembuluh tersusun tersebar. Sementara itu, pinus tidak memiliki buah tetapi memiliki strobilus.

-----**Jawaban: B**

10. Kelompok Gymnospermae merupakan kelompok tumbuhan berbiji.

Pernyataan berikut yang **BENAR** terkait dengan Gymnospermae adalah

- (1) Biji dilindungi oleh struktur yang disebut konus.
- (2) Penyerbukan biji dibantu oleh angin.
- (3) Contoh tumbuhan Gymnospermae adalah pakis haji dan melinjo.
- (4) Pinus adalah anggota Gymnospermae yang mampu hidup di bawah suhu nol derajat.

(SIMAK UI 2009)

Pembahasan CERDAS:

Gymnospermae disebut juga dengan tumbuhan biji terbuka, karena bakal bijinya tidak dilindungi oleh daun buah. Namun, bijinya berada di permukaan luar daun buah yang tersusun dalam strobilus atau disebut konus. Penyerbukannya biasanya dibantu oleh angin. Contoh anggota Gymnospermae yaitu pakis haji, melinjo, dan pinus. Pinus tidak bisa hidup di bawah suhu nol derajat. Jadi, pernyataan yang benar terdapat pada nomor (1), (2), dan (3).

-----**Jawaban: A**



- BAB 6 -

Kingdom Animalia

Rangkuman Materi

Kingdom Animalia merupakan kelompok makhluk hidup yang memiliki ciri di antaranya tersusun dari sel eukariotik, termasuk organisme multiseluler, tidak memiliki klorofil sehingga tidak mampu membuat makanan sendiri (bersifat heterotrof), sel-sel penyusun tubuh hewan tidak memiliki dinding sel, umumnya mampu bergerak aktif, serta bereproduksi secara seksual. Berdasarkan keberadaan tulang belakang, kingdom Animalia dikelompokkan menjadi dua yaitu Avertebrata (hewan tidak bertulang belakang) dan Vertebrata (hewan bertulang belakang).

A. Avertebrata (Hewan Tidak Bertulang Belakang)

Avertebrata meliputi delapan filum yaitu Porifera, Coelenterata (Cnidaria), Platyhelminthes, Nemathelminthes, Annelida, Mollusca, Echinodermata, dan Arthropoda.

1. Filum Porifera

Porifera berasal dari kata *porus* yang berarti lubang kecil dan *ferre* yang berarti membawa. Jadi, Porifera berarti hewan yang mempunyai tubuh berpori. Porifera disebut juga sebagai hewan spons. Porifera hidup menetap (*sessil*) pada dasar perairan. Sebagian besar hewan porifera hidup di laut, sebagian kecil hidup di air tawar. Bentuk tubuhnya beraneka ragam, ada yang seperti tabung, mangkuk, atau menyerupai tumbuhan.

Porifera memiliki saluran air yang unik. Air masuk melalui dinding tubuh yang berpori. Air tersebut ke-mudian disaring oleh sel-sel koanosit. Pada bagian dalam sel-sel ini terdapat flagela yang berperan menangkap makanan yang terangkat dalam air. Setelah itu, makanan dicerna di dalam koanosit. Setelah dicerna, zat makanan diedarkan oleh sel-sel amoebosit ke sel-sel lain. Zat sisanya dikeluarkan bersama sirkulasi air oleh spongosol melalui oskulum. Ada tiga tipe sistem saluran air pada Porifera yaitu asconoid, syconoid, dan leuconoid /rhagon.

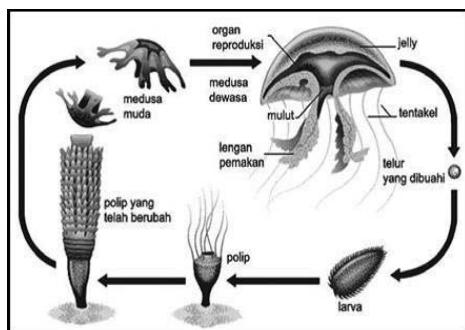
Berdasarkan bentuk dan kandungan spikulanya, Porifera dibagi menjadi tiga kelas yaitu Calcarea contohnya *Clathrina* sp., Hexactinellida contoh *Hyalonema* sp., dan Demospongia contoh *Spongia* sp.

2. Filum Coelenterata/Cnidaria

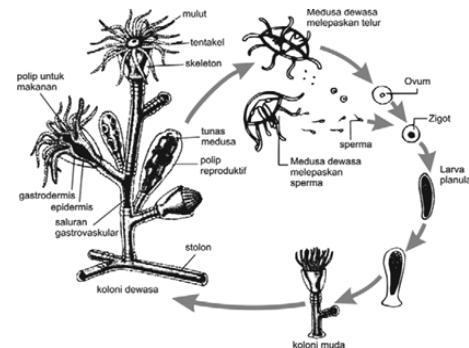
Coelenterata memiliki rangka tubuh yang mengandung zat kapur atau zat kitin. Coelenterata berasal dari kata *coelos* yang berarti rongga dan *enteron* yang berarti usus. Dalam klasifikasi terbaru, filum Coelenterata diubah menjadi filum Cnidaria. Hal ini didasarkan karena hewan ini mempunyai sel penyengat atau knidosit yang terdapat pada lapisan ektoderma. Sel penyengat ini terdapat pada tentakel dan berfungsi untuk melumpuhkan mangsanya. Apabila bertemu dengan mangsanya, sel penyengat akan mengeluarkan zat racun yang disebut hipnotoksin. Filum Coelenterata dikelompokkan

menjadi tiga kelas yaitu Hydrozoa contoh *Hydra* dan *Obelia*, Scyphozoa contoh *Aurelia* (ubur-ubur), dan Anthozoa contoh *Acrodoora*.

Perkembangbiakan hewan Coelenterata dapat terjadi secara metagenesis, yaitu pergantian keturunan dari fase generatif ke fase vegetatif. Perhatikan daur hidup *Aurelia* sp. dan *Obelia* sp. pada gambar berikut.



Daur hidup *Aurelia* sp.

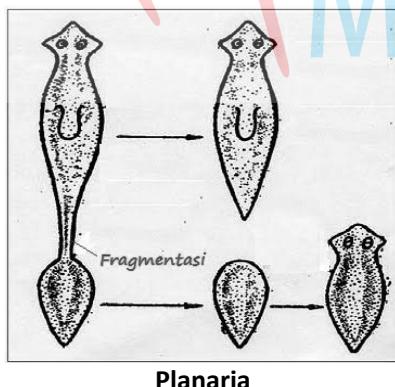


Daur hidup *Obelia* sp.

3. Filum Platyhelminthes

Platyhelminthes atau yang lebih dikenal sebagai cacing pipih merupakan hewan yang mempunyai bentuk simetri bilateral dan tidak mempunyai rongga tubuh (selom). Tubuhnya tersusun dari tiga lapisan (triploblastik) yaitu ektoderma, mesoderma, dan endoderma. Hewan ini sudah mempunyai saluran pencernaan, tetapi belum mempunyai anus. Kelompok hewan ini hidup secara parasit, tetapi ada juga yang hidup secara bebas di perairan. Platyhelminthes dibagi menjadi tiga kelas yaitu Turbellaria (cacing berambut getar), Trematoda (cacing isap), dan Cestoda (cacing pita).

a. Kelas Turbellaria



Planaria

Kelompok ini memiliki bentuk tubuh seperti tongkat. Tubuhnya bersilia, memiliki dua mata, dan tanpa alat isap. Kelompok cacing ini hidup di perairan, genangan air, kolam, atau sungai. Biasanya cacing ini menempel pada bebatuan atau daun yang tergenang air. Contoh anggotanya yaitu *Planaria* dan *Bipalium*. *Planaria* berkembang biak secara vegetatif dengan fragmentasi.

b. Kelas Trematoda

Kelompok ini hidup sebagai parasit pada manusia dan hewan. Oleh karena itu, kelompok ini mampu mengisap makanan dari inangnya. Cacing ini umumnya hidup di dalam hati, paru-paru, dan usus. Permukaan tubuh Trematoda tidak bersilia. Tubuhnya ditutupi oleh kutikula. Di sekitar mulutnya terdapat satu atau lebih alat isap (sucker). Sucker ini dilengkapi dengan gigi kitin. Contoh Trematoda yaitu *Fasciola hepatica* (cacing hati). Hewan ini hidup parasit pada hati domba dan menyerap

makanan dari inangnya. Cacing hati bersifat hermafrodit. Siklus hidupnya sebagai berikut.



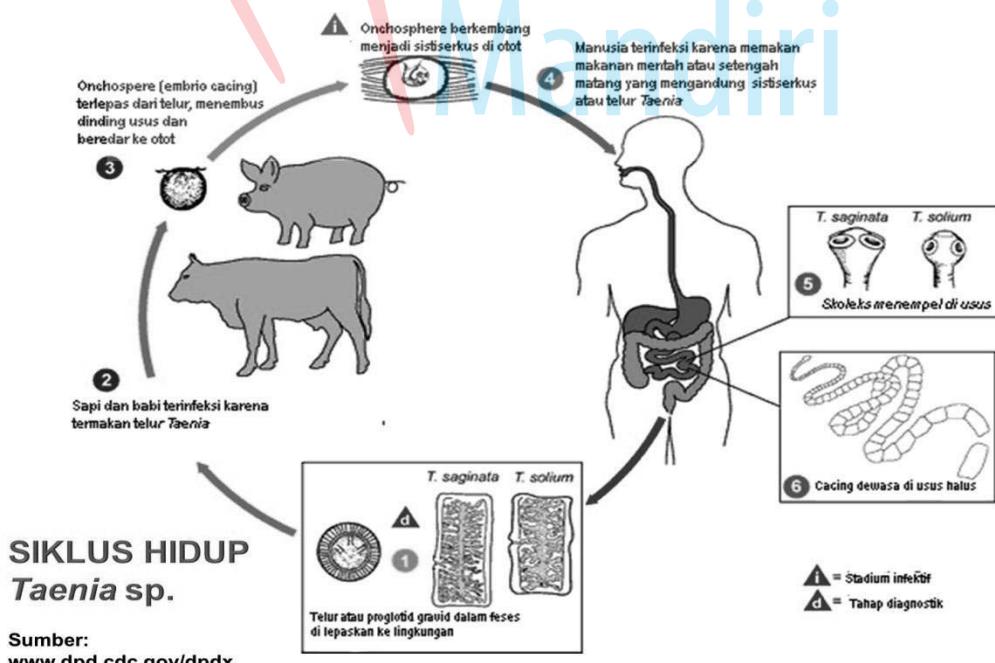
Siklus hidup cacing hati

Telur → miracidium → masuk ke tubuh siput air tawar → sporokista → redia → serkaria → keluar dari tubuh siput → metaserkaria → kista → masuk ke tubuh domba → cacing dewasa.

c. Kelas Cestoda

Cacing ini lebih dikenal dengan nama cacing pita. Kelompok cacing ini memiliki tubuh berbentuk pipih panjang yang menyerupai pita. Cacing ini merupakan endoparasit dalam saluran pencernaan hewan vertebrata dan bersifat hermafrodit. Tubuh cacing ini terdiri atas segmen-segmen dan dilapisi kutikula. Setiap segmennya disebut proglotid. Cacing ini mempunyai kepala yang disebut skoleks. Pada skoleks terdapat kait-kait (rostelum). Alat kait ini tersusun dari bahan kitin. Pada skoleks juga terdapat empat buah pengisap untuk melekat pada dinding usus inangnya. Contoh Cestoda yaitu *Taenia solium* dan *Taenia saginata*.

Siklus hidupnya dapat diamati melalui skema berikut.



Proglotit tua berisi telur cacing → zigot (keluar bersama feses manusia) → termakan dan masuk ke tubuh sapi atau babi → larva onkosfer (menembus usus masuk ke pembuluh darah) → menuju otot lurik → sisteserkus → masuk ke tubuh manusia jika manusia tersebut memakan daging sapi atau babi yang kurang masak → cacing dewasa.

4. Filum Nemathelminthes

Nemathelminthes atau yang lebih dikenal sebagai cacing gilig mempunyai bentuk tubuh silindris. Permukaan tubuhnya tidak bersegmen, tetapi ditutupi oleh kutikula sehingga cacing ini tampak mengilat. Nemathelminthes hidup bebas di air dan tanah, ada pula yang hidup parasit pada tanaman dan saluran pencernaan manusia. Contoh Nemathelminthes yaitu *Ascaris lumbricoides* (cacing gelang), *Wuchereria bancrofti* (cacing filaria), *Oxyuris vermicularis* (cacing kremi), dan *Ancylostoma* sp. (cacing tambang).

5. Filum Annelida

Cacing anggota Annelida ini hidup di berbagai tempat yaitu di air laut, air tawar, dan juga di daratan. Tubuhnya dilapisi oleh kutikula dan melakukan reproduksi secara aseksual dan seksual. Walaupun Annelida bersifat hermafrodit, saat melangsungkan fertilisasi tetap diperlukan dua individu cacing. Annelida dibagi menjadi tiga kelas berdasarkan jumlah parapodia, setae, dan rambut, yaitu Polychaeta contoh *Alitta virens* (cacing laut), Oligochaeta contoh *Pheretima* sp. (cacing tanah), dan Hirudinea contoh *Hirudo medicinalis* (lintah).

6. Filum Mollusca

Hewan anggota Mollusca mempunyai tubuh lunak dengan bentuk tubuh simetri bilateral dan terdiri atas tiga bagian utama yaitu kaki, massa viseral, dan mantel. Hewan ini hidup di laut, air tawar, dan darat. Tubuh hewan Mollusca tidak bersegmen tetapi bercangkang. Cangkang hewan ini terbuat dari kalsium karbonat dan berfungsi melindungi tubuhnya. Namun, ada pula Mollusca yang tidak memiliki cangkang, contoh cumi-cumi, sotong, dan gurita. Hal ini karena rangka eksternalnya mengalami reduksi menjadi rangka internal. Antara tubuh dan cangkangnya terdapat mantel. Mantel ini dapat menghasilkan bahan cangkang yang berupa kalsium karbonat. Kaki hewan Mollusca berupa struktur berotot yang bentuk dan fungsinya berbeda untuk setiap anggotanya. Berdasarkan simetri tubuh, bentuk kaki, cangkang, dan mantelnya, Mollusca dibedakan menjadi lima kelas yaitu Amphineura contoh *Chiton* sp., Gastropoda contoh bekicot (*Achatina fulica*), Scaphopoda contoh *Dentalium* sp., Cephalopoda contoh cumi-cumi (*Loligo pealii*), gurita (*Octopus* sp.), sotong (*Sepia officinalis*), dan *Nautilus pompilius*, serta Pelecypoda contoh tiram mutiara (*Pinctada mertensi*).

7. Filum Echinodermata

Kelompok hewan ini merupakan kelompok hewan berkulit duri. Rangka tubuh hewan ini terdiri atas lempeng-lempeng kapur. Hewan ini bergerak menggunakan kaki pembuluh yang disebut dengan kaki ambulakral. Gerakan kaki pembuluh dapat terjadi akibat perubahan tekanan air. Berdasarkan bentuk tubuhnya, Echinodermata dibagi menjadi lima kelas yaitu Asteroidea contoh *Astropecten duplicatus*, Echinoidea contoh *Echinus esculentus* (bulu babi berduri pendek), Ophiuroidea contoh *Ophiothrix fragilis*, Crinoidea

contoh *Antedon* sp. (lili laut bertangkai), dan Holothuroidea contoh *Holothuria atra* (teripang hitam).

8. Arthropoda

Arthropoda berasal dari kata *arthros* yang berarti sendi atau ruas dan *podos* yang berarti kaki. Arthropoda berarti hewan yang mempunyai kaki beruas-ruas. Arthropoda merupakan kelompok hewan yang mempunyai jumlah paling besar di muka bumi ini. Kelompok hewan ini dapat ditemukan hampir di semua habitat, yaitu di air, di darat, maupun di tanah. Selain kakinya beruas-ruas, tubuh hewan kelompok ini juga beruas-ruas. Tubuhnya terbagi menjadi tiga bagian, yaitu caput (kepala), toraks (dada), dan abdomen (perut). Tubuh Arthropoda mempunyai rangka luar (eksoskeleton) yang tersusun dari kitin. Rangka luar ini berfungsi menutupi dan melindungi organ dalam serta memberi bentuk tubuh. Dalam klasifikasinya, Arthropoda dibagi menjadi empat kelompok yaitu Crustacea (golongan udang dan kepiting), Arachnida (golongan kalajengking, akarina, dan laba-laba), Myriapoda (golongan luing dan lipan), dan Insecta (golongan serangga).

B. Vertebrata (Hewan Bertulang Belakang)

Vertebrata meliputi lima kelompok besar yaitu Pisces, Amphibia, Reptilia, Aves, dan Mammalia.

1. Pisces (Ikan)

Pisces memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- a. Semua anggotanya hidup di air.
- b. Bersifat poikiloterm (suhu tubuh tergantung suhu lingkungan).
- c. Berkembang biak dengan bertelur (ovipar).
- d. Fertilisasinya secara eksternal atau internal.
- e. Jantung terbagi menjadi dua ruangan (atrium dan ventrikel).
- f. Memiliki alat gerak berupa sirip.
- g. Permukaan tubuhnya ditutupi oleh kulit bersisik yang licin (berlendir).

Dalam klasifikasi lama, semua jenis ikan dimasukkan dalam kelas Pisces. Namun, dalam klasifikasi terbaru Pisces terbagi menjadi dua kelas sebagai berikut.

- a. Kelas Chondrichthyes (ikan bertulang rawan), contohnya ikan hiu (*Carcharhinus* sp.) dan ikan pari (*Dasyatis* sp.).
- b. Kelas Osteichthyes (ikan bertulang sejati), contohnya ikan mas (*Cyprinus carpio*), ikan nila (*Oreochromis niloticus*), dan ikan lele (*Clarias batracus*).

2. Amphibia (Amfibi)

Amphibia memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- a. Merupakan hewan yang dapat hidup di air dan di darat.
- b. Bersifat poikiloterm (suhu tubuh tergantung suhu lingkungan).
- c. Berkembang biak dengan bertelur (ovipar).
- d. Siklus hidupnya mengalami metamorfosis.
- e. Fertilisasinya secara eksternal dan embrio berkembang di luar tubuh induknya.
- f. Jantung terbagi menjadi tiga ruang (dua buah serambi dan sebuah bilik).
- g. Memiliki alat gerak berupa dua pasang tungkai.
- h. Permukaan tubuhnya ditutupi oleh kulit berlendir dan beberapa anggotanya memiliki kelenjar racun di kulit.

Contoh anggota Amphibia yaitu katak sawah (*Hylarana chalconota*) dan kodok bangkong (*Duttaphrynus melanostictus*).

3. Reptilia (Reptil)

Reptilia memiliki ciri-ciri se-bagai berikut.

- a. Merupakan hewan yang anggotanya ada yang hidup di air dan ada yang di darat.
- b. Bersifat poikiloterm (suhu tubuh tergantung suhu lingkungan).
- c. Ada yang berkembang biak dengan cara bertelur (ovipar), ada juga yang berkembang biak dengan cara bertelur-melahirkan (ovovivipar).
- d. Fertilisasinya secara internal dan embrio berkembang di luar tubuh induknya.
- e. Jantung terbagi menjadi empat ruang (atrium kanan, atrium kiri, ventrikel kanan, dan ventrikel kiri).
- f. Memiliki alat gerak berupa kaki (adal dan buaya), ada juga yang bergerak menggunakan perutnya (ular).
- g. Permukaan tubuhnya ditutupi oleh kulit kering bersisik (adal dan ular), ada juga yang memiliki karapaks dan plastron (kura-kura dan penyu).

Reptilia terbagi ke dalam empat ordo berikut.

- a. Rhynchocephalia, merupakan ordo dalam kelas Reptilia yang paling primitif. Contoh tuatara (*Sphenodon punctatus*).
- b. Squamata, terdiri atas dua subordo berikut.
 - 1) Lacertilia (bangsa adal), contohnya adal kebun (*Eutropis multifasciata*), cecak (*Gehyra mutilata*) dan bunglon (*Bronchocela jubata*).
 - 2) Ophidia (bangsa ular), contohnya ular piton (*Phytos reticulatus*) dan ular kayu (*Ptyas korros*).
 - c. Testudinata (bangsa kura-kura dan penyu), contohnya penyu hijau (*Chelonia mydas*) dan kura-kura air tawar (*Chelydra serpentia*).
 - d. Crocodilia (bangsa buaya), contohnya buaya muara (*Crocodylus porosus*).

4. Aves (Burung)

Aves memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- a. Merupakan hewan yang dapat terbang karena memiliki sayap, meskipun beberapa anggotanya tidak dapat terbang.
- b. Bersifat homoiterm (suhu tubuh tidak tergantung suhu lingkungan).
- c. Berkembang biak dengan cara bertelur (ovipar).
- d. Fertilisasinya secara internal dan embrio berkembang di luar tubuh induknya.
- e. Jantung terbagi menjadi empat ruang (atrium kanan, atrium kiri, ventrikel kanan, dan ventrikel kiri).
- f. Alat gerak berupa sayap dan sepasang kaki.
- g. Permukaan tubuhnya ditutupi oleh kulit yang ditumbuhi oleh bulu.

Aves terbagi ke dalam dua subkelas berikut.

- a. Archaeornithes

Merupakan burung yang mempunyai gigi di kedua rahangnya dan memiliki ekor berukuran panjang. Seluruh anggota subkelas ini telah punah. Contoh Archaeornithes adalah *Archaeopteryx*, dan *Archaeornis*.

- b. Neornithes

Merupakan burung yang hidup saat ini. Burung ini telah memiliki tulang dada (sternum) yang sempurna dan berukuran pendek. Neornithes dikelompokkan menjadi dua kelompok berikut.

- 1) Palaeognathae (kelompok burung yang tidak dapat terbang/burung pejalan)
 - a) Ordo Sphenisciformes, contohnya penguin (*Aptenodytes* sp.).
 - b) Ordo Casuariiformes, contohnya burung kasuari (*Casuarius casuarius*).
 - c) Ordo Apterygiformes, contohnya burung kiwi (*Apteryx australis*).
- 2) Neognathae (kelompok burung yang dapat terbang)
 - a) Ordo Galliformes, contohnya ayam (*Gallus gallus*).
 - b) Ordo Passeriformes, contohnya burung ketilang (*Pycnonotus aurigaster*) dan burung gereja (*Passer montanus*).
 - c) Coraciiformes, contohnya burung rangkong (*Buceros rhinoceros*).

5. Mammalia (Mamalia)

Mammalia memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- a. Hampir semua anggotanya hidup di darat, meskipun beberapa di antaranya hidup di air.
- b. Bersifat homoiterm (suhu tubuh tidak tergantung suhu lingkungan).
- c. Berkembang biak dengan cara melahirkan (vivipar), kecuali pada *Platypus* dengan bertelur (ovipar).
- d. Fertilisasinya secara internal dan embrio berkembang di dalam tubuh induknya.
- e. Jantung terbagi menjadi empat ruang (atrium kanan, atrium kiri, ventrikel kanan, dan ventrikel kiri).
- f. Alat gerak berupa dua pasang tungkai.
- g. Permukaan tubuhnya ditutupi oleh kulit yang ditumbuhi rambut.

Beberapa ordo dalam kelompok Mammalia sebagai berikut.

- a. Monotremata (mamalia yang bertelur), contohnya Platypus (*Ornithorhynchus anatinus*) dan echidna (*Tachyglossus* sp.).
- b. Marsupialia (mamalia berkantong), contohnya kanguru (*Dendrolagus ursinus*) dan kuskus (*Phalanger orientalis*).
- c. Insectivora (mamalia pemakan serangga), contohnya celurut rumah (*Suncus murinus*).
- d. Scandentia (bangsa tupai), contohnya tupai kalimantan (*Tupaia gracilis-gracilis*) dan tupai mindanau (*Urogale everetti*).
- e. Rodentia (mamalia penggerat), contohnya tikus sawah (*Rattus argentiventer*), bajing (*Sciurus* sp.), dan landak (*Hystrix brachyura*).
- f. Lagomorpha (bangsa kelinci), contohnya kelinci (*Nesolagus netscheri*).
- g. Chiroptera (mamalia yang dapat terbang), contohnya kalong (*Pteropus vampyrus*).
- h. Pholidota (mamalia tidak bergigi), contohnya trenggiling (*Manis javanica*).
- i. Carnivora (mamalia pemakan daging), contohnya harimau (*Panthera tigris*) dan anjing (*Canis* sp.).
- j. Proboscidea (mamalia berbelalai), contohnya gajah asia (*Elephas maximus*) dan gajah afrika (*Loxodonta africana*).
- k. Artiodactyla (mamalia berkuku genap), contohnya kambing (*Capra* sp.) dan sapi (*Bos* sp.).
- l. Perrisodactyla (mamalia berkuku ganjil), contohnya kuda (*Equus caballus*) dan badak (*Rhinoceros* sp.).
- m. Primata (mamalia paling maju, memiliki mata stereoskopis), contohnya manusia (*Homo sapiens*) dan orangutan (*Pongo Pygmaeus*).

Soal dan Pembahasan

1. Hewan-hewan berikut ini hidup di perairan, bertulang belakang, memiliki sirip ekor, memiliki kelenjar susu, berdarah panas, dan memiliki kemampuan berkomunikasi dengan metode pantulan suara, *kecuali*
- A. hiu
 - B. paus
 - C. pesut
 - D. dugong
 - E. lumba-lumba
- (SBMPTN 2013/132)
3. Struktur berikut yang merupakan bagian dari daur hidup Hidrozoa (Cnidaria) dan mampu menghasilkan gamet adalah
- A. gemmulai
 - B. planula
 - C. polip
 - D. medusa
 - E. tunas

(UM UGM 2004)

Pembahasan CERDAS:

Hewan-hewan yang ini hidup di perairan, bertulang belakang, memiliki sirip ekor, memiliki kelenjar susu, berdarah panas, dan memiliki kemampuan berkomunikasi dengan metode pantulan suara adalah mamalia laut, contoh paus, pesut, dugong, dan lumba-lumba. Adapun hiu termasuk ikan (Pisces).

Jawaban: A

2. Hewan yang pencernaannya berlangsung secara intraseluler dalam koanosit tergolong dalam filum
- A. Coelenterata
 - B. Platyhelminthes
 - C. Porifera
 - D. Protozoa
 - E. Echinodermata
- (UMPTN 2001)

Pembahasan CERDAS:

Hewan yang pencernaannya berlangsung secara intraseluler dalam koanosit (sel leher) tergolong dalam filum Porifera. Adapun proses pengangkutan pada hewan tersebut dilakukan oleh sel-sel amoebosit.

Jawaban: C

4. *Planaria* merupakan anggota Platyhelminthes yang dapat dijadikan bio-indikator lingkungan perairan.

SEBAB

Planaria bersifat karnivora dan banyak dijumpai pada perairan yang tercemar limbah domestik.

(SBMPTN 2014/432)

Pembahasan CERDAS:

Planaria merupakan anggota Platyhelminthes yang dapat dijadikan bio-indikator lingkungan perairan. Selain itu, *Planaria* bersifat karnivora dan banyak dijumpai pada perairan yang bersih. Dengan demikian, hewan tersebut tidak dijumpai pada perairan yang tercemar limbah domestik. Jadi, pernyataan benar namun alasan salah.

Jawaban: C

5. Karakteristik Reptilia yang tidak dimiliki Amphibia adalah
(1) Telur bercangkang
(2) Struktur kulit kering dan bersisik
(3) Melakukan fertilisasi secara internal
(4) Bernapas dengan paru-paru dan kulit.

(SNMPTN 2011/659)

Pembahasan CERDAS:

Karakteristik nomor 1-3 merupakan karakteristik Reptilia. Amphibia memiliki telur yang tidak bercangkang, kulit berlendir, fertilisasi eksternal, serta bernapas dengan paru-paru dan kulit. Dengan demikian, pernyataan yang benar terdapat pada nomor 1-3.

-----Jawaban: A

6. Hewan yang memiliki peredaran darah tertutup adalah
A. Katak
B. Cacing tanah
C. Ikan
D. Belalang

(SNMPTN 2012/734)

Pembahasan CERDAS:

Hewan yang memiliki peredaran darah tertutup adalah kelompok Vertebrata, contoh katak dan ikan. Adapun hewan yang memiliki peredaran darah terbuka adalah kelompok Invertebrata, contoh cacing tanah dan belalang.

-----Jawaban: B

7. Pada tahapan tertentu dari siklus hidupnya, *Fasciola hepatica* memerlukan siput air tawar *Lymnaea*, sebagai hospes perantara, nama tahapan tersebut adalah
A. dewasa
B. sisteserkus
C. mirasidium
D. onkosfer
E. serkaria

(SPMB 2002)

Pembahasan CERDAS:

Tahapan pada fase hidup cacing *Fasciola hepatica* sebagai berikut.

Telur → mirasidium → masuk ke tubuh *Lymnaea* (siput air tawar) → sporokista → redia → serkaria → keluar dari tubuh siput → metaserkaria → kista → masuk ke tubuh domba → cacing dewasa.

-----Jawaban: C

8. Anthozoa merupakan anggota Coelenterata yang berperan penting sebagai sumber pakan utama ikan di laut dalam.

SEBAB

Anthozoa merupakan hewan yang hidup menempel di substrat dasar perairan dan membentuk anemon laut.

(SBMPTN 2013/437)

Pembahasan CERDAS:

Anthozoa merupakan anggota Coelenterata yang berperan penting sebagai pembentuk ekosistem di laut dalam. Selain itu, Anthozoa merupakan hewan yang hidup menempel di substrat dasar perairan dan membentuk anemon laut. Jadi, pernyataan salah dan alasan benar

-----Jawaban: D

9. Hewan berikut ini yang mempunyai tubuh bilateral simetris adalah
(1) *Holothuria* (teripang)
(2) *Hydra*
(3) *Loligo* (cumi-cumi)
(4) *Spongia* (Spons)

(SNMPTN 2011/ 678)

Pembahasan CERDAS:

Simetri bilateral artinya bagian tubuhnya tersusun bersebelahan dengan bagian lainnya. Dengan demikian, jika hewan tersebut dipotong melalui mulut dan anusnya, akan didapatkan bagian yang sama antara sisi kiri dan sisi kanan. Hewan yang mempunyai tubuh bilateral simetris adalah *Holothuria* (teripang) dan *Loligo* (cumi-cumi). Adapun

Hydra dan *Spongia* mempunyai tubuh radial simetris.

-----**Jawaban: B**

- 10.** Ciri-ciri yang dimiliki oleh semua jenis serangga adalah
- (1) Anggota tubuh bersendi.
 - (2) Sistem peredaran darah terbuka.
 - (3) Terdapat saluran Malpighi.
 - (4) Rongga badan beruas.

(UM UGM 2006)

Pembahasan CERDAS:

Ciri-ciri serangga antara lain sebagai berikut.

- 1) Anggota tubuh bersendi.
- 2) Sistem peredaran darah terbuka.
- 3) Terdapat saluran Malpighi.
- 4) Rongga badan beruas.
- 5) Tubuh dibedakan menjadi caput, toraks, dan abdomen.
- 6) Tubuh dilapisi oleh zat kitin.

Jadi, semua pernyataan benar.

-----**Jawaban: E**





- BAB 7 -

Ekosistem dan Lingkungan

Rangkuman Materi

Ekosistem adalah suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Ekosistem bisa juga dikatakan suatu tatanan kesatuan secara utuh dan menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup yang saling memengaruhi satu sama lain.

A. Penyusun Ekosistem

Suatu ekosistem tersusun dari komponen-komponen ekosistem dan satuan-satuan makhluk hidup. Komponen ekosistem terdiri atas komponen abiotik dan komponen biotik.

1. Komponen abiotik

Komponen abiotik merupakan sekelompok benda tak hidup baik secara kimia atau pun fisik yang menjadi medium atau substrat atau tempat hidup makhluk hidup dalam suatu ekosistem. Komponen abiotik dapat berupa senyawa organik, senyawa anorganik, dan faktor-faktor yang memengaruhi distribusi organisme.

2. Komponen Biotik

Komponen biotik terdiri atas semua jenis makhluk hidup. Setiap organisme memiliki peranan masing-masing yang erat kaitannya dalam pemenuhan kebutuhan makanan. Menurut peran dan fungsinya, komponen biotik dibedakan menjadi produsen, konsumen, dan pengurai.

Antara komponen biotik tersebut terjadi proses makan dan dimakan yang disebut rantai makanan. Beberapa rantai makanan akan membentuk jaring-jaring makanan. Dalam hubungan makan dan dimakan terjadi aliran energi dari lingkungan abiotik (matahari) → produsen → konsumen → kembali ke alam.

B. Pola-Pola Interaksi dalam Ekosistem

Di dalam ekosistem setiap komponen biotik memiliki peran masing-masing dan saling berinteraksi satu sama lain. Jenis-jenis interaksi yang terjadi antarkomponen biotik sebagai berikut.

1. Hubungan Simbiosis

Simbiosis yang terjadi antarorganisme dibagi menjadi tiga yaitu simbiosis mutualisme, simbiosis komensalisme, dan simbiosis parasitisme.

- a. Simbiosis Mutualisme
Simbiosis mutualisme yaitu hubungan antara dua jenis organisme yang saling menguntungkan. Misalnya interaksi antara jamur dengan akar tumbuhan yang membentuk mikoriza.
- b. Simbiosis Komensalisme
Simbiosis komensalisme yaitu hubungan antara dua jenis organisme yang menguntungkan salah satu pihak, tetapi pihak yang lain tidak diuntungkan dan tidak dirugikan. Misalnya interaksi antara ikan hiu dengan ikan remora.
- c. Simbiosis Parasitisme
Simbiosis parasitisme yaitu hubungan antara dua jenis organisme yang merugikan salah satu pihak, sedangkan pihak yang lain diuntungkan. Misalnya interaksi antara tanaman benalu dengan tanaman inangnya.

2. Hubungan Kompetisi

Kompetisi merupakan jenis interaksi antarorganisme yang saling bersaing karena memiliki kebutuhan yang sama, misal kompetisi beberapa jenis burung di hutan yang memakan jenis serangga yang sama. Hubungan kompetisi terjadi jika dalam suatu ekosistem terjadi ketidakseimbangan, misalnya kekurangan air, makanan, dan ruang/tempat tinggal. Hubungan kompetisi dapat terjadi baik antara individu-individu dalam satu spesies (intraspesifik) maupun individu-individu yang berbeda spesies (interspesifik).

3. Hubungan Predasi

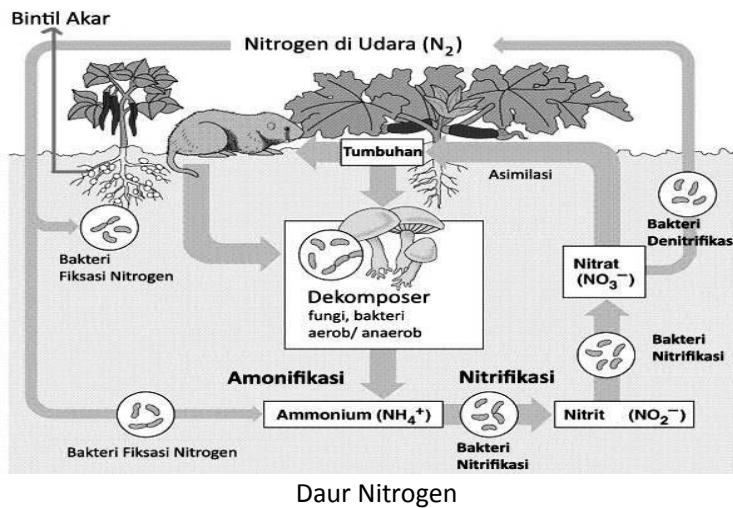
Hubungan predasi yaitu hubungan antara organisme yang memangsa dengan organisme yang dimangsa. Misal hubungan antara singa dengan rusa.

C. Daur Biogeokimia

Dalam suatu ekosistem terjadi aliran energi yang dikenal dengan daur biogeokimia. Daur biogeokimia adalah daur unsur atau senyawa kimia tertentu yang mengalir dari komponen abiotik ke komponen biotik lalu kembali lagi ke komponen abiotik. Daur biogeokimia meliputi daur nitrogen, daur karbon dan oksigen, daur air, daur fosfor, serta daur sulfur.

1. Daur Nitrogen

- a. Di atmosfer terdapat ± 80% nitrogen dalam bentuk nitrogen bebas (N_2).
- b. Beberapa bakteri dapat menyerap nitrogen dalam bentuk N_2 , contohnya *Rhizobium* yang hidup pada bintil akar tanaman Leguminosae.
- c. Nitrogen yang diikat oleh bakteri tersebut diubah menjadi amonia (NH_3). Proses pembentukan amonia ini disebut ammonifikasi.
- d. Amonia kemudian dirombak oleh bakteri nitrit (*Nitrosococcus* dan *Nitrosomonas*) menjadi ion nitrit (NO_2^-), kemudian ion nitrit dirombak oleh bakteri nitrat (*Nitrobacter*) menjadi ion nitrat (NO_3^-). Proses penyusunan senyawa nitrat dari amonia ini disebut nitrifikasi.
- e. Tumbuhan baru dapat menyerap nitrogen dalam bentuk ion nitrat. Selain itu, bakteri tanah juga memanfaatkan ion nitrat untuk memperoleh oksigen dalam proses denitrifikasi. Proses tersebut menghasilkan nitrogen. Nitrogen yang dihasilkan tersebut akan kembali ke atmosfer. Daur nitrogen dapat dilihat pada gambar berikut.



2. Daur Karbon dan Oksigen

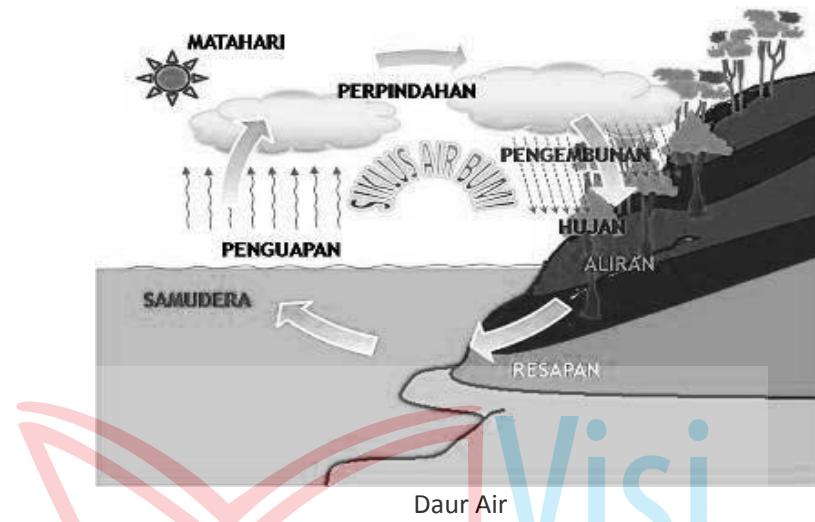
- Karbon di udara terdapat dalam bentuk CO_2 yang dapat larut dalam air.
- Karbon dioksida diserap oleh tumbuhan saat proses fotosintesis. Hasil fotosintesis berupa karbohidrat dan oksigen.
- Kedua zat tersebut dimanfaatkan oleh tumbuhan (produsen) dan makhluk hidup lainnya (konsumen).
- Oksigen dimanfaatkan makhluk hidup untuk bernapas. Pada saat bernapas, makhluk hidup mengeluarkan zat sisa berupa karbon dioksida.
- Karbon dioksida tersebut akan digunakan lagi oleh tumbuhan saat proses fotosintesis. Selain itu, karbon dioksida juga dihasilkan dari penguraian bahan-bahan organik dan pemakaian bahan bakar fosil oleh manusia. Daur karbon dan oksigen dapat dilihat pada gambar berikut.



3. Daur Air

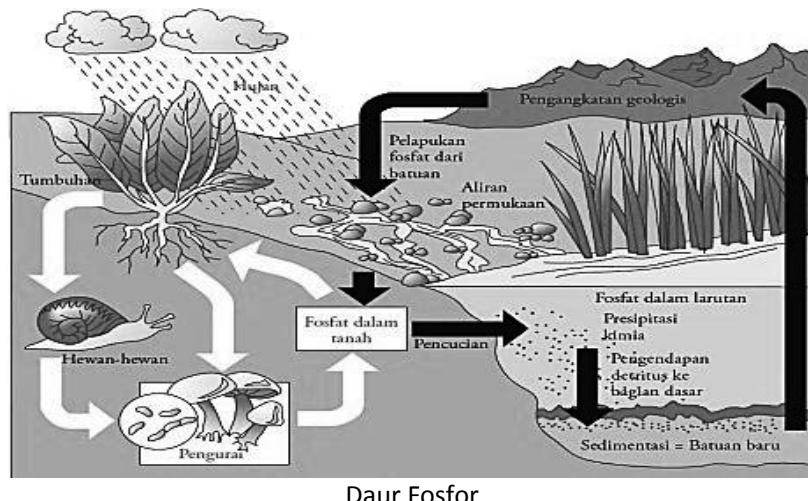
- Di bumi, air dapat berupa air permukaan (sungai dan laut), air tanah, serta air dalam tubuh makhluk hidup.

- b. Pada saat suhu tinggi, air di bumi dan air dalam tubuh makhluk hidup akan menguap dan membentuk awan.
- c. Setelah itu, terjadilah kondensasi uap air menjadi titik-titik air hujan akibat pengaruh suhu yang rendah (perbedaan suhu).
- d. Air hujan yang turun masuk dan meresap ke dalam tanah, selanjutnya dimanfaatkan oleh makhluk hidup, dan sebagian lagi mengalir menuju lautan. Pada saat suhu tinggi akan terjadi penguapan air lagi, dan begitu seterusnya. Daur air dapat dilihat pada gambar berikut.



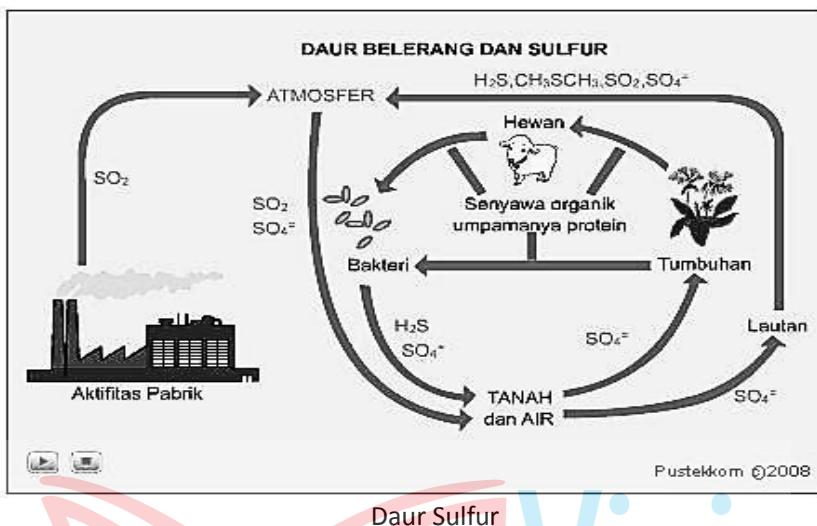
4. Daur Fosfor

- a. Fosfor merupakan salah satu komponen penyusun materi genetik.
- b. Senyawa fosfor yang ada di bumi kebanyakan tersimpan dalam bebatuan.
- c. Bebatuan tersebut akan mengalami erosi dan membebaskan senyawa fosfat (PO_4) yang diperlukan makhluk hidup.
- d. Senyawa fosfor akan dikembalikan ke tanah dan air oleh dekomposer (mikroorganisme pengurai). Daur fosfor dapat dilihat pada gambar berikut.



5. Daur Sulfur

- Di bumi, sulfur terdapat dalam bentuk hidrogen sulfida (H_2S).
- Sementara itu, tumbuhan dapat menyerap sulfur dalam bentuk sulfat (SO_4^{2-}).
- Perpindahan sulfat pada makhluk hidup terjadi melalui proses rantai makanan. Setelah makhluk hidup mati, jasadnya akan diuraikan oleh dekomposer. Daur sulfur dapat dilihat pada gambar berikut.



D. Perubahan Keseimbangan Lingkungan

Keseimbangan lingkungan secara alami dapat berlangsung karena beberapa hal, yaitu komponen-komponen yang ada terlibat dalam aksi-reaksi dan berperan sesuai kondisi keseimbangan, pemindahan energi (arus energi), dan siklus biogeokimia dapat berlangsung. Keimbangan lingkungan dapat terganggu apabila terjadi perubahan yang melebihi daya lentingnya, baik berupa pengurangan fungsi dari komponen atau hilangnya sebagian komponen yang dapat mengakibatkan putusnya mata rantai dalam ekosistem. Perubahan lingkungan dapat terjadi karena faktor alam dan akibat campur tangan (kegiatan) manusia.

1. Perubahan Lingkungan Akibat Faktor Alam

Beberapa contoh faktor alam yang dapat mengakibatkan perubahan lingkungan yaitu banjir bandang, gunung meletus, tanah longsor, gempa bumi, tsunami, kekeringan, kebakaran hutan, angin puting beliung, dan perubahan musim.

2. Perubahan Lingkungan Akibat Kegiatan Manusia

Beberapa contoh aktivitas manusia yang dapat mengakibatkan perubahan lingkungan sebagai berikut.

- Pembukaan lahan untuk pemenuhan kebutuhan pangan, sandang, papan, lahan, dan sarana transportasi.
- Aktivitas pertanian yang diikuti dengan peningkatan penggunaan pestisida dan pupuk kimia yang berlebihan.
- Eksplorasi sumber daya laut yang tidak ramah lingkungan.

E. Pencemaran Lingkungan Beserta Dampaknya dalam Kehidupan

Berbagai aktivitas manusia dapat mengubah lingkungan dan menimbulkan berbagai pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan meliputi pencemaran air, udara, dan tanah.

1. Pencemaran Air

Sumber-sumber pencemaran air dapat berupa limbah industri, limbah rumah tangga, dan limbah pertanian. Limbah industri misalnya logam berat (merkuri, timbal, seng, timah, krom, arsenat, dll). Limbah rumah tangga misalnya sampah rumah tangga (plastik, minyak, sisa-sisa makanan) dan detergen. Limbah pertanian misalnya zat kimia yang terkandung dalam pupuk pertanian. Limbah-limbah tersebut dapat menyebabkan berbagai penyakit dan kematian organisme yang ada di air serta eutrofikasi.

2. Pencemaran Udara

Sumber-sumber pencemaran udara dapat berasal dari bahan bakar fosil (bensin dan solar), pembakaran sampah/sisa hasil pertanian, pembakaran gas alam dan minyak bumi, transportasi, pembakaran arang, asap pabrik, serta pembakaran sampah sehingga menghasilkan gas CO, CO₂, NOx, SOx, serta CFC (*Chloro Fluoro Carbon*)/Freon. Dampak yang ditimbulkan dari pencemaran udara tersebut sebagai berikut.

- a. Konsentrasi CO berlebih menyebabkan proses peredaran darah di dalam tubuh terganggu sehingga dapat mengakibatkan kematian.
- b. Konsentrasi CO₂ berlebih di atmosfer bumi dapat mengakibatkan pemanasan global (efek rumah kaca).
- c. Konsentrasi nitrogen oksida berlebih di udara dapat bersifat racun yang dapat menyebabkan sesak napas.
- d. Sulfur oksida dan nitrogen oksida yang dihasilkan oleh asap pabrik dapat menyebabkan hujan asam.
- e. Konsentrasi gas CFC berlebih di udara menyebabkan rusaknya lapisan ozon. Lapisan ozon melindungi bumi dari masuknya sinar ultraviolet.

3. Pencemaran Tanah

Sumber-sumber pencemaran air dapat berupa limbah rumah tangga dan limbah pertanian. Limbah rumah tangga misalnya sampah organik dan anorganik yang berlebih sehingga menyebabkan tanah menjadi labil. Selain itu, kehidupan mikroorganisme tanah juga akan terganggu. Limbah pertanian misalnya zat kimia yang terkandung dalam pestisida dan insektisida yang menyebabkan kematian hewan-hewan nonsosaran yang hidup di tanah serta zat kimia yang terkandung dalam pupuk pertanian yang menyebabkan kematian mikroorganisme dalam tanah. Mikroorganisme tersebut dapat membantu menyuburkan tanah.

F. Pengelolaan Lingkungan

Aktivitas pengolahan lingkungan harus diimbangi dengan upaya pelestarian lingkungan agar keseimbangan lingkungan tetap terjaga. Beberapa upaya berikut dilakukan manusia dalam rangka menjaga kelestarian lingkungan sebagai berikut.

1. Pelestarian Air

Pelestarian air dapat dilakukan dengan mengolah limbah cair (rumah tangga dan industri) sebelum dibuang ke badan air, tidak memanfaatkan sungai sebagai tempat sampah, dan membangun sumur resapan di sekitar rumah.

2. Pelestarian Udara

Pelestarian udara dapat dilakukan dengan menggalakkan penanaman pohon atau pun tanaman hias di sekitar kita, mengupayakan pengurangan emisi atau pembuangan gas sisa pembakaran, baik pembakaran hutan maupun pembakaran mesin, dan mengurangi atau bahkan menghindari pemakaian gas kimia yang dapat merusak lapisan ozon di atmosfer.

3. Pelestarian Tanah

Pelestarian tanah dapat dilakukan dengan menggalakkan kegiatan menanam pohon atau penghijauan kembali (reboisasi) terhadap tanah yang gundul dan membuat terasering atau sengkedan untuk daerah perbukitan atau pegunungan yang posisi tanahnya miring.

Soal dan Pembahasan

1. Di dalam ekosistem, cendawan berperan penting sebagai
A. konsumen kedua
B. konsumen puncak
C. konsumen pertama
D. pengurai
E. produsen

(SNMPTN 2012/731)

Pembahasan CERDAS:

Cendawan adalah jamur yang sering menempel pada kayu lapuk. Di dalam ekosistem, cendawan berperan sebagai pengurai. Produsen misalnya tumbuhan hijau, konsumen misalnya ulat dan tikus.

Jawaban: D

2. Jika ekosistem air tawar tercemar oleh bahan insektisida dari wilayah pertanian di sekitarnya, maka kadar terbesar bahan pencemar terdapat pada
A. air tawar
B. ikan herbivor
C. fitoplankton
D. ikan karnivor
E. zooplankton

(UM UGM 2010)

Pembahasan CERDAS:

Dalam suatu ekosistem terjadi aliran energi dari produsen ke konsumen. Apabila ekosistem air tawar tercemar

oleh bahan insektisida dari wilayah pertanian di sekitarnya, maka kadar terbesar bahan pencemar terdapat pada ikan karnivor sebagai konsumen puncak. Semakin tinggi kedudukan dalam rantai makanan maka semakin besar jumlah akumulasi kadar bahan pencemar. Adapun jumlah bahan pencemar terkecil berada pada produsen.

Jawaban: D

3. Lumut kerak merupakan organisme simbion antara bakteri dan Algae.

SEBAB

Lumut kerak dapat digunakan sebagai indikator pencemaran lingkungan.

(SBMPTN 2015/504)

Pembahasan CERDAS:

Lichenes merupakan simbiosis antara Algae dengan Fungi (jamur) yang hidup di permukaan pohon atau bangunan. Menurut beberapa penelitian, Lichenes sangat sensitif terhadap sulfur dioksida. Mengingat tingkat sensitivitas Lichenes terhadap gas sulfur dioksida, Lichenes dapat dimanfaatkan sebagai salah satu indikator pencemaran lingkungan. Jadi, pernyataan salah namun alasan benar.

Jawaban: D

4. Pengadaan pohon pelindung jalan di perkotaan dapat membantu menurun-

kan suhu udara perkotaan. Kenyataan itu disebabkan

- A. Produksi oksigen pada proses fotosintesis.
- B. Penaungan oleh daun pohon.
- C. Pemanfaatan CO₂ pada proses transpirasi.
- D. Dampak dari proses transpirasi.

(SPMB 2001)

6. Kelompok tumbuhan sejenis yang hidup di sebidang sawah, berdasarkan konsep ekologi merupakan suatu

- A. ekosistem
- B. komunitas
- C. populasi
- D. spesies endemik
- E. gulma air

(UMPTN 2001)

Pembahasan CERDAS:

Pengadaan pohon pelindung jalan di perkotaan dapat membantu menurunkan suhu udara perkotaan. Kenyataan itu disebabkan karena tumbuhan dapat melakukan fotosintesis dengan memanfaatkan CO₂ untuk menghasilkan oksigen. CO₂ juga dimanfaatkan pada proses transpirasi. Selain itu, daun-daun dari pohon tersebut dapat dijadikan penaung. Sementara itu, hasil transpirasi berupa air yang dikeluarkan melalui stomata. Jadi, pernyataan yang benar nomor (1), (2), dan (3).

Jawaban: A

5. Bahan-bahan yang termasuk sebagai pencemar (polutan) di udara adalah

- (1) Minyak
- (2) Pestisida
- (3) Timbal
- (4) Asbes

(UM UGM 2005)

Pembahasan CERDAS:

Pestisida dan asbes merupakan polutan di udara karena apabila terhirup dapat membahayakan makhluk hidup yang menghirupnya. Selain itu, pestisida juga dapat mencemari tanah dan air. Sementara itu, minyak merupakan polutan air, sedangkan timbal merupakan polutan tanah. Jadi, pernyataan yang benar nomor (2) dan (4).

Jawaban: C

7. Fitoplankton dan zooplankton merupakan produsen dalam ekosistem perairan.

SEBAB

Fitoplankton dan zooplankton memanfaatkan O₂ terlarut untuk proses fotosintesis.

(SPMB 2006)

Pembahasan CERDAS:

Produsen adalah organisme yang mampu memproduksi makanannya sendiri melalui proses fotosintesis. Contoh produsen dalam ekosistem perairan yaitu fitoplankton. Sementara itu, zooplankton merupakan konsumen yang memakan fitoplankton. Jadi, pernyataan dan alasan keduanya salah.

Jawaban: E

8. Interaksi antarorganisme berikut yang termasuk dalam kategori kompetisi intraspesifik adalah interaksi antara

- A. sesama anggota kupu-kupu dengan spesies sama yang mendiami suatu populasi
- B. sesama anggota kumbang dengan beragam spesies yang mendiami suatu populasi
- C. benalu dengan pohon inangnya
- D. semut dengan pohon rambutan
- E. sapi dan rumput

(SNMPTN 2010/528)

Pembahasan CERDAS:

Kompetisi intraspesifik merupakan kompetisi yang melibatkan spesies yang sama dalam suatu populasi, misal sesama anggota kupu-kupu dengan spesies sama yang mendiami suatu populasi. Kompetisi ini dapat terjadi untuk memperebutkan mangsa, daerah teritorial, maupun pasangan kawin.

-----**Jawaban: A**

9. Pernyataan yang benar tentang herbivora dalam ekosistem adalah
- (1) Faktor abiotik membatasi kehidupan herbivora.
 - (2) kepadatan populasi herbivora dibatasi oleh interaksi antarspesies.
 - (3) Terdapat kompetisi intraspesies yang membatasi jumlah herbivora.
 - (4) Kehidupan herbivora dibatasi oleh aliran energi dalam ekosistem.

(SBMPTN 2013/337)

Pembahasan CERDAS:

Kehidupan herbivora dibatasi oleh faktor biotik maupun abiotik serta aliran energi dalam ekosistem. Kepadatan populasi herbivora dibatasi oleh interaksi antarspesies, misalnya tikus dengan kelinci dalam memakan tanaman rumput. Selain itu, kompetisi intraspesies juga membatasi jumlah herbivora, misalnya kompetisi antara dua kelinci memperebutkan pasangan kawin.

-----**Jawaban: E**

10. DDT adalah salah satu pestisida yang berbahaya bagi lingkungan, karena sifatnya dapat membunuh hewan sasaran dan hewan bukan sasaran. Sifat-sifat DDT tersebut di antaranya
- (1) Sukar terurai.
 - (2) Larut dalam lemak.
 - (3) Terakumulasi dalam tubuh organisme.
 - (4) Larut dalam air.

(UMPTN 2001)

Pembahasan CERDAS:

DDT adalah salah satu pestisida yang berbahaya bagi lingkungan, karena sifatnya dapat membunuh hewan sasaran dan hewan bukan sasaran. Sifat-sifat DDT tersebut di antaranya sebagai berikut.

- 1) Sukar terurai di alam bebas.
 - 2) Mudah larut dalam lemak.
 - 3) Terakumulasi dalam tubuh organisme.
 - 4) Tidak larut dalam air sehingga mencemari daerah perairan.
- Jadi, pernyataan yang benar terdapat pada nomor (1), (2), dan (3).

-----**Jawaban: A**

-----**Mandiri**



- BAB 8 -

Sel dan Jaringan

Rangkuman Materi

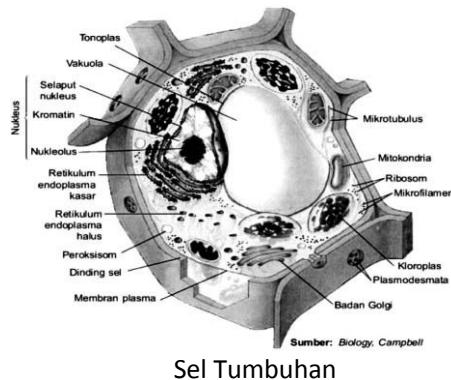
A. Sel

Sel merupakan unit fungsional dan struktural dalam kehidupan. Sebagai unit fungsional, di dalam sel berlangsung berbagai reaksi kimia kehidupan. Sementara itu, sel disebut sebagai unit struktural karena sel merupakan bagian dari komponen penyusun jaringan makhluk hidup.

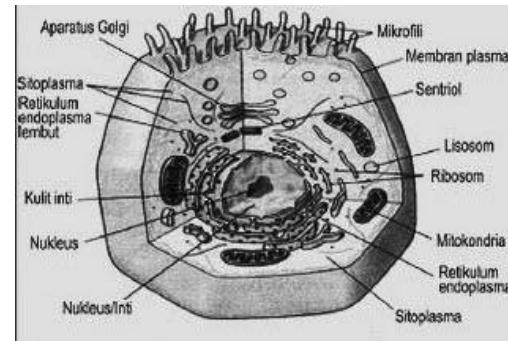
Sel dibedakan menjadi dua jenis, yaitu sel prokariotik dan sel eukariotik. Sel prokariotik merupakan sel yang tidak memiliki membran inti. Sementara itu, sel eukariotik merupakan sel yang memiliki membran inti dan sistem endomembran. Perbedaan antara sel prokariotik dan sel eukariotik disajikan dalam tabel berikut.

Pembeda	Prokariotik	Eukariotik
Dinding sel	ada	Ada (tumbuhan), tidak ada (hewan)
Sentriol	Tidak ada	Ada (hewan), tidak ada (tumbuhan)
Kloroplas	ada	Ada
Retikulum endoplasma	Tidak ada	Ada
Badan Golgi	Tidak ada	Ada
Lisosom	Tidak ada	Ada
Mitokondria	Tidak ada	Ada
Membran plasma	ada	Ada
Inti sel	ada	Ada
Ribosom	ada	Ada

1. Bagian-Bagian Sel dan Fungsinya



Sel Tumbuhan



Sel Hewan

Sel terdiri atas berbagai macam bagian. Bagian penyusun sel sebagai berikut.

a. Dinding sel

Dinding sel merupakan organel yang tersusun dari lipid, peptidoglikan, dan protein. Fungsi dinding sel adalah sebagai pelindung dan memberi bentuk tubuh sel.

b. Membran Plasma

Membran plasma merupakan bagian terluar sel yang tersusun dari lapisan lipid dan lapisan protein. Membran sel memiliki beberapa fungsi yaitu sebagai pengatur pertukaran zat dari dalam sitoplasma dan lingkungan luar, sebagai penerima rangsang dari luar sel, serta sebagai pelindung isi sel.

c. Sitoplasma

Sitoplasma adalah cairan protoplasma yang terdapat di luar membran inti. Cairan ini berfungsi sebagai tempat terjadinya reaksi kimia serta menyuplai bahan kimia untuk reaksi tersebut. Pada sitoplasma terdapat organel-organel yang menyusun, di antaranya sebagai berikut.

- Nukleus, berfungsi sebagai pengatur seluruh kegiatan sel. Selain itu, di dalam nukleus mengandung informasi genetik yang berfungsi dalam pewarisan sifat.
- Mitokondria, berperan sebagai penghasil energi. Mitokondria dapat menghasilkan energi melalui proses respirasi sel yang berlangsung di dalamnya.
- Plastida, plastida dibedakan menjadi tiga macam sesuai dengan pigmen yang dikandungnya yaitu kloroplas, kromoplas, dan leukoplas.
- Ribosom, berfungsi sebagai tempat sintesis protein.
- Retikulum endoplasma, ada dua jenis retikulum endoplasma, yaitu retikulum endoplasma kasar dan retikulum endoplasma halus. Retikulum endoplasma berperan dalam transportasi intra sel.
- Badan Golgi, berperan dalam sekresi dan ekskresi sel.
- Lisosom, berperan dalam pencernaan intra sel.
- Vakuola, berfungsi sebagai tempat menyimpan makanan cadangan.
- Sentriol, berperan dalam proses pembelahan sel.
- Badan mikro, dibedakan menjadi dua, yaitu peroksisom dan glikosism. Peroksisom berperan dalam oksidasi senyawa hidrogen peroksida (H_2O_2). Sedangkan glikosism mengandung enzim yang mampu mengubah lemak menjadi gula.

2. Transpor Melalui Membran

Pertukaran zat masuk dan keluar sel dapat dilakukan melalui membran. Transpor melalui membran dibedakan menjadi dua, yaitu transpor aktif dan transpor pasif.

a. Transpor Aktif

Transpor aktif merupakan transpor melalui membran dari gradien konsentrasi rendah ke tinggi sehingga memerlukan energi. Transpor aktif dibedakan menjadi pompa natrium-kalium, endositosis, dan eksositosis. Pompa natrium-kalium memompa ion Na^+ keluar dari dalam sel dan memompa ion K^+ masuk ke dalam sel. Endositosis merupakan pemasukan zat melalui membran dengan mekanisme fagositosis dan pinositosis. Eksositosis merupakan proses pengeluaran zat ke luar sel.

b. Transpor Pasif

Transpor pasif merupakan perpindahan molekul yang tidak memerlukan energi karena berlangsung dari konsentrasi tinggi ke rendah. Transpor pasif dibedakan menjadi difusi dan osmosis. Difusi merupakan proses perpindahan zat terlarut dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah baik melalui membran atau tidak. Sementara itu, osmosis merupakan perpindahan pelarut dari konsentrasi rendah ke tinggi.

B. Jaringan

Jaringan adalah sekumpulan sel yang memiliki bentuk, asal, struktur, dan fungsi sama. Jaringan dapat mengalami diferensiasi atau perkembangan.

1. Jaringan Tumbuhan

Jaringan tumbuhan dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu jaringan meristem, jaringan epidermis, jaringan korteks, dan jaringan pengangkut.

1. Jaringan Meristem

Jaringan meristem merupakan jaringan yang terdiri atas sekelompok sel yang masih aktif membelah. Berdasarkan letaknya, jaringan meristem dibedakan menjadi meristem apikal, meristem lateral, dan meristem interkalar. Sementara itu, berdasarkan asalnya, jaringan meristem dibedakan menjadi meristem primer dan meristem sekunder.

2. Jaringan Epidermis

Jaringan epidermis adalah jaringan terluar yang tersusun dari sel-sel epidermis yang tersusun rapat dan tidak memiliki ruang antarsel yang menutupi semua permukaan tubuh tumbuhan. Oleh karena itu, jaringan epidermis berfungsi sebagai pelindung sel di bawahnya.

3. Jaringan korteks

Jaringan korteks merupakan jaringan yang berasal dari perkembangan meristem dasar. Terdapat beberapa jenis jaringan korteks, yaitu jaringan parenkim, kolenkim, dan sklerenkim.

4. Jaringan Pengangkut

Jaringan pengangkut merupakan jaringan yang berfungsi mengangkut air dan mineral serta hasil fotosintesis. Jaringan pengangkut terdiri atas xilem dan floem. Xilem berfungsi mengangkut air dan mineral dari tanah ke daun. Xilem terdiri atas trakeid dan elemen pembuluh. Sedangkan floem berfungsi mengedarkan hasil fotosintesis ke seluruh tubuh tumbuhan. Floem terdiri atas beberapa komponen pembuluh tapis.

2. Jaringan Hewan

Jaringan hewan tersusun dari sel-sel dan matriks ekstraseluler. Jaringan pada hewan dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu jaringan epitel, saraf, otot, dan pengikat.

a. Jaringan Epitel

Jaringan epitel merupakan jaringan yang menyusun permukaan tubuh serta rongga tubuh. Jaringan epitel memiliki banyak bentuk sesuai dengan letak dan fungsinya. Beberapa jaringan epitel antara lain.

- Jaringan epitel pipih selapis
- Jaringan kubus selapis
- Jaringan epitel silindris selapis
- Jaringan epitel pipih berlapis
- Jaringan epitel kubus berlapis
- Jaringan epitel pipih berlapis
- Jaringan epitel silindris berlapis semu
- Jaringan epitel transisi

b. Jaringan Saraf

Jaringan saraf merupakan jaringan yang tersusun dari sel-sel saraf (neuron). Jaringan saraf berperan dalam menghantarkan impuls. Terdapat tiga jenis neuron, yaitu neuron motorik, neuron sensorik, dan neuron penghubung.

c. Jaringan Otot

Jaringan otot merupakan jaringan yang berperan dalam pergerakan. Jaringan otot tersusun dari sel-sel yang mampu berkontraksi. Jaringan otot mampu berkontraksi karena di dalamnya terdapat protein kontraktil dan serabut otot (miofibril). Jaringan otot dibedakan menjadi tiga jenis. Jenis dan ciri-ciri jaringan otot sebagai berikut.

Jenis Jaringan Otot	Ciri-Ciri
Otot polos	<ul style="list-style-type: none">• Sel berbentuk gelendong• Berinti satu di tengah• Bekerja secara tak sadar• Reaksi lambat
Otot lurik	<ul style="list-style-type: none">• Sel berbentuk silindris dan tidak bercabang• Berinti banyak inti di tepi• Bekerja secara sadar• Reaksi cepat
Otot jantung	<ul style="list-style-type: none">• Sel berbentuk silindris dan bercabang• Berinti banyak di tengah• Bekerja secara tidak sadar• Reaksi lambat

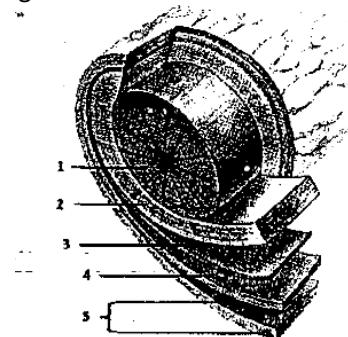
d. Jaringan pengikat

Jaringan pengikat merupakan jaringan yang berfungsi mengikat dan menyokong tubuh. Jenis-jenis jaringan pengikat sebagai berikut.

- Jaringan pengikat longgar
- Jaringan pengikat padat
- Jaringan tulang
- Jaringan adiposa
- Jaringan hematopoietik

Soal dan Pembahasan

1. Perhatikan gambar potongan melintang batang berikut ini!



Bagian yang merupakan kambium vaskuler ditunjukkan dengan nomor

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

(SBMPTN 2014)

Pembahasan CERDAS:

Gambar pada soal merupakan potongan melintang batang. Bagian yang ditunjuk nomor 1 adalah xilem sekunder. Nomor 2 adalah kambium vaskuler. Nomor 3 adalah floem sekunder. Nomor 4 adalah kambium gabus. Nomor 5 adalah periderm.

Jawaban: B

2. Jaringan dasar tumbuhan yang dapat berfungsi sebagai penyimpan cadangan makanan, tempat terjadinya fotosintesis serta sebagai jaringan pengisi berkas pembuluh adalah

- A. parenkim
- B. kolenkim
- C. sklerenkim
- D. kolenkim dan parenkim
- E. sklerenkim dan parenkim

(SBMPTN 2014)

Pembahasan CERDAS:

Proses fotosintesis berlangsung pada jaringan parenkim. Dalam parenkim terdapat vakuola besar sehingga dapat menyimpan cadangan makanan hasil fotosintesis. Sementara itu, kolenkim dan sklerenkim merupakan jaringan yang berfungsi sebagai penguat dan penyokong tubuh tumbuhan.

Jawaban: A

3. Jaringan akar yang berkembang dari protoderma adalah

- A. epidermis
- B. korteks
- C. endodermis
- D. perisikel
- E. xilem

(SBMPTN 2014)

Pembahasan CERDAS:

Sel-sel embrionik akan mengalami perkembangan menjadi meristem primer. Jaringan meristem primer terdapat di ujung akar dan ujung batang. Aktivitas jaringan meristem primer mengakibatkan pertumbuhan memanjang pada batang dan akar. Pertumbuhan jaringan meristem primer disebut pertumbuhan primer. Menurut Haberland, meristem primer berasal dari promeristem yang berkembang menjadi protoderma, prokambium, dan meristem dasar. Protoderma akan berkembang menjadi epidermis. Prokambium akan berkembang menjadi berkas pengangkut. Meristem dasar akan berkembang menjadi parenkim.

Jawaban: A

4. Fungsi autotrof daun diperankan oleh klorofil dan berlangsung terutama di

- A. epidermis
- B. kutikula

- C. stomata
- D. trikomata
- E. mesofil

(SBMPTN 2014)

Pembahasan CERDAS:

Mesofil pada daun terdiri atas parenkim palisade (jaringan tiang) dan parenkim spons (jaringan bunga karang). Keduanya mengandung klorofil yang berperan dalam proses fotosintesis. Melalui fotosintesis akan dihasilkan cadangan makanan. Organisme yang mampu melakukan fotosintesis adalah organisme autotrof.

-----**Jawaban: E**

5. Pernyataan yang tepat terkait pembentukan xilem dan floem sekunder pada batang adalah
- A. tidak dipengaruhi musim
 - B. terjadi pada tumbuhan monokotil
 - C. arah pertumbuhan xilem ke luar, dan floem ke dalam
 - D. berasal dari jaringan periselikel
 - E. menyebabkan terbentuknya lingkaran

(SBMPTN 2014)

Pembahasan CERDAS:

Proses pembentukan xilem dan floem berlangsung karena aktivitas jaringan kambium pada tumbuhan dikotil. Kambium akan tumbuh ke luar membentuk floem dan ke dalam membentuk xilem. Pertumbuhan xilem dan floem tersebut akan membentuk lingkaran pada batang yang disebut lingkaran tahun. Pembentukan lingkaran tersebut dipengaruhi oleh musim. Saat musim hujan terbentuk lingkaran tebal, sedangkan pada musim kemarau terbentuk lingkaran tipis. Sementara itu, periselikel akan terdiferensiasi menjadi parenkim dan sklerenkim.

-----**Jawaban: E**

6. Berikut ini yang merupakan jaringan ikat adalah

- A. tulang rawan, tulang keras, dan otot lurik
- B. tulang rawan, otot jantung, dan darah
- C. tulang keras, otot polos, dan darah
- D. tulang rawan, lemak, dan darah
- E. otot lurik, lemak, dan darah

(SBMPTN 2013)

Pembahasan CERDAS:

Jaringan ikat dibedakan menjadi dua yaitu jaringan ikat biasa dan jaringan ikat khusus. Jaringan ikat biasa terdiri atas jaringan ikat longgar dan jaringan ikat padat. Jaringan ikat khusus terdiri atas jaringan tulang rawan, jaringan tulang keras, jaringan darah, jaringan lemak, dan limfa.

-----**Jawaban: D**

7. Berdasarkan teori titik tumbuh Histogen bagian periblem akan menghasilkan jaringan
- A. epidermis
 - B. kutikula
 - C. stomata
 - D. korteks
 - E. stele

(SBMPTN 2013)

Pembahasan CERDAS:

Teori Histogen menyatakan bahwa titik tumbuh batang dapat dibedakan menjadi tiga. Pertama, jaringan dermatogen merupakan lapisan luar berupa satu lapis sel dan akan membentuk epidermis. Kedua, jaringan periblem merupakan lapisan tengah berupa beberapa lapis sel dan akan membentuk korteks. Ketiga, jaringan plerom merupakan lapisan dalam yang akan membentuk silinder pusat (stele).

-----**Jawaban: D**

- 8.** Serat pada batang pisang kuat sehingga dapat disulam menjadi kain atau tali.

SEBAB

Serat batang pisang merupakan pembuluh xilem yang berfungsi dalam transpor hasil fotosintesis.

(SBMPTN 2013)

Pembahasan CERDAS:

Pernyataan benar

Serat batang pisang sangat kuat sehingga dapat disulam menjadi kain atau tali.

Alasan salah

Serat batang pisang yang kuat merupakan pembuluh xilem. Pembuluh xilem berfungsi mengangkut air dan garam mineral dari tanah ke daun. Se-mentara itu, pembuluh yang berperan dalam transpor hasil fotosintesis adalah floem.

-----**Jawaban: C**

- 9.** Kurangnya permeabilitas dinding sel mengakibatkan terhambatnya metabolisme sel.

SEBAB

Permeabilitas sel dapat dipertahankan oleh adanya unsur kalsium.

(SBMPTN 2014)

Pembahasan CERDAS:

Pernyataan benar

Kurangnya permeabilitas dinding sel akan menghambat transportasi zat atau molekul dari dan ke luar sel. Dengan demikian dapat mengganggu transportasi bahan yang akan digunakan untuk proses metabolisme di dalam sel.

Alasan salah

Adanya unsur kalsium akan membuat sel menjadi mengalami pengerasan sehingga permeabilitas sel tidak dapat dipertahankan.

-----**Jawaban: C**

- 10.** Pasangan organel sel dan fungsinya yang benar adalah....

- (1) inti – pusat pengendali genetik
- (2) vakuola – absorpsi air
- (3) lisosom – mencerna organel rusak
- (4) kloroplas – mengubah energi cahaya

ya
(SNMPTN 2010)

Pembahasan CERDAS:

Organel penyusun sel memiliki fungsi yang berbeda-beda satu sama lain. Misalnya, inti sel berperan sebagai pusat pengendali genetik. Vakuola sebagai tempat absorpsi air dan penyimpanan cadangan makanan. Lisosom berperan dalam pencernaan intrasel, seperti mencerna organel yang telah rusak maupun benda asing yang berada dalam sel. Kloroplas berperan dalam mengubah energi cahaya melalui proses fotosintesis. Oleh karena itu, pasangan organel sel dan fungsinya yang tepat adalah (1), (2), (3), dan (4).

-----**Jawaban: E**



- BAB 9 -

Sistem Gerak

Rangkuman Materi

Sistem gerak terdiri atas kerja sama antara rangka, otot, dan sendi. Rangka berperan sebagai sistem gerak pasif, sedangkan otot berperan sebagai sistem gerak aktif.

A. Rangka

Rangka tersusun dari kumpulan tulang. Beberapa fungsi rangka antara lain sebagai berikut.

- Sebagai alat gerak pasif.
- Memberi bentuk tubuh.
- Menyokong tubuh.
- Melindungi organ-organ dalam tubuh.
- Tempat pembentukan sel-sel darah.
- Sebagai tempat melekatnya otot.

Tulang penyusun rangka terdiri atas tulang rawan (kartilago) dan tulang keras (osteon).

1. Tulang Rawan (Kartilago)

Komponen penyusun tulang rawan terdiri atas sel-sel tulang rawan (kondrosit) dan matriks. Matriks terdiri dari zat kolagen yang memberikan sifat lentur pada tulang rawan. Terdapat tiga jenis tulang rawan, yaitu tulang rawan hialin, fibrosa, dan elastis.

- Tulang rawan hialin bersifat kuat dan dapat ditemukan saluran pernapasan.
- Tulang rawan fibrosa bersifat kurang lentur dan dapat ditemukan pada lutut dan ruas-ruas tulang belakang.
- Tulang rawan elastis bersifat lentur dan dapat ditemukan pada daun telinga.

2. Tulang Keras (Osteon)

Tulang rawan akan mengalami proses osifikasi (penulangan) membentuk tulang keras. Pada tulang rawan terdapat rongga yang mengandung osteoblas (sel tulang muda) akan membentuk osteosit (sel tulang keras). Selanjutnya osteosit akan mengeluarkan berbagai zat, yaitu protein, kapur, dan fosfor. Zat tersebut yang mengakibatkan tulang menjadi keras.

Pada tulang keras terdapat sistem Havers. Di dalam sistem Havers terdapat pembuluh darah dan saraf. Pembuluh darah berperan dalam memberi nutrisi bagi sel-sel tulang. Pada tulang juga terdapat sumsum tulang. Ada dua macam sumsum tulang, yaitu sumsum tulang merah dan kuning. Sumsum tulang merah bersifat aktif dalam memproduksi sel-sel darah. Sedangkan sumsum tulang kuning bersifat pasif yang akan

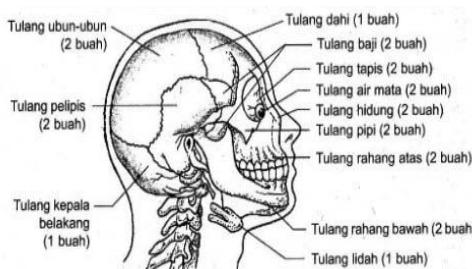
berperan dalam pembentukan sel-sel darah pada kondisi tertentu saja, misalnya saat anemia.

Tulang keras dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu tulang pipa, tulang pendek, dan tulang pipih.

- Tulang pipa: tulang lengan, paha, dan betis.
- Tulang pendek: ruas-ruas tulang belakang, pergelangan tangan, dan pergelangan kaki.
- Tulang pipih: tulang rusuk, dada, belikat, panggul, dan dahi.

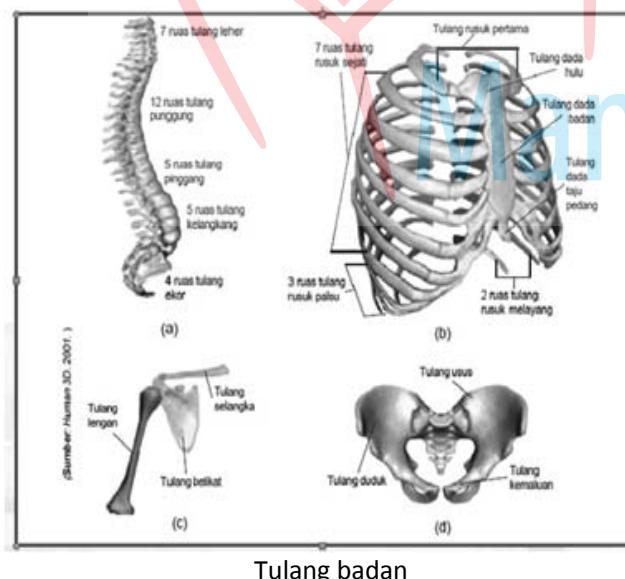
Rangka dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu tengkorak, badan, dan alat gerak.

1. Tengkorak



- Bagian muka: tulang hidung, tulang pipi, tulang rahang atas, tulang rahang bawah.
- Bagian kepala: tulang baji, tulang ubun-ubun, tulang pelipis, tulang tengkorak belakang, dahi, dan tapis.

2. Badan



- Gelang bahu: tulang belikat dan tulang selangka.
- Dada: tulang hulu, tulang badan, dan tulang taju pedang.
- Tulang belakang: tulang leher, tulang punggung, tulang pinggang, kelangkang, dan tulang ekor.
- Gelang panggul: tulang usus, tulang dudu, dan tulang kemaluan.
- Tulang rusuk: tulang sejati, tulang palsu, dan tulang melayang.

3. Alat gerak

- Lengan: lengan atas, tulang hasta, tulang pengumpil, tulang pergelangan tangan, tulang telapak tangan, dan tulang ruas jari tangan.
- Kaki: tulang paha, tulang tempurung lutut, tulang kering, tulang betis, tulang pergelangan kaki, tulang telapak kaki, dan tulang ruas-ruas jari kaki.



Alat Gerak

B. Otot

Otot merupakan alat gerak aktif. Sebagai alat gerak aktif, otot memiliki kemampuan khusus, yaitu kontraktibilitas, ekstensibilitas, dan elastisitas. Otot dibedakan menjadi tiga, yaitu otot rangka (lurik), otot polos, dan otot jantung. Otot yang berfungsi sebagai alat gerak aktif adalah otot rangka.

Otot rangka menempel pada rangka atau tulang. Cara kerja otot rangka ada dua macam, yaitu sinergis dan antagonis. Cara kerja otot secara sinergis terjadi ketika beberapa otot saling bekerja sama untuk melakukan suatu gerakan. Cara kerja otot secara antagonis terjadi ketika beberapa otot melakukan mekanisme yang berlawanan. Pada saat otot yang satu berkontraksi, otot yang lainnya akan berrelaksasi. Beberapa jenis gerakan karena otot sinergis dan antagonis sebagai berikut.

1. Gerakan otot sinergis

- Pronasi – Supinasi. Gerak pronasi adalah gerakan menelungkupkan. Gerak supinasi adalah gerakan menengadahkan. Gerakan ini diakibatkan oleh kerja sama otot-otot supinator.
- Gerakan menarik dan membuang napas. Pada saat menghirup napas, tulang rusuk terangkat ke atas. Demikian juga sebaliknya, tulang rusuk akan kembali ke posisi semula ketika membuang napas. Tulang rusuk yang terangkat dan kembali ke posisi semula merupakan gerakan yang ditimbulkan oleh kerja sama otot-otot antartulang rusuk.

2. Gerakan otot antagonis

- Abduksi – Adduksi. Abduksi merupakan gerakan menjauhi badan. Adduksi merupakan gerakan mendekati badan.
- Depresi – Elevasi. Depresi adalah gerakan menurunkan. Elevasi adalah gerakan menaikkan.
- Ekstensi – Fleksi. Ekstensi adalah gerakan meluruskan. Fleksi adalah gerakan menekuk.

C. Sendi

Antara tulang yang satu dengan tulang yang lainnya dihubungkan oleh persendian. Berdasarkan gerakan yang ditimbulkan, terdapat tiga macam persendian yaitu sinartrosis, amfiartrosis, dan diartrosis.

1. Sinartrosis

Sinartrosis merupakan persendian yang tidak memungkinkan terjadinya gerakan secara bebas. Ada dua macam sinartrosis yaitu hubungan antartulang yang tersusun dari tulang rawan (sinkondrosis) dan hubungan antartulang yang tersusun dari jaringan ikat (sinfibrosis).

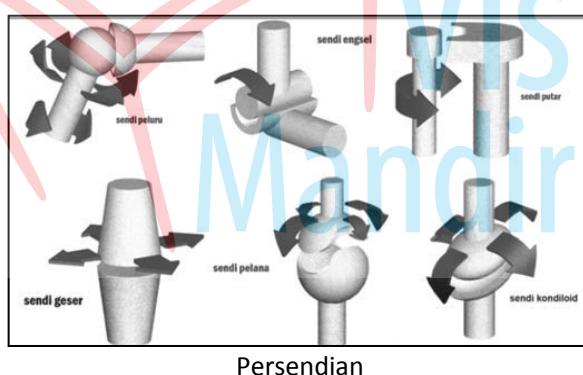
2. Amfiartrosis

Amfiartrosis adalah persendian yang dihubungkan oleh tulang rawan sehingga hanya menimbulkan sedikit gerakan.

3. Diartrosis

Diartrosis merupakan persendian yang dihubungkan oleh ligamen. Persendian ini memungkinkan gerakan yang lebih bebas. Diartrosis dapat dibedakan sebagai berikut.

- Sendi putar, yaitu persendian yang memungkinkan gerakan memutar. Contohnya, hubungan antara tulang hasta dengan tulang pengumpil.
- Sendi peluru, yaitu persendian yang memungkinkan gerakan ke segala arah. Contohnya, hubungan antara tulang gelang panggul dengan tulang paha.
- Sendi pelana, yaitu persendian yang menimbulkan gerakan ke dua arah. Contohnya, hubungan antara telapak tangan dengan ibu jari.
- Sendi engsel, yaitu persendian yang menimbulkan gerakan ke satu arah. Contohnya, hubungan antara tulang lengan atas dengan tulang hasta.
- Sendi geser, yaitu persendian yang hanya menimbulkan gerakan bergeser, misalnya pada ruas-ruas tulang belakang.
- Sendi luncur, persendian yang membuat badan dapat melengkung atau memutar.



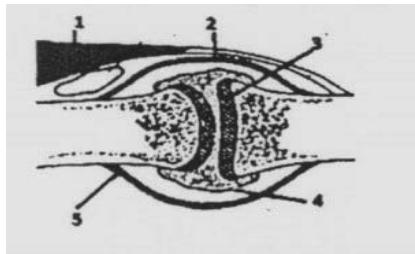
D. Penyakit pada Sistem Gerak

Penyakit yang terjadi pada sistem gerak manusia dapat ditimbulkan oleh kurangnya asupan zat gizi, kecelakaan, kerusakan pada alat gerak, maupun kebiasaan sikap tubuh. Penyakit yang dapat menyerang sistem gerak manusia sebagai berikut.

1. Kifosis, yaitu tulang belakang terlalu melengkung ke belakang.
2. Lordosis, yaitu tulang belakang terlalu melengkung ke depan.
3. Skoliosis, yaitu tulang belakang melengkung ke kanan atau ke kiri.
4. Atrofi, yaitu mengecilnya ukuran otot karena tidak pernah digunakan.
5. Hipertrofi, yaitu membesarnya ukuran otot karena sering digunakan secara rutin.
6. Fisura, yaitu keretakan pada tulang akibat benturan keras.
7. Fraktura, yaitu patah tulang akibat benturan keras.

Soal dan Pembahasan

1. *Tendinitis patella* di lutut adalah peradangan pada bagian nomor



- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

(SBMPTN 2015)

Pembahasan CERDAS:

Tendinitis patella adalah cedera pada tendon yang menghubungkan tempurung lutut (patella) ke tulang kering. Tendon yang menghubungkan tempurung lutut dengan tulang kering ditunjukkan oleh nomor 1.

Jawaban: A

2. Penderita penyakit osteoporosis kemungkinan disebabkan kelebihan hormon

- A. kalsitonin
- B. prolaktin
- C. parathormon
- D. kortikoid
- E. epineprin

(SPMB 2007)

Pembahasan CERDAS:

Salah satu hormon yang terdapat pada tulang adalah hormon kalsitonin. Hormon tersebut berfungsi menurunkan kadar kalsium dalam darah. Kelebihan hormon kalsitonin akan menurunkan

kadar kalsium pada tulang sehingga mengakibatkan osteoporosis.

Jawaban: A

3. Manakah ciri yang dimiliki oleh jaringan tulang ?

- A. Membatasi rongga dengan membran dasar.
- B. Terdiri dari sel-sel yang bentuknya panjang dan tipis.
- C. Terdiri dari sel-sel yang diliputi oleh matriks.
- D. Mempunyai fungsi sebagai alat koordinasi.
- E. Berfungsi untuk melestarikan organisme.

Pembahasan CERDAS:

Jaringan tulang tersusun dari sel-sel tulang dan matriks. Jaringan yang membatasi rongga dengan membran dasar adalah jaringan epitel. Jaringan yang mempunyai fungsi sebagai alat koordinasi adalah jaringan saraf. Sedangkan itu, yang berfungsi melestarikan organisme adalah sistem reproduksi.

Jawaban: C

4. Hubungan antara tulang yang tidak memungkinkan terjadinya gerak seperti tulang-tulang penyusun tengkorak disebut ...

- A. Amfiartrosis
- B. Diartrosis
- C. Sinartrosis
- D. Sinkondrosis
- E. Artikulasi

Pembahasan CERDAS:

Hubungan antartulang disebut persendian. Ada tiga jenis persendian yaitu sinartrosis, amfiartrosis, dan diartrosis. Sinartrosis merupakan bentuk persendian yang tidak memungkinkan terjadi

dinya gerakan. Misalnya persendian antara tulang-tulang penyusun tengkorak. Amfiartrosis merupakan bentuk persendian yang masih memungkinkan terjadinya gerak secara terbatas. Sementara itu, diartrosis merupakan bentuk pesendian yang memungkinkan terjadinya gerakan secara bebas.

-----**Jawaban: C**

5. Tulang sejati merupakan tulang utama penyusun tulang embrio.

SEBAB

Tulang sejati mengandung banyak kalium fosfat.

Pembahasan CERDAS:

Pernyataan salah

Tulang sejati merupakan tulang utama penyusun tulang pada orang dewasa. Sementara itu, tulang utama penyusun embrio adalah tulang rawan.

Alasan benar

Tulang sejati mengandung banyak kalium fosfat sehingga tulang sejati memiliki struktur keras.

-----**Jawaban: D**

6. Di dalam saluran Havers terdapat

- (1) pembuluh darah
- (2) sumsum tulang
- (3) serabut saraf
- (4) sel-sel tulang

(SPMB 2004)

Pembahasan CERDAS:

Saluran Havers merupakan saluran pada sistem tulang (sistem Havers) yang dikelilingi oleh lamella. Dalam saluran Havers terdapat pembuluh darah, pembuluh limfe, dan saraf. Oleh karena itu, pilihan jawaban yang tepat adalah nomor (1) dan (3).

-----**Jawaban: B**

7. Kelainan tulang akibat gangguan infeksi antara lain

- (1) artritis

- (2) fisura
- (3) polio
- (4) nekrosis

(UM UNDIP 2010)

Pembahasan CERDAS:

Kelainan pada tulang dapat disebabkan oleh berbagai hal seperti infeksi dan benturan. Gangguan tulang yang disebabkan infeksi misalnya peradangan pada sendi yang disebut artritis serta polio yang disebabkan infeksi mikroorganisme. Oleh karena itu, pilihan jawaban yang tepat adalah nomor (1) dan (3).

-----**Jawaban: B**

8. Gerakan menekuk lengan yang melibatkan otot bisep dan trisep menunjukkan karakteristik kemampuan otot khususnya sifat ...

- (1) plastisitas
- (2) ekstensibilitas
- (3) fleksibilitas
- (4) kontraktibilitas

(UM UGM 2007)

Pembahasan CERDAS:

Gerakan menekuk lengan yang melibatkan otot bisep dan trisep menunjukkan karakteristik kemampuan otot khususnya sifat ekstensibilitas dan kontraktibilitas. Kontraktibilitas merupakan kemampuan otot untuk memendek dari ukuran otot semula. Sementara itu, ekstensibilitas merupakan kemampuan otot untuk memanjang dari ukuran otot semula. Oleh karena itu, pilihan jawaban yang tepat adalah nomor (2) dan (4).

-----**Jawaban: C**

9. Jenis protein struktural yang berperan dalam kontraksi sel otot adalah...

- (1) mikrotubul
- (2) aktin
- (3) tubulin
- (4) miosin

(SPMB 2007)

Pembahasan CERDAS:

Kontraksi sel otot dapat berlangsung karena adanya peran protein aktin dan miosin. Pada sarkomer mengandung aktin yang merupakan protein tebal dan miosin yang merupakan protein tipis yang saling bertumpang tindih. Pada saat otot berkontraksi, aktin dan miosin saling bertautan sehingga membentuk aktomiosin sehingga otot memendek (berkontraksi). Oleh karena itu, pilihan jawaban yang tepat adalah nomor (2) dan (4).

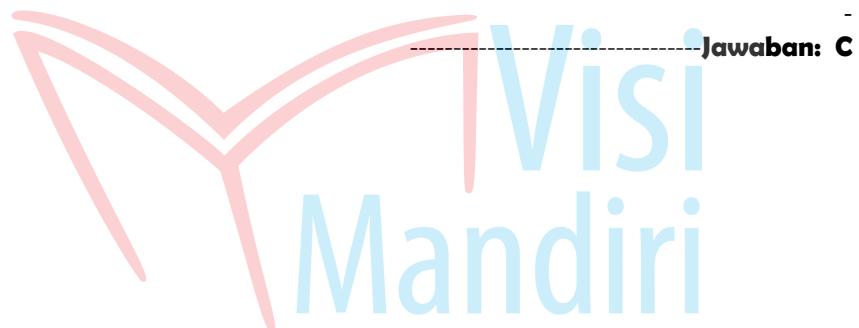
-----**Jawaban: C**

10. Pernyataan berikut yang merupakan persamaan antara sel otot jantung dan sel otot rangka adalah
- (1) membentuk percabangan
 - (2) berinti banyak
 - (3) kerjanya tidak dikendalikan oleh kehendak
 - (4) bersifat lurik

(SPMB 2005)

Pembahasan CERDAS:

Pembeda	Otot jantung	Otot rangka
Bentuk	Serabut dengan lurik, bercabang	Serabut dengan lurik, tidak bercabang
Inti	Banyak	Banyak
Letak inti	Di tengah	Di tepi
Kerja	Tidak sadar	Sadar





- BAB 10 -

Sistem Peredaran Darah

Rangkuman Materi

Sistem peredaran darah berfungsi sebagai alat transportasi zat dalam tubuh, sistem kekebalan tubuh, dan mengatur suhu badan. Sistem peredaran darah manusia terdiri atas tiga komponen, yaitu darah, jantung, dan pembuluh darah.

A. Komponen Sistem Peredaran Darah

Komponen yang menyusun sistem peredaran darah adalah darah, jantung, dan pembuluh darah.

1. Darah

Darah tersusun dari dua komponen, yaitu plasma darah dan sel darah.

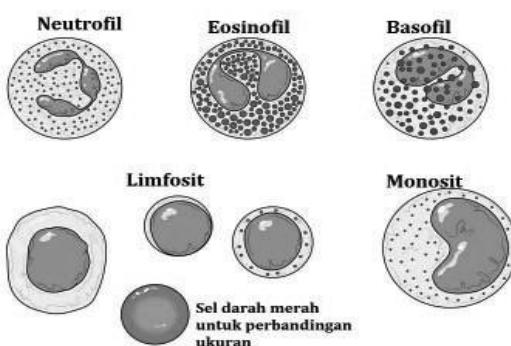
a. Plasma Darah

Plasma darah merupakan cairan penyusun darah yang terdiri dari 92% air dan sisanya berupa garam serta molekul organik. Fungsi plasma darah sebagai berikut.

- Mengedarkan zat makanan ke seluruh tubuh.
- Membawa zat sisa metabolisme ke organ ekskresi.
- Mengedarkan hormon ke organ yang membutuhkan.

b. Sel Darah

Terdapat tiga jenis sel darah, yaitu sel darah merah, sel darah putih, dan keping darah.



Gambar sel darah merah (Sumber: fungsi.web.id)

1) Sel Darah Merah (Eritrosit)

Sel darah merah berbentuk bikonkaf dan merupakan sel darah yang paling banyak terdapat dalam darah. Sel darah merah mengandung hemoglobin yang berfungsi sebagai pengikat oksigen.

2) Sel Darah Putih (Leukosit)

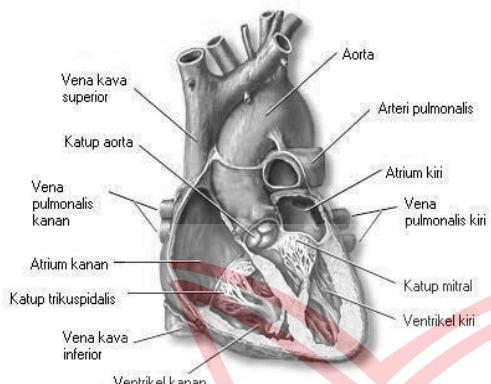
Sel darah putih memiliki bentuk yang tidak beraturan serta dapat bergerak. Fungsi utama sel darah putih adalah memakan benda asing yang masuk ke tubuh sehingga berperan dalam sistem pertahanan tubuh. Terdapat dua macam sel darah putih, yaitu granulosit dan agranulosit.

1. Granulosit, terdiri atas neutrofil, eosinofil, dan basofil.
2. Agranulosit, terdiri atas monosit dan limfosit.

3) Keping Darah (Trombosit)

Keping darah berukuran kecil dan memiliki bentuk tidak beraturan. Keping darah berperan dalam proses pembekuan darah saat terjadi luka.

2. Jantung

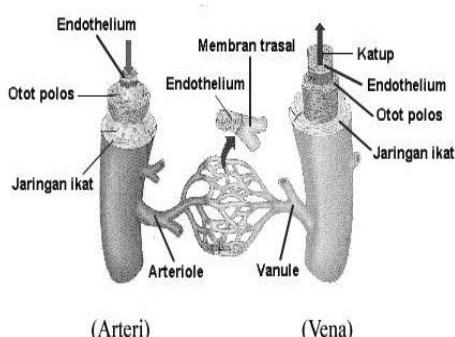


Gambar jantung

(Sumber: hedisasrawan.blogspot.co.id)

Jantung tersusun oleh otot jantung sehingga mampu melakukan kontraksi. Pada bagian dalam jantung terdapat sekat yang membagi jantung menjadi bagian kanan dan kiri. Jantung bagian kanan terdiri atas serambi kanan dan bilik kanan yang dipisahkan oleh katup trikuspidalis, sedangkan jantung sebelah kiri terdiri atas serambi kiri dan bilik kiri yang dipisahkan oleh katup bikuspidalis. Jantung bagian kanan berisi darah yang mengandung banyak karbon dioksida, sedangkan jantung bagian kiri berisi darah yang mengandung banyak oksigen.

3. Pembuluh Darah



Gambar Pembuluh darah

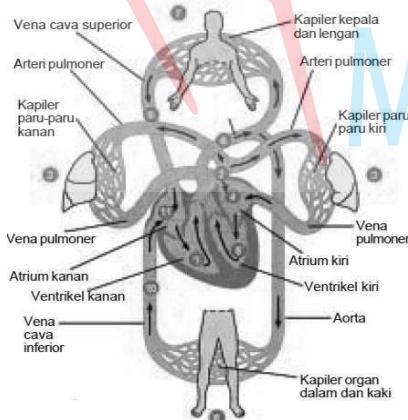
Pembuluh darah dibedakan menjadi pembuluh nadi, pembuluh balik, dan pembuluh kapiler. Pembuluh nadi adalah pembuluh darah yang membawa darah ke luar jantung. Pembuluh nadi ada tiga jenis yaitu aorta, arteri, dan arteriola. Sementara itu, pembuluh balik adalah pembuluh darah yang membawa darah kembali ke jantung. Pembuluh balik juga terdapat tiga jenis, yaitu vena kava, vena, dan venula. Arteriola dan venula akan bertemu dalam sel tubuh dalam bentuk pembuluh kapiler darah.

Perbedaan antara arteri dan vena sebagai berikut.

Perbedaan	Arteri	Vena
Sifat dinding	Tebal dan elastis	Tipis dan tidak terlalu elastis
Jumlah katup	Satu yang terletak pada pangkal aorta	Banyak yang terletak di sepanjang pembuluh
Letak dalam tubuh	Tersembunyi dari permukaan tubuh	Terletak dekat permukaan tubuh
Aliran darah	Meninggalkan jantung	Menuju jantung
Sifat darah yang dibawa	Mengandung banyak oksigen kecuali darah yang dibawa oleh arteri pulmonalis	Mengandung banyak karbon dioksida kecuali darah yang dibawa oleh vena pulmonalis
Jika terjadi perlukaan	Darah memancar	Darah merembes

B. Mekanisme Peredaran Darah

Mekanisme peredaran darah pada manusia disebut sebagai sistem peredaran darah ganda karena darah mengalir melalui jantung sebanyak dua kali dalam satu kali peredaran, yaitu sistem peredaran darah kecil dan sistem peredaran darah besar.



Skema Sistem Peredaran Darah

Sistem peredaran darah kecil merupakan sistem peredaran darah dari jantung menuju paru-paru dan kembali lagi ke jantung. Sistem peredaran darah besar yaitu sistem peredaran darah dari jantung menuju seluruh tubuh dan kembali lagi ke jantung. Selain itu, sistem peredaran darah manusia disebut juga sebagai sistem peredaran darah tertutup karena darah mengalir di dalam suatu pembuluh.

C. Gangguan Sistem Peredaran Darah

Beberapa gangguan yang dapat terjadi pada sistem peredaran darah sebagai berikut.

1. Anemia: kekurangan kadar Hb, Fe, dan eritrosit sehingga mengakibatkan gejala 5L (lemah, letih, lesu, lunglai, dan lemas).
2. Hemofilia: darah sukar membeku pada saat terjadi luka.
3. Hipertensi: tekanan darah pada arteri yang terlalu tinggi.
4. Gagal jantung: jantung tidak dapat berdetak dengan normal.

Soal dan Pembahasan

- 1.** Pada penderita alkilos metabolismik, unsur yang tidak terkompensasi adalah
- pH plasma netral, konsentrasi HCO_3^- tinggi
 - pH plasma rendah, konsentrasi HCO_3^- rendah
 - pH plasma tinggi, konsentrasi HCO_3^- tinggi
 - pH plasma tinggi, konsentrasi HCO_3^- rendah
 - pH plasma rendah, konsentrasi HCO_3^- tinggi

(SBMPTN 2015)

Pembahasan CERDAS:

Tingkat basa cairan tubuh terutama pada plasma darah yang tinggi akan menyebabkan alkilos metabolismik. Tingginya pH plasma tersebut terjadi karena naiknya konsentrasi serum bikarbonat (HCO_3^-).

Jawaban: C

- 2.** Pada sistem golongan darah ABO, jika seseorang mempunyai golongan darah AB berarti darahnya
- mempunyai antibodi berupa anti A dan anti B
 - mempunyai antigen A dan antigen B
 - tidak mempunyai antigen A dan antigen B
 - hanya mempunyai antigen A
 - hanya mempunyai antigen B

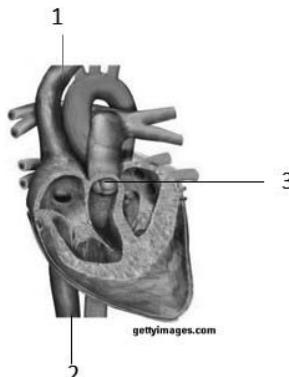
(UM UNSOED 2014)

Pembahasan CERDAS:

Golongan darah	Antigen	Antidodi (serum)
A	A	Anti B (β)
B	B	Anti A (α)
AB	A dan B	-
O	-	Anti A (α) dan Anti B (β)

Jawaban: B

- 3.** Perhatikan gambar anatomi jantung berikut!



Bagian-bagian yang ditandai dengan angka 1, 2, dan 3 berturut-turut adalah

- ...
- vena kava superior, vena kava inferior, arteri pulmonalis
 - aorta, arteri pulmonalis, dan vena pulmonalis
 - aorta, vena pulmonalis, dan arteri pulmonalis
 - vena kava, aorta, dan arteri pulmonalis
 - aorta, vena kava, dan vena pulmonalis

(SBMPTN 2013)

Pembahasan CERDAS:

Pada organ jantung tersebut, bagian yang ditunjukkan nomor 1 adalah vena kava superior. Nomor 2 adalah vena kava inferior. Sedangkan nomor 3 adalah arteri pulmonalis.

Jawaban: A

- 4.** Sel darah putih yang memiliki fungsi fagosit adalah
- basofil
 - neutrofil
 - eosinofil
 - limfosit
 - mastosit

(SNMPTN 2011)

Pembahasan CERDAS:

Sel darah putih dibedakan menjadi dua yaitu granulosit dan agranulosit. Sel darah putih granulosit terdiri atas tiga jenis sel darah putih yaitu neutrofil, eosinofil, dan basofil. Neutrofil bersifat fagosit, sedangkan eosinofil dan basofil bersifat nonfagosit. Sementara itu, sel darah putih agranulosit terdiri atas limfosit dan monosit. Monosit bersifat fagosit, sedangkan limfosit bersifat nonfagosit. Jadi, sel darah putih yang bersifat fagosit adalah neutrofil dan monosit.

-----**Jawaban: B**

5. Molekul atau senyawa yang dapat berikatan dengan hemoglobin adalah
- A. oksigen dan nitrogen
 - B. oksigen dan karbon monoksida
 - C. karbon monoksida dan nitrogen
 - D. karbon monoksida dan karbon dioksida
 - E. oksigen, karbon monoksida, dan karbon dioksida

(SNMPTN 2010)

Pembahasan CERDAS:

Hemoglobin merupakan suatu protein yang mengandung hemin di dalam sel darah merah. Hemoglobin mampu mengikat oksigen, karbon dioksida, dan karbon monoksida untuk dibawa ke seluruh tubuh.

-----**Jawaban: E**

6. Seorang laki-laki memiliki golongan darah AB menikah dengan wanita ber golongan darah B heterozigot. Di bawah ini adalah kemungkinan golongan darah anak-anak mereka, kecuali
- A. AB ($I^A I^B$)
 - B. A ($I^A I^O$)
 - C. B ($I^B I^B$)
 - D. B ($I^B I^O$)
 - E. O ($I^O I^O$)

(UM UNDIP 2010)

Pembahasan CERDAS:

P: Pria AB >< wanita B heterozigot

G: $I^A I^B$ $I^B I^O$

F1: $I^A I^B = AB$

$I^A I^O = A$

$I^B I^B = B$

$I^B I^O = B$

Jadi kemungkinan golongan darah anaknya **kecuali O** ($I^O I^O$).

-----**Jawaban: E**

7. Hemofilia adalah gangguan pada sistem peredaran darah berupa

- A. jumlah sel hemoglobin dalam sel darah merah rendah
- B. jumlah sel darah putih jauh di atas normal
- C. kondisi darah yang sulit membeku
- D. kurangnya volume darah dari volume normal
- E. darah pada kondisi kekurangan vitamin B12

(UM UNDIP 2012)

Pembahasan CERDAS:

Salah satu penyakit yang dapat menyerang sistem peredaran darah adalah hemofilia. Hemofilia ditandai dengan kondisi darah yang sukar membeku pada saat tubuh terluka. Hal tersebut terjadi karena darah tidak memiliki faktor pembeku.

-----**Jawaban: C**

8. Bila hasil pengukuran tekanan darah seseorang tertulis angka 120/90 berarti tekanan sistolnya adalah 120.

SEBAB

Tekanan sistol terjadi pada saat atrium berkontraksi.

(SNMPTN 2012)

Pembahasan CERDAS:**Penyataan benar**

Bila hasil pengukuran tekanan darah seseorang tertulis angka 120/90 berarti tekanan sistolnya adalah 120. Semen-

tara itu, angka 90 menunjukkan tekanan diastol.

Alasan salah

Tekanan sistol merupakan tekanan yang terjadi pada saat jantung memompa darah ke seluruh tubuh, berarti terjadi pada saat ventrikel berkontraksi.

-----**Jawaban: C**

9. Sistem pembuluh limfa berfungsi mengembalikan cairan limfa dari ruang antar sel ke sistem sirkulasi.

SEBAB

Cairan limfa yang diangkut ke dalam sistem sirkulasi mengandung sel darah merah yang berfungsi mengikat oksigen.

(SBMPTN 2015)

Pembahasan CERDAS:

Pernyataan benar

Pembuluh limfa berfungsi mengangkut cairan limfa yaitu suatu cairan yang dikumpulkan dari berbagai jaringan dan kembali ke aliran darah. Limfa berfungsi mengangkut cairan jaringan, protein, lemak, dan zat-zat lain dari jaringan dan dikembalikan ke sistem peredaran darah.

Alasan salah

komponen seluler dalam cairan limfa berupa limfosit dan granulosit.

-----**Jawaban: C**

10. Ciri-ciri arteri adalah ...

- (1) Membawa darah menuju dan keluar jantung.
- (2) Membawa darah keluar dari jantung.
- (3) Selalu membawa darah yang banyak mengandung oksigen.
- (4) Membawa darah yang mengandung banyak atau sedikit oksigen.

(SNMPTN 2009)

Pembahasan CERDAS:

Arteri merupakan pembuluh darah yang berperan membawa darah keluar dari jantung, sedangkan pembuluh darah yang berperan mengalirkan darah menuju jantung adalah pembuluh vena. Arteri membawa darah yang mengandung banyak atau sedikit oksigen. Darah yang mengandung sedikit oksigen akan dikeluarkan oleh arteri menuju paru-paru. Sedangkan darah yang mengandung banyak oksigen akan dibawa arteri keluar jantung menuju seluruh tubuh. Oleh karena itu, ciri arteri yang benar adalah (2) dan (4).

-----**Jawaban: C**

Mandiri



- BAB 11 -

Sistem Pencernaan

Rangkuman Materi

Sistem pencernaan berfungsi memecah bahan-bahan makanan menjadi sari-sari makanan yang siap diserap oleh tubuh. Sistem pencernaan manusia terdiri atas saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan.

A. Saluran Pencernaan

Saluran pencernaan terdiri atas organ-organ yang dilalui makanan dalam proses pencernaan. Organ-organ penyusun saluran pencernaan sebagai berikut.

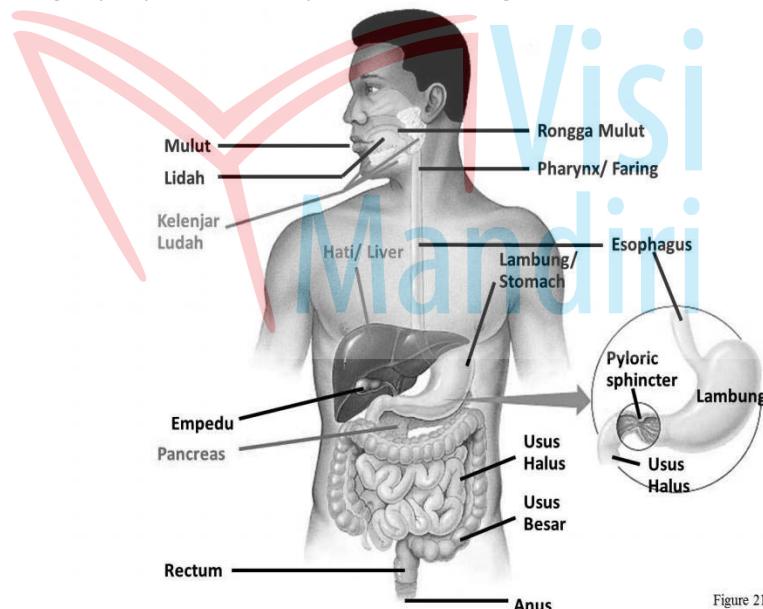


Figure 21.4

Source : Biology – Concepts & Connection – Campbell (Fourth edition)

Sistem Pencernaan

1. Rongga Mulut

Dalam mulut terjadi pencernaan secara mekanik dan kimiawi. Pencernaan mekanik dibantu oleh gigi. Terdapat tiga jenis gigi manusia, yaitu:

- Gigi seri berfungsi memotong makanan.
- Gigi taring berfungsi untuk mengoyak dan merobek makanan.
- Gigi geraham berfungsi untuk mengunyah makanan.

Sementara itu, pencernaan secara kimiawi dibantu oleh enzim ptilalin.

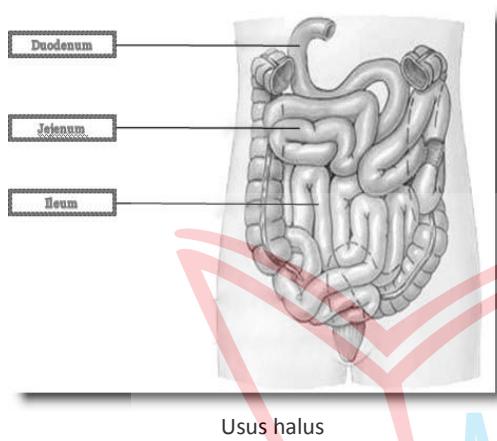
2. Kerongkongan

Pada saat makanan melewati kerongkongan, otot tubuler dan sirkuler pada dinding kerongkongan melakukan kontraksi dan relaksasi secara bergantian sehingga menimbulkan gerakan peristaltik. Gerak peristaltik membuat makanan terdorong masuk ke lambung.

3. Lambung

Lambung terbagi menjadi tiga bagian, yaitu kardiak, fundus, dan pilorus. Dalam lambung terjadi pencernaan secara mekanik dan kimiawi. Pencernaan mekanik dilakukan oleh gerakan meremas dinding lambung. Sementara itu, pencernaan kimiawi dibantu oleh getah lambung.

4. Usus halus



Di dalam usus halus terjadi pencernaan secara kimiawi. Usus halus terdiri atas tiga bagian, yaitu:

a. Usus dua belas jari (duodenum)

Usus dua belas jari merupakan muara saluran pankreas dan saluran empedu. Oleh karena itu, makanan yang berada dalam usus dua belas jari akan mengalami pencernaan secara kimiawi dengan bantuan getah empedu dan getah pankreas.

b. Usus kosong

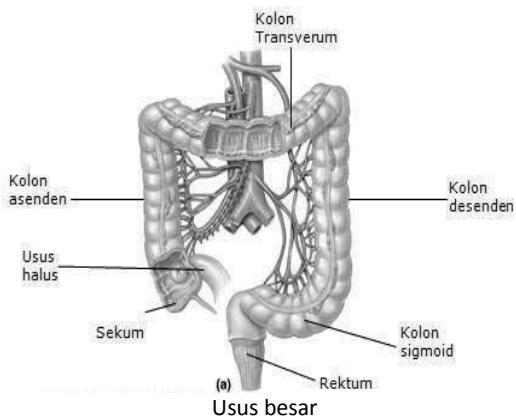
Di dalam usus kosong terjadi pencernaan kimiawi oleh enzim-enzim yang dihasilkan oleh dinding usus.

c. Usus penyerapan

Dalam usus penyerapan terjadi penyerapan sari-sari makanan oleh jonjot-jonjot atau villi pada dinding usus. Jonjot-jonjot usus yang mengandung pembuluh darah dan pembuluh getah bening. Pembuluh darah berfungsi menyerap zat makanan berupa glukosa, asam amino, vitamin B dan C, mineral, serta air. Sementara itu, pembuluh getah bening berfungsi menyerap asam lemak, gliserol, dan vitamin A,D,E, dan K.

5. Usus besar

Usus besar terdiri atas tiga bagian, yaitu ascendens, transversum, dan descendens. Dalam usus besar terdapat bakteri *Escherichia coli* yang berperan membubukkan sisa makanan sehingga terbentuk feses. Dalam usus besar juga terjadi pengaturan kadar air. Usus besar berakhir pada rektum. Rectum tersusun dari otot lurik yang berfungsi mengatur pengeleuaran feses melalui anus (defekasi).



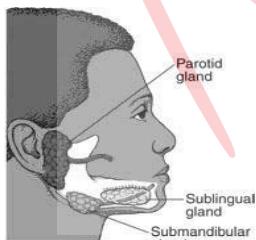
6. Anus

Anus berperan sebagai lubang pengeluaran (defekasi) feses.

B. Kelenjar Pencernaan

Kelenjar pencernaan merupakan organ-organ pencernaan yang berperan dalam menghasilkan enzim-enzim yang digunakan dalam proses pencernaan makanan. Beberapa organ penyusun kelenjar pencernaan sebagai berikut.

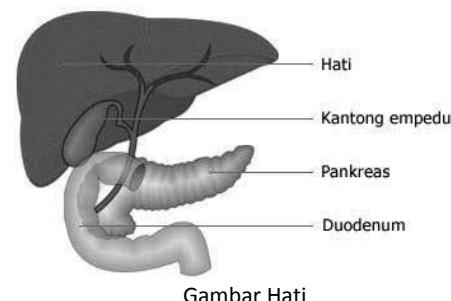
1. Kelenjar Ludah



Gambar Kelenjar Ludah

Dalam rongga mulut terdapat tiga kelenjar ludah yaitu kelenjar parotis, kelenjar sublingualis, dan kelenjar submandibularis. Kelenjar ludah berperan menghasilkan enzim ptialin. Enzim ptialin berfungsi memecah amilum menjadi maltosa.

2. Hati



Gambar Hati

Hati merupakan tempat perombakan eritrosit. Beberapa zat hasil perombakan eritrosit yaitu bilirubin dan biliverdin. Bilirubin dan biliverdin akan disimpan dalam kandung empedu. Kedua zat tersebut berfungsi memberi warna pada feses. Selain itu, hati juga menyekresi getah empedu yang juga disimpan dalam kandung empedu. Getah empedu berfungsi mengemulsiikan lemak.

3. Pankreas

Pankreas akan menghasilkan getah pankreas yang mengandung beberapa enzim, meliputi tripsinogen, amilase, dan lipase. Tripsinogen merupakan enzim yang belum aktif. Tripsinogen akan diaktifkan oleh enterokinase menjadi tripsin. Tripsin berfungsi mem-

cah protein menjadi peptida dan asam amino. Amilase berfungsi mengubah amilum menjadi glukosa. Lipase berfungsi memecah lemak menjadi asam lemak dan gliserol.

4. Kelenjar dinding lambung

Kelenjar dinding lambung akan mensekresikan getah lambung yang mengandung asam klorida (HCl), pepsinogen, dan enzim renin. Asam klorida berfungsi membunuh kuman-kuman yang masuk bersama makanan. Dengan kata lain, HCl berfungsi sebagai desinfektan. HCl juga berfungsi mengaktifkan pepsinogen menjadi pepsin dan merangsang sekresi hormon kolesistokinin. Hormon ini akan merangsang sekresi getah empedu. Pepsinogen merupakan enzim yang belum aktif. Pepsinogen akan diaktifkan oleh HCl membentuk pepsin. Pepsin berfungsi merombak protein menjadi pepton. Enzim renin berfungsi menggumpalkan kasein susu.

5. Kelenjar dinding usus halus

Dinding usus halus yang menghasilkan enzim-enzim pencernaan adalah dinding usus kosong. Berikut ini enzim-enzim yang dihasilkan oleh dinding usus halus.

- Disakaridase, berfungsi mengubah disakarida menjadi monosakarida.
- Enterokinase, berfungsi mengaktifkan tripsinogen menjadi tripsin.
- Erepsin, berfungsi mengubah pepton menjadi asam amino.
- Laktase, berfungsi mengubah laktosa menjadi glukosa.
- Lipase, berfungsi mengubah trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak.
- Maltase, berfungsi mengubah maltosa menjadi glukosa.
- Peptidase, berfungsi mengubah polipeptida menjadi asam amino.
- Sukrase, berfungsi mengubah sukrosa menjadi fruktosa dan glukosa.

C. Gangguan Sistem Pencernaan

Beberapa gangguan yang dapat menyerang sistem pencernaan manusia sebagai berikut.

1. Gastritis, yaitu peradangan dinding lambung. Gastritis diakibatkan oleh produksi asam lambung yang tinggi.
2. Sembelit, yaitu kesulitan mengeluarkan feses. Sembelit diakibatkan oleh penyerapan air oleh dinding usus besar yang terlalu banyak. Sembelit dapat diatasi dengan mengonsumsi makanan yang banyak mengandung serat.
3. Ulkus, perlukaan pada dinding lambung karena infeksi bakteri *Helicobacter pylori*.
4. Apendisitis, yaitu infeksi usus buntu karena infeksi bakteri.
5. Diare, yaitu feses yang dikeluarkan mengandung banyak air. Diare terjadi karena makanan dari lambung mengalir terlalu cepat ke usus. Akibatnya, defekasi menjadi lebih sering.

Soal dan Pembahasan

1. Perpindahan nutrisi dari saluran pencernaan bagian dalam ke pembuluh darah disebut ...
- A. ingestii
B. sekresi
- C. absorpsi
D. defekasi
E. endositosis
- (SBMPTN 2013)

Pembahasan CERDAS:

Makanan yang telah mengalami pencernaan dan diubah menjadi zat-zat tertentu yang disebut sari-sari makanan. Sari-sari makanan akan mengalami proses penyerapan oleh pembuluh darah pada jonjot-jonjot usus halus. Proses penyerapan sari makanan ke pembuluh darah tersebut dinamakan absorpsi. Ingesti adalah proses pemasukan makanan ke dalam mulut. Sekresi adalah proses pengeluaran sisa metabolisme. Defekasi merupakan proses pengeluaran zat sisa makanan yang tidak dapat dicerna. Endositosis merupakan proses pemasukan zat ke dalam sel.

Jawaban: C

2. Bagian sistem pencernaan yang berperan dalam memecah polipeptida menjadi oligopeptida adalah ...

- A. duodenum
- B. usus besar
- C. lambung
- D. jejunum
- E. ileum

(SBMPTN 2013)

Pembahasan CERDAS:

Salah satu enzim yang berperan dalam pencernaan secara kimiawi adalah enzim peptidase. Enzim peptidase berperan dalam merombak polipeptida menjadi oligopeptida. Proses tersebut berlangsung di dalam usus halus bagian jejunum (usus kosong).

Jawaban: D

3. Pernyataan yang bukan merupakan pasangan yang tepat antara organ dan fungsinya adalah ...

- A. mulut mencerna amilum
- B. lambung mencerna protein
- C. usus besar mencerna protein
- D. mulut mencerna karbohidrat
- E. usus halus mencerna lemak

(SNMPTN 2012)

Pembahasan CERDAS:

Makanan dapat mengalami pencernaan secara mekanik dan kimiawi. Pencernaan makanan secara kimiawi dapat berlangsung pada beberapa organ pencernaan dengan bantuan enzim. Misalnya di dalam mulut terjadi pencernaan karbohidrat (amilum) menjadi maltosa oleh enzim ptialin. Di dalam lambung terjadi pencernaan protein menjadi pepton oleh enzim pepsin. Di dalam usus halus terjadi pencernaan lemak menjadi asam amino dan glicerol oleh enzim lipase. Sementara itu, di dalam usus halus terjadi pencernaan secara mekanik yaitu berupa pengaturan kadar air dan pembusukan sisa-sisa makanan yang tidak dapat dicerna.

Jawaban: C

- 4.

Enzim tripsin mempunyai fungsi untuk

- A. mengubah protein menjadi pepton
- B. menguraikan pektin menjadi asam pektin
- C. menguraikan peptida menjadi asam amino
- D. menguraikan pepton menjadi asam amino
- E. menguraikan lemak menjadi asam lemak

(UM UNDIP 2012)

Pembahasan CERDAS:

Pencernaan makanan secara kimiawi dilakukan oleh berbagai jenis enzim. Salah satunya adalah enzim tripsin. Enzim tripsin berperan dalam mengubah protein menjadi peptida atau pepton dan asam amino. Enzim yang berperan menguraikan peptida atau pepton menjadi asam amino adalah erepsin. Enzim yang berfungsi menguraikan lemak menjadi asam lemak adalah lipase.

Jawaban: A

5. Enzim yang terdapat dalam getah lambung adalah
- pepsin, renin, lipase
 - pepsin, renin
 - pepsin, lipase
 - renin, lipase
 - lipase

(UM UNDIP 2010)

Pembahasan CERDAS:

Dinding lambung akan mensekresikan getah lambung yang berperan dalam proses pencernaan. Getah lambung tersebut mengandung HCl, enzim pepsin, enzim renin, dan hormon gastrin. Sementara itu, lipase merupakan enzim yang terdapat pada getah pankreas.

-----**Jawaban: B**

6. Bila produksi larutan empedu sangat menurun, maka penyerapan zat berikut yang paling terganggu adalah
- karbohidrat
 - lemak
 - protein
 - vitamin
 - mineral

(SPMB 2005)

Pembahasan CERDAS:

Hati merupakan salah satu kelenjar pencernaan yang berperan mensekresikan cairan empedu. Cairan tersebut mengandung garam empedu, kolesterol, dan bilirubin. Garam empedu tersebut berperan dalam mengemulsi lemak. Selanjutnya emulsi lemak tersebut baru dapat dirombak oleh enzim lipase menjadi asam lemak dan gliserol di dalam usus halus. Oleh karena itu, apabila produksi cairan empedu menurun akan terjadi gangguan pada proses pencernaan dan penyerapan lemak.

-----**Jawaban: B**

7. Proses pencernaan makanan dimulai ketika makanan berada di dalam esophagus.

SEBAB

Otot dinding esophagus melakukan gerak peristaltik untuk mensekresi enzim pencernaan.

(UM UGM 2006)

Pembahasan CERDAS:

Pernyataan salah

Proses pencernaan makanan dimulai ketika makanan berada di rongga mulut.

Alasan salah

Otot dinding esophagus melakukan gerak peristaltik untuk mendorong makanan masuk ke lambung.

-----**Jawaban: E**

8. Pencernaan mekanik dapat terjadi di dalam rongga mulut.

SEBAB

Proses pencernaan pada organ tubuh selain rongga mulut hanya merupakan pencernaan kimiawi.

(SNMPTN 2012)

Pembahasan CERDAS:

Pernyataan benar

Pencernaan makanan dapat terjadi secara mekanik dan kimiawi. Pencernaan makanan secara mekanik dapat terjadi pada beberapa organ pencernaan, salah satunya adalah di rongga mulut. Di dalam rongga mulut pencernaan secara mekanik terjadi saat proses mengunyah oleh gigi.

Alasan salah

Tidak hanya pada rongga mulut, pencernaan secara mekanik juga terjadi pada organ pencernaan yang lain. Misalnya pada kerongkongan dan lambung yang melakukan pencernaan makanan secara mekanik melalui gerak peristaltik otot dinding kerongkongan dan otot dinding lambung.

-----**Jawaban: C**

9. Seseorang yang sudah diangkat kantong empedunya dapat mengalami gangguan dalam pencernaan lemak.
SEBAB
Di dalam air empedu terdapat enzim yang berfungsi untuk mencerna lemak.
(UM UGM 2008)
10. Pencernaan protein secara kimiawi terjadi di dalam....
(1) mulut
(2) usus halus
(3) usus besar
(4) lambung

(SPMB 2004)

Pembahasan CERDAS:

Pernyataan benar

Kantong empedu berperan menyimpan cairan empedu yang mengandung garam empedu, kolesterol, dan bilirubin. Garam empedu tersebut berperan dalam mengemulsi lemak. Selanjutnya emulsi lemak tersebut baru dapat dirombak oleh enzim lipase menjadi asam lemak dan gliserol di dalam usus halus.

Alasan salah

Cairan empedu tidak mengandung enzim, tetapi mengandung garam empedu yang berperan dalam mengemulsi lemak.

Jawaban: C

Pembahasan CERDAS:

Proses pencernaan secara kimiawi merupakan proses pencernaan yang berlangsung dengan bantuan enzim. Proses pencernaan protein berlangsung di dalam lambung dan usus halus dengan bantuan enzim. Di dalam lambung protein akan dirombak menjadi pepton. Sementara itu, di dalam usus halus terjadi pengubahan protein menjadi peptida dan asam amino oleh tripsin. Oleh karena itu, pilihan yang tepat terdapat pada nomor (2) dan (4).

Jawaban: C





- BAB 12 -

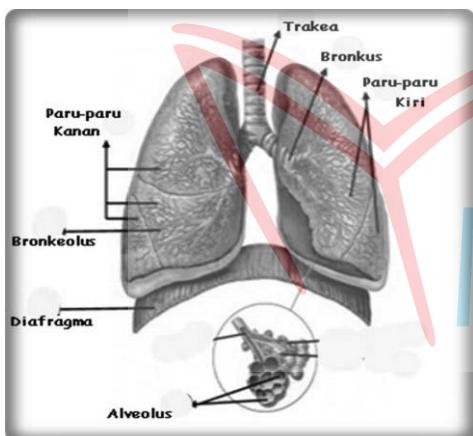
Sistem Pernapasan

Rangkuman Materi

Sistem pernapasan terdiri atas sekumpulan organ yang berfungsi untuk mengalirkan udara ke dalam tubuh dan melakukan pertukaran gas. Organ-organ yang menyusun sistem pernapasan yaitu rongga hidung, faring, tenggorokan, bronkus, dan paru-paru.

A. Organ Pernapasan Manusia

Organ-organ penyusun sistem pernapasan manusia sebagai berikut.



1. Hidung

Rongga hidung merupakan rongga pertama sebagai jalan masuk udara. Di dalam hidung terdapat rambut hidung dan selaput lendir. Rambut hidung berfungsi untuk menyaring kotoran yang masuk bersama udara pernapasan. Sedangkan selaput lendir berfungsi untuk melembapkan dan mengatur suhu udara pernapasan.

2. Tenggorokan

Tenggorokan berupa pipa yang tersusun dari susunan tulang rawan hialin. Dinding bagian dalam tenggorokan tersusun dari epitelium silindris bersilia yang menghasilkan banyak lendir untuk memerangkap kotoran yang masuk bersama udara pernapasan. Kotoran tersebut akan dikeluarkan dari saluran pernapasan dalam bentuk dahak.

3. Bronkus

Tenggorokan bercabang menjadi dua. Tenggorokan akan membentuk percabangan masuk ke paru-paru kiri dan kanan berupa bronkus. Bronkus kanan lebih pendek dan lebar daripada bronkus kiri. Di dalam paru-paru, bronkus bercabang lagi menjadi bronkiolus.

4. Paru-Paru

Di dalam paru-paru, bronkiolus bercabang-cabang lagi membentuk kantong-kantong tipis yang disebut alveolus. Pada dinding alveolus banyak dijumpai pembuluh darah. Alveolus berfungsi sebagai tempat pertukaran gas oksigen dengan karbon dioksida.

B. Mekanisme Pernapasan Manusia

Pernapasan manusia dapat dibedakan menjadi pernapasan eksternal dan pernapasan internal.

1. Pernapasan Eksternal

Pernapasan eksternal merupakan pertukaran gas antara udara di dalam alveolus dengan darah di dalam pembuluh kapiler di paru-paru.

2. Pernapasan Internal

Pernapasan internal merupakan gas yang terjadi antara pembuluh darah dengan jaringan tubuh.

Pernapasan manusia juga dapat dibedakan menjadi dua, yaitu pernapasan dada dan pernapasan perut.

1. Pernapasan Dada

Pernapasan dada terjadi melalui dua fase, yaitu fase inspirasi dan fase ekspirasi.

a. Inspirasi

Inspirasi terjadi pada saat otot tulang rusuk berkontraksi sehingga tulang rusuk terangkat ke atas. Volume dalam rongga dada membesar. Dengan demikian, tekanan udara dalam rongga dada mengecil. Selanjutnya, udara masuk ke dalam paru-paru.

b. Ekspirasi

Ekspirasi terjadi pada saat otot tulang rusuk berelaksasi sehingga tulang rusuk kembali ke posisi semula. Volume rongga dada mengecil. Dengan demikian, tekanan udara dalam rongga dada membesar. Selanjutnya, udara keluar dari paru-paru.

2. Pernapasan Perut

Pernapasan perut berlangsung dalam dua fase, yaitu fase inspirasi dan fase ekspirasi.

a. Inspirasi

Inspirasi terjadi pada saat otot diafragma berkontraksi sehingga volume rongga dada membesar. Tekanan udara dalam rongga dada mengecil. Selanjutnya, udara masuk ke dalam paru-paru.

b. Ekspirasi

Fase ekspirasi terjadi pada saat otot diafragma berelaksasi sehingga volume rongga dada mengecil. Tekanan udara dalam rongga dada membesar. Selanjutnya, udara keluar dari paru-paru.

C. Gangguan Sistem Pernapasan Manusia

Beberapa gangguan yang dapat terjadi pada sistem pernapasan manusia sebagai berikut.

1. Hipoksia atau anoksia merupakan kekurangan oksigen dalam jaringan. Hipoksia dapat diakibatkan oleh tekanan parsial oksigen darah arteri lebih rendah, kadar hemoglobin yang rendah, atau proses oksidasi pada jaringan terhambat akibat keracunan.
2. Asfiksia yaitu gangguan pengangkutan oksigen ke jaringan.
3. Asma atau sesak napas diakibatkan oleh kontraksi otot polos pada dinding trachea. Penderita asma dapat mengalami kesulitan bernapas.
4. Asidosis yaitu peningkatan kadar asam bikarbonat dalam darah.
5. Influenza merupakan peradangan pada selaput mukosa karena infeksi virus influenza.

Soal dan Pembahasan

1. Pada respirasi, oksigen dari alveolus berdifusi ke pembuluh kapiler dan berikatan dengan eritrosit. Hal ini terjadi karena
 - A. adanya peristiwa inspirasi dan ekspirasi
 - B. adanya kontraksi otot perut dan otot antartulang rusuk
 - C. konsentrasi O_2 di alveolus lebih tinggi daripada konsentrasi O_2 di pembuluh darah
 - D. konsentrasi O_2 di pembuluh darah kapiler lebih tinggi daripada konsentrasi O_2 di alveolus
 - E. konsentrasi O_2 di alveolus sama dengan konsentrasi O_2 di pembuluh darah

(SBMPTN 2015)

Pembahasan CERDAS:

Proses perpindahan gas oksigen dari alveolus ke pembuluh kapiler berlangsung secara difusi. Difusi merupakan proses perpindahan molekul dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah. Dengan demikian, konsentrasi O_2 di alveolus lebih tinggi daripada konsentrasi O_2 di pembuluh kapiler darah.

Jawaban: C

2. Karakteristik yang memungkinkan terjadinya proses difusi gas di alveoli adalah
 - A. tersusun dari sel epitel
 - B. membran sel epitel yang berlendir
 - C. tersusun dari endotel dan sel-sel surfaktan
 - D. mengandung banyak sel makrofag
 - E. sel epitel membentuk anyaman kapiler

(SIMAK UI 2014)

Pembahasan CERDAS:

Pada pernapasan eksternal terjadi pertukaran gas oksigen dan karbon diok-

sida di alveolus. Pada alveolus memungkinkan terjadinya pertukaran gas karena alveolus tersusun dari sel epitel skuamus sederhana sehingga dinding alveolus sangat tipis dan elastis. Struktur tersebut yang memungkinkan terjadinya pertukaran gas pada alveolus.

Jawaban: A

3. Volume udara yang masih tetap berada dalam paru-paru setelah ekspirasi kuat disebut volume
 - A. tidal
 - B. cadangan inspirasi
 - C. residu
 - D. cadangan ekspirasi
 - E. minimal ekspirasi

(UM UNDIP 2010)

Pembahasan CERDAS:

Beberapa jenis udara pernapasan sebagai berikut.

- 1) Volume residu adalah volume udara yang masih tersisa di dalam paru-paru setelah melakukan ekspirasi maksimal (kuat).
- 2) Volume tidal adalah volume udara pernapasan biasa.
- 3) Volume cadangan inspirasi adalah volume udara yang masih dapat dimasukkan secara maksimal setelah melakukan inspirasi biasa.
- 4) Volume cadangan ekspirasi adalah udara yang masih dapat dikeluarkan secara maksimal setelah melakukan ekspirasi biasa.

Jawaban: C

4. Berikut ini merupakan bagian dari proses pernapasan :
 - I. Udara mengalir masuk paru-paru
 - II. Relaksasi diafragma
 - III. Volume paru meningkat
 - IV. Kontraksi diafragma

Urutan yang benar ketika orang menghirup napas adalah ...

- A. I – III – IV
- B. II – III – IV
- C. II – IV – III
- D. III – IV – II
- E. IV – III – I

(SNMPTN 2009)

Pembahasan CERDAS:

Mekanisme pernapasan dapat berlangsung melalui pernapasan dada dan pernapasan perut. Pernapasan perut terjadi ketika diafragma mengalami kontraksi yang mengakibatkan rongga dada membesar sehingga volume paru-paru membesar. Hal tersebut mengakibatkan udara masuk ke paru-paru.

-----Jawaban: E

5. Serangga bernapas dengan menggunakan sistem pembuluh....

- A. malpighi
- B. kapiler
- C. trachea
- D. esofagus
- E. paru-paru

(UM UNDIP 2009)

Pembahasan CERDAS:

Sistem pernapasan pada hewan berbeda dengan manusia. Misalnya serangga yang bernapas menggunakan sistem pembuluh. Sistem pembuluh pada serangga berupa pembuluh trachea.

-----Jawaban: C

6. Spirakel merupakan bagian sistem pernapasan pada kelompok hewan...

- A. moluska
- B. insekta
- C. ikan
- D. amfibi
- E. reptil

(UM UGM 2009)

Pembahasan CERDAS:

Serangga (insekta) bernapas menggunakan sistem pembuluh trachea. Bagian-

bagian sistem trachea pada serangga terdiri atas spirakel, pembuluh trachea, dan tracheolus.

-----Jawaban: B

7. Pada manusia urut-urutan saluran pernapasan dari luar ke dalam adalah

- A. tekak – tenggorokan – bronkiolus – alveolus
- B. tekak – kerongkongan – bronkus – bronkiolus – alveolus
- C. tenggorokan – tekak – bronkus – bronkiolus – alveolus
- D. tekak – tenggorokan – bronkus – bronkiolus – alveolus
- E. kerongkongan – tenggorokan – bronkus – bronkiolus – alveolus

Pembahasan CERDAS:

Pada proses pernapasan, udara pernapasan akan masuk melalui saluran pernapasan. Urutan saluran pernapasan yang dilewati udara pernapasan adalah rongga hidung – tekak – tenggorokan – bronkus – bronkiolus – alveolus.

-----Jawaban: D

8. Asma merupakan penyakit sesak napas yang dapat dipicu oleh alergi dingin dan debu.

SEBAB

Penderita asma memiliki alveolus yang menyempit dan menghasilkan lendir berlebihan.

(SBMPTN 2013)

Pembahasan CERDAS:

Pernyataan benar

Salah satu gangguan yang dapat menyerang sistem pernapasan adalah asma. Asma dapat kambuh karena dipicu alergi dingin dan debu.

Alasan salah

Asma merupakan penyempitan pada bronkus dan bronkiolus.

-----Jawaban: C

9. Proses menarik napas atau inspirasi terjadi sebagai hasil kontraksi otot paru-paru.

SEBAB

Proses menarik napas terjadi pada saat diafragma turun dan tekanan rongga dada menurun.

(SBMPTN 2013)

Pembahasan CERDAS:

Pernyataan salah

Proses menarik napas atau yang disebut dengan inspirasi terjadi sebagai hasil kontraksi otot antartulang pada pernapasan dada dan kontraksi otot diafragma pada pernapasan perut.

Alasan benar

Pada pernapasan perut, otot diafragma berkontraksi akan mengakibatkan diafragma turun dan volume rongga dada bertambah besar. Tekanan di dalam rongga dada menjadi kecil sehingga udara dari luar masuk ke paru-paru.

Jawaban: D

10. Pada saat mengambil napas, maka rongga dada akan membesar. Hal tersebut disebabkan oleh peristiwa berikut, KECUALI

- (1) kontraksi otot antara rusuk dan diafragma
- (2) diafragma berelaksasi menjadi posisi cekung
- (3) tulang rusuk bergerak ke atas
- (4) tulang dada bergerak ke bawah

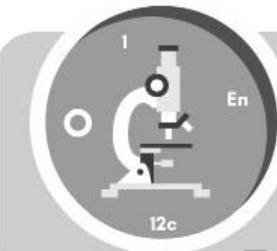
(SPMB 2006)

Pembahasan CERDAS:

Pada saat mengambil napas/inspirasi, udara akan masuk ke paru-paru saat rongga dada membesar. Membesarnya rongga dada dikarenakan oleh beberapa hal di antaranya kontraksi otot antartulang rusuk pada pernapasan dada yang mengakibatkan tulang rusuk terangkat dan kontraksi otot diafragma yang menyebabkan diafragma mendarat.

Jawaban: C

IVISI
Mandiri



- BAB 13 -

Sistem Ekskresi

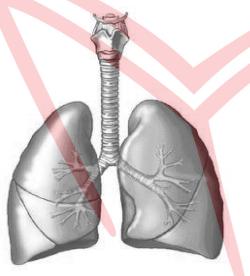
Rangkuman Materi

Pada tubuh manusia dihasilkan sisa metabolisme yang bersifat racun sehingga harus dikeluarkan dari dalam tubuh. Pengeluaran sisa metabolisme yang sudah tidak diperlukan lagi oleh tubuh dilakukan oleh sistem ekskresi.

A. Organ Penyusun Sistem Ekskresi

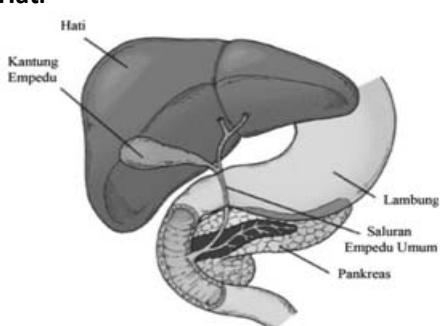
Sistem ekskresi pada manusia disusun oleh empat organ ekskresi, yaitu paru-paru, hati, ginjal, dan kulit.

1. Paru-Paru



Paru-paru berfungsi mengeluarkan sisa metabolisme berupa karbon dioksida dan uap air. Karbon dioksida dan uap air dari dalam jaringan tubuh akan berdifusi ke pembuluh darah. Selanjutnya, zat-zat tersebut akan berdifusi ke alveolus dan pada akhirnya dikeluarkan melalui rongga hidung ke udara luar.

2. Hati



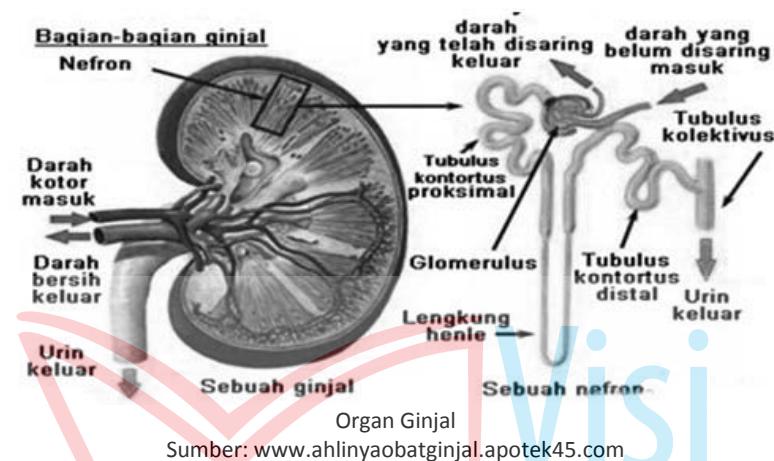
Hati berfungsi menetralkan dan membersihkan zat-zat racun dalam tubuh. Penetralkan tubuh dilakukan menggunakan cairan empedu yang dihasilkan oleh hati itu sendiri. Cairan empedu merupakan hasil perombakan eritrosit dan hemoglobin yang sudah tua.

3. Ginjal

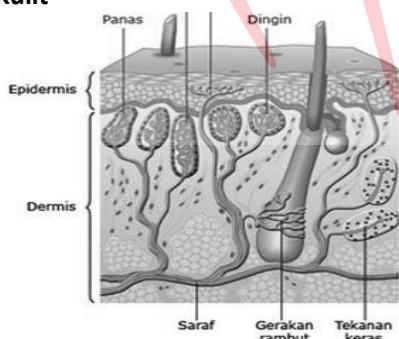
Ginjal adalah organ ekskresi yang berfungsi untuk mengeluarkan zat sisa metabolisme seperti urea, asam urat, atau zat-zat lain yang bersifat racun. Berbagai zat tersebut dikeluarkan dari tubuh dalam bentuk urine. Pembentukan urine terjadi dalam bagian ginjal

yang disebut nefron. Ada tiga tahap pembentukan urine, yaitu filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi.

- Filtrasi, yaitu penyaringan darah yang dibawa arteri aferen ke dalam struktur nefron yang berupa kapsula Bowman. Hasil filtrasi berupa urine primer.
- Reabsorpsi, yaitu penyerapan kembali zat-zat yang masih dibutuhkan oleh tubuh. Hasil reabsorpsi berupa urine sekunder.
- Augmentasi, yaitu penambahan zat-zat seperti urea dan zat warna ke dalam urine sekunder sehingga dihasilkan urine sebenarnya. Urine sebenarnya akan ditampung dalam tubulus kolektivus dan akan terus mengalir melalui uretra menuju kandung kemih. Urine akan ditampung dalam kandung kemih sampai muncul keinginan untuk buang air. Urine akan melewati ureter dan akhirnya dibuang ke luar tubuh.



4. Kulit



Kulit berfungsi untuk mengeluarkan zat sisa metabolisme tubuh dalam bentuk keringat. Keringat dihasilkan oleh kelenjar keringat. Kelenjar keringat menyerap zat sisa metabolisme dari dalam pembuluh darah yang berada di sekitar kelenjar keringat. Keringat dikeluarkan dari dalam tubuh melalui pori-pori kulit.

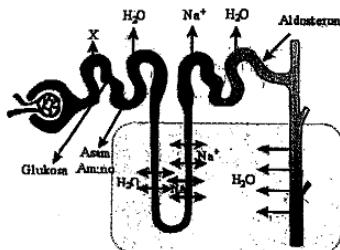
B. Gangguan pada Sistem Ekskresi

Beberapa gangguan yang dapat terjadi pada sistem ekskresi manusia sebagai berikut.

- Hepatitis, yaitu peradangan pada hati yang dapat diakibatkan oleh mengonsumsi minuman beralkohol, obat-obatan dosis tinggi, atau infeksi virus hepatitis.
- Kusta, yaitu infeksi pada kulit karena infeksi bakteri *Mycobacterium leprae*.
- Nefritis, yaitu radang pada ginjal yang ditandai dengan adanya albumin dalam urine.
- Diabetes melitus, yaitu gangguan yang ditandai terdapatnya gula dalam urine.
- Diabetes insipidus, yaitu gangguan dimana reabsorpsi air berjalan lambat karena gangguan produksi ADH oleh hipofisis.

Soal dan Pembahasan

1. Perhatikan gambar di bawah ini!



Bagian yang terdapat tanda X adalah bagian nefron yang disebut

- A. angsa henle
- B. badan malpighi
- C. tubulus kolektivus
- D. tubulus kontortus distal
- E. tubulus kontortus proksimal

(SBMPTN 2013)

Pembahasan CERDAS:

Gambar pada soal merupakan gambar nefron. Bagian nefron yang ditunjuk oleh huruf X adalah tubulus kontortus proksimal. Tubulus kontortus proksimal berfungsi menyaring ion Na^+ , K^+ , PO_4^{2-} , NO_3^- , glukosa, dan asam amino.

Jawaban: E

2. Zat terlarut dalam urine yang memengaruhi proses pemekatan urine adalah

- A. glukosa
- B. NaCl
- C. H_2O
- D. nitrogen
- E. asam amino

(SIMAK UI 2012)

Pembahasan CERDAS:

Proses pembentukan urine berlangsung melalui tiga tahap yaitu filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi. Pada tahap augmentasi merupakan proses pembentukan urine sesungguhnya. Pada proses ini terjadi penambahan zat sisa metabolisme

seperti urea dan NaCl yang sudah tidak digunakan oleh tubuh sehingga akan memengaruhi kepekatan, warna, dan bau menyengat.

Jawaban: B

3. Tabel berikut menunjukkan komposisi cairan yang diperoleh dari berbagai bagian ginjal (P, Q, dan R).

Komponen dalam cairan	Cairan diperoleh dari bagian ginjal		
	P	Q	R
Sodium Klorida	+	+	+
Urea	+	+	+
Protein	-	+	-
Sel darah merah	-	+	-
Glukosa	+	+	-

+ ada bahan

- tidak ada bahan

Bagian ginjal yang manakah P, Q, dan R ?

	P	Q	R
A.	Arteriola aferen	Vena renalis	Kapsula Bowman
B.	Arteriola aferen	Kapsula Bowman	Vena renalis
C.	Kapsula Bowman	Arteri renalis	Kandung kemih
D.	Kapsula Bowman	Vena renalis	Kandung kemih
E.	Kandung kemih	Kapsula Bowman	Vena renalis

(SNMPTN 2011)

Pembahasan CERDAS:

Cairan pada bagian P masih mengandung sodium klorida, urea, dan glukosa, tetapi sudah tidak mengandung protein dan sel darah merah. Hal tersebut dikarenakan cairan sudah mengalami filtrasi yang berlangsung pada glome-

rusus sehingga cairan yang berada di kapsula Bowman sudah tidak mengandung protein dan sel darah merah. Dengan demikian, bagian P adalah kapsula Bowman. Cairan pada bagian Q masih mengandung semua komponen darah yang belum mengalami filtrasi. Darah tersebut masih terdapat dalam arteri renalis yang akan dialirkan ke ginjal. Dengan demikian, bagian yang ditunjuk huruf Q adalah arteri renalis. Sementara itu, cairan pada bagian R mengandung bahan-bahan beracun seperti sodium klorida dan urea. Berarti cairan tersebut telah mengalami proses augmentasi. Cairan yang telah melalui proses augmentasi merupakan urine sesungguhnya yang akan disimpan pada kandung kemih. Dengan demikian, bagian R adalah kandung kemih.

Jawaban: C

4. Kelainan pada sistem ekskresi yang ditandai dengan tidak terbentuknya urine, terjadi akibat adanya kerusakan pada
- A. ureter
 - B. kantong kemih
 - C. uretra
 - D. glomerulus
 - E. kapsula Bowman

(UM UGM 2009)

Pembahasan CERDAS:

Pembentukan urine diawali dengan tahap filtrasi pada glomerulus. Jadi, apabila bagian glomerulus rusak, maka tidak akan terbentuk urine.

Jawaban: D

3. Kandungan glukosa dalam urine mengindikasikan adanya gangguan pada....
- A. glomerulus
 - B. tubulus kontortus proksimal
 - C. lengkung henle
 - D. tubulus kolektivus
 - E. ureter

(SIMAK UI 2008)

Pembahasan CERDAS:

Urine yang mengandung glukosa mengindikasikan adanya gangguan yang berfungsi untuk menyaring glukosa. Bagian ginjal yang berperan menyaring glukosa adalah tubulus kontortus proksimal.

Jawaban: B

4. Urea merupakan hasil metabolisme protein yang beredar dalam darah dan harus diekskresikan oleh ginjal melalui urine.

SEBAB

Kadar urea dalam darah dapat dijadikan indikator fungsi ginjal.

(SBMPTN 2013)

Pembahasan CERDAS:

Pernyataan benar, alasan benar dan menunjukkan hubungan sebab akibat. Urea merupakan hasil metabolisme protein yang beredar dalam darah dan harus diekskresikan oleh ginjal melalui urine. Oleh karena itu, kadar urea dalam darah dapat dijadikan indikator fungsi ginjal. Karena apabila hasil uji darah menunjukkan kadar urea yang tinggi berarti terdapat kerusakan pada ginjal yang berfungsi menyaring darah.

Jawaban: A

5. Nefron merupakan unit fungsional ginjal yang strukturnya terdiri dari glomerulus, kapsul Bowman, dan tubulus nefron.

SEBAB

Nefron merupakan fungsi filtrasi, reabsorpsi, dan sekresi pada ginjal untuk menghasilkan urine primer.

(SBMPTN 2013)

Pembahasan CERDAS:

Pernyataan benar, alasan salah.

Nefron merupakan bagian ginjal yang merupakan unit fungsional dengan struktur yang terdiri atas glomerulus, kapsula Bowman, dan tubulus nefron. Terdapat tiga tubulus, yaitu tubulus kontortus proksimal, tubulus kontortus distal, dan tubulus kolektivus. Nefron

berfungsi dalam pembentukan urine. Pembentukan urine melalui beberapa tahap yaitu filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi. Pada tahap filtrasi terbentuk urine primer. Pada tahap reabsorpsi terbentuk urine sekunder. Sedangkan pada tahap augmentasi terbentuk urine sebenarnya.

-----**Jawaban: C**

6. Paru-paru termasuk alat ekskresi.

SEBAB

Paru-paru mengeluarkan sisa metabolisme berupa karbon dioksida dan uap air.

(SIMAK UI 2009)

Pembahasan CERDAS:

Pernyataan benar, alasan benar dan menunjukkan hubungan sebab akibat.

Salah satu organ eksresi yang berperan dalam sistem ekskresi adalah paru-paru. Paru-paru termasuk organ ekskresi karena paru-paru mengeluarkan sisa metabolisme berupa karbon dioksida dan uap air saat bernapas.

-----**Jawaban: A**

7. Yang terjadi pada penderita hepatitis yang parah adalah

- (1) peningkatan toksin dalam darah
- (2) peningkatan toksin di seluruh tubuh
- (3) akumulasi sisa pemecahan hemoglobin
- (4) gangguan penyerapan asam amino

(SNMPTN 2009)

Pembahasan CERDAS:

Hepatitis merupakan penyakit yang menyerang organ hati. Pada penderita hepatitis, organ hati mengalami kerusakan dan tidak dapat menjalankan fungsinya. Hati merupakan organ de-toksifikasi. Oleh karena itu kerusakan

hati akan meningkatkan toksin dalam darah. Darah akan diedarkan ke seluruh tubuh, sehingga akan terjadi peningkatan toksin di seluruh tubuh. Selain itu, hati juga berperan dalam memproduksi hemin, zat besi, dan globulin dari hemoglobin yang telah tua. Jika hati mengalami kerusakan maka sisa hemoglobin tersebut tidak dapat diubah dan menimbulkan penumpukan sisa hemoglobin. Oleh karena itu, yang terjadi pada penderita hepatitis ditunjukkan oleh nomor (1), (2), dan (3).

-----**Jawaban: A**

8. Ikan berikut yang memiliki ginjal berukuran kecil dengan glomeruli sedikit dan proses osmoregulasinya dilakukan melalui penurunan laju filtrasi air, sehingga menghasilkan urine sedikit dan pekat adalah...

- (1) Ikan tongkol
- (2) Ikan mas
- (3) Ikan tuna
- (4) Ikan gurami

(UM UGM 2009)

Pembahasan CERDAS:

Ikan air laut seperti ikan tongkol dan ikan tuna memiliki ginjal berukuran kecil dengan glomeruli sedikit. Pada ikan air laut proses osmoregulasinya dilakukan melalui penurunan laju filtrasi air, sehingga menghasilkan urine sedikit dan pekat. Oleh karena itu, ikan yang menghasilkan urine sedikit dan pekat adalah nomor (1) dan (3).

-----**Jawaban: B**



- BAB 14 -

Sistem Regulasi

Rangkuman Materi

Sistem regulasi terdiri atas sekumpulan sistem organ yaitu sistem saraf, sistem hormon (endokrin), dan sistem indra yang saling bekerja sama mengatur aktivitas tubuh.

A. Sistem Saraf

Sistem saraf, yaitu sistem organ yang tersusun dari sekumpulan jaringan saraf yang saling bekerja sama untuk menghantarkan impuls dan tanggapan dari reseptor ke efektor. Jaringan saraf tersusun dari sel saraf (neuron). Neuron terdiri atas tiga bagian yaitu dendrit, badan sel, dan akson.

Berdasarkan fungsinya, ada tiga macam neuron yaitu neuron motorik, neuron koneksi, dan neuron sensorik.

1. Neuron motorik merupakan neuron yang berfungsi menghantarkan impuls dari sistem saraf pusat ke efektor.
2. Neuron koneksi merupakan neuron yang menghubungkan neuron sensorik dengan neuron motorik.
3. Neuron sensorik merupakan neuron yang berfungsi menghantarkan impuls dari reseptor ke sistem saraf pusat.

Ada dua sistem saraf pada manusia yaitu sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi. Sistem saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang belakang. Otak manusia terbagi menjadi beberapa bagian dan setiap bagian tersebut memiliki fungsi yang berbeda. Beberapa fungsi bagian otak sebagai berikut.

1. Pengaturan aktivitas manusia yang disadari (otak besar).
2. Pengaturan perasaan dan gerakan (otak depan bagian talamus).
3. Pengaturan suhu tubuh, haus, dan lapar (otak depan bagian hipotalamus).
4. Pengaturan refleks mata (otak tengah).
5. Pusat keseimbangan, koordinasi gerak otot, dan pengaturan posisi tubuh (otak kecil).
6. Menghantarkan impuls otot tubuh sebelah kanan dan kiri (pons varolii).
7. Mengatur denyut jantung, elastisitas pembuluh darah, gerak alat pernapasan dan pencernaan, sekresi kelenjar, dan reaksi pengeluaran zat-zat tidak berguna bagi tubuh dalam bentuk bersin ataupun batuk (*medulla oblongata*).

Sumsum tulang belakang memiliki fungsi untuk mengendalikan gerak refleks dan menghantarkan impuls menuju atau meninggalkan otak. Adapun sistem saraf tepi terdiri atas saraf kranial dan saraf spinal. Saraf kranial berjumlah 12 pasang dan berasal dari otak. Saraf spinal berjumlah 31 pasang dan berasal dari sumsum tulang belakang.

Ada dua macam sistem saraf tepi berdasarkan fungsinya, yaitu saraf sadar dan saraf tidak sadar. Saraf sadar akan mengendalikan aktivitas yang disadari, misalnya gerakan menulis

dan gerakan berjalan ke pintu saat ada yang mengetuk. Saraf tidak sadar mengendalikan kerja organ tubuh yang bekerja tanpa disadari, misalnya gerakan pada beberapa organ pencernaan.

Gerakan yang terjadi pada manusia dapat terjadi secara biasa maupun refleks. Pusat pengendalian gerak biasa adalah otak. Jalannya impuls pada gerak sadar yaitu:

Rangsang – reseptor – neuron sensorik – otak – neuron motorik – efektor.

Sementara itu, gerak refleks berada di bawah kendali sumsum tulang belakang. Jalannya impuls pada gerak refleks yaitu:

Rangsang – reseptor – neuron sensorik – sumsum tulang belakang – neuron motorik – efektor.

B. Sistem Endokrin

Sistem endokrin tersusun dari kelenjar endokrin yang dapat menyekresikan hormon. Hormon adalah protein atau steroid yang dapat mengendalikan berbagai aktivitas dalam tubuh. Berbagai macam kelenjar endokrin dan hormon yang disejeksi dalam tubuh manusia sebagai berikut.

1. Kelenjar Hipofisis

Hormon yang disejeksi	Fungsi
<i>Adenocorticotropic Hormone (ACTH)</i>	Merangsang kelenjar adrenal memproduksi glukokortikoid.
<i>Antidiuretic Hormone (ADH)</i>	Mengatur absorpsi air pada saat pembentukan urin.
<i>Follicle Stimulating Hormone (FSH)</i>	Merangsang pematangan folikel dalam ovarium.
<i>Growth Hormone (GH)</i>	Merangsang pertumbuhan.
<i>Interstitial Cell Stimulating Hormone (ICSH)</i>	Merangsang produksi testosteron.
<i>Luteinizing Hormone (LH)</i>	Merangsang produksi progeseriton.
<i>Melanocyte Stimulating Hormone (MSH)</i>	Memengaruhi pembentukan melanin.
Oksitosin	Merangsang kontraksi otot dinding uterus pada saat melahirkan.
Prolaktin	Merangsang pengeluaran air susu.
<i>Thyroid Stimulating Hormone (TSH)</i>	Merangsang kelenjar tiroid untuk memproduksi hormon tiroksin.

2. Kelenjar Tiroid

Hormon yang disejeksi	Fungsi
Kalsitonin	Mengendapkan kalsium tulang.
Tiroksin	Memengaruhi proses metabolisme dalam tubuh, merangsang pertumbuhan fisik dan mental, serta menurunkan kadar kalsium darah.
Triyodotironin	Mengatur distribusi air dan garam dalam tubuh.

3. Kelenjar Paratiroid

Hormon yang disekresikan adalah hormon parathormon yang berfungsi mengendalikan kalsium dan fosfat dalam darah dan tulang.

4. Kelenjar Timus

Hormon yang disekresikan adalah hormon timosin yang berperan memengaruhi sistem kekebalan tubuh.

5. Kelenjar Pulau Langerhans

Hormon yang disekresi	Fungsi
Insulin	Mengubah glukosa menjadi glikogen.
Glucagon	Mengubah glikogen menjadi glukosa.

6. Kelenjar Adrenal

Hormon yang disekresi	Fungsi
Adrenalin	Mengubah glikogen menjadi glukosa.
Glukokortikoid	Menaikkan kadar glukosa darah dan mengubah glikogen menjadi glukosa.
Mineralokortikoid	Menyerap natrium yang terdapat dalam darah, mengatur reabsorpsi air ketika pembentukan urine di dalam ginjal, meningkatkan tekanan darah, denyut jantung, dan kecepatan pernapasan.

7. Kelenjar Gonad

Hormon yang disekresi	Fungsi
Estrogen	Menentukan ciri kelamin sekunder pada wanita.
Progesteron	Merangsang penebalan dinding uterus.
Testosteron	Menentukan ciri kelamin sekunder pada pria.

C. Sistem Indra

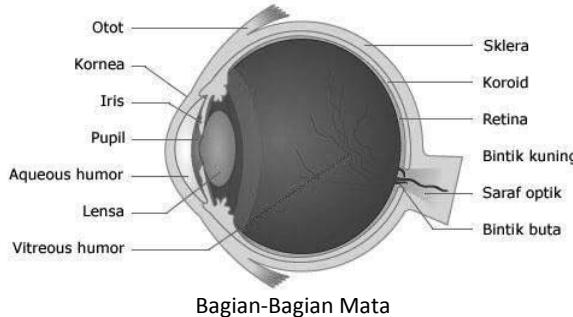
Alat indra merupakan reseptör pada tubuh manusia. Reseptör adalah sekumpulan sel saraf yang berperan menerima rangsang dari lingkungan. Ada empat macam reseptör sebagai berikut.

1. Fotoreseptör

Fotoreseptör adalah reseptör penerima rangsang cahaya. Organ yang berfungsi sebagai fotoreseptör adalah mata. Mata memiliki bagian-bagian sebagai berikut.

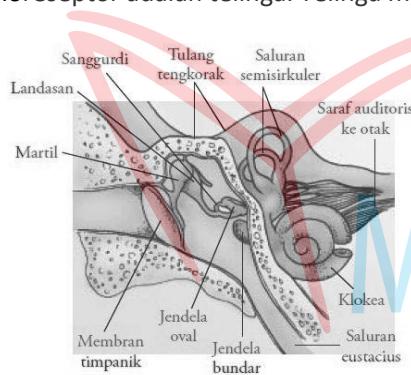
- a. Sklera: melindungi bola mata dari kerusakan mekanis.
- b. Kornea: memberi warna pada mata dan menerima rangsang cahaya.
- c. Iris: membentuk pupil.
- d. Pupil: mengatur intensitas cahaya yang masuk ke mata.
- e. Lensa: memfokuskan cahaya agar bayangan jatuh tepat pada retina.

- f. Aqueous humor: cairan yang menjaga bentuk bola mata.
- g. Vitreous humor: cairan yang menjaga bentuk bola mata dan meneruskan rangsang cahaya ke bagian mata yang lebih dalam.
- h. Retina: menerima bayangan benda yang difokuskan oleh lensa.
- i. Bintik buta: bagian mata yang tidak peka cahaya.
- j. Saraf auditori: meneruskan rangsang cahaya ke otak.



2. Fonoreseptor

Fonoreseptor adalah reseptor penerima rangsang bunyi. Organ yang berfungsi sebagai fonoreseptor adalah telinga. Telinga memiliki bagian-bagian sebagai berikut.

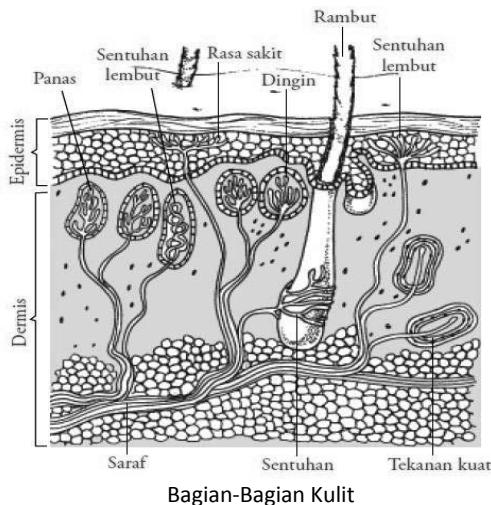


- a. Telinga luar terdiri atas daun telinga dan saluran telinga. Daun telinga berfungsi mengumpulkan gelombang bunyi. Sementara itu itu, saluran telinga berfungsi meneruskan gelombang bunyi ke telinga tengah. Di dalam saluran telinga terdapat rambut dan kelenjar minyak untuk menahan kotoran dari luar.

- b. Telinga tengah terdiri atas gendang telinga dan tiga tulang pendengaran. Gendang telinga berfungsi menangkap getaran bunyi dan menyalurkannya ke tiga tulang pendengaran. Tiga tulang pendengaran yaitu maleus, inkus, dan stapes. Ketiga tulang ini akan meneruskan rangsang bunyi ke telinga dalam.
- c. Telinga dalam terdiri atas tiga saluran setengah lingkaran, koklea, dan saluran eustachius, dan saraf pendengaran. Tiga saluran setengah lingkaran berfungsi sebagai alat keseimbangan tubuh. Koklea disebut juga rumah sifit. Kloeka berfungsi meneruskan rangsang bunyi ke saraf pendengaran. Saluran eustachius merupakan saluran yang menghubungkan telinga dalam dengan rongga hidung. Saraf pendengaran berfungsi membawa rangsang bunyi ke otak untuk diterjemahkan.

3. Mekanoreseptor

Mekanoreseptor adalah reseptor penerima rangsang sentuhan. Organ yang berfungsi sebagai mekanoreseptor adalah kulit.



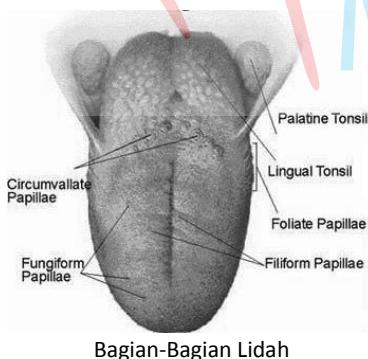
Kulit terdiri atas dua lapisan, yaitu epidermis dan dermis. Di dalam dermis terdapat berbagai reseptor yang sensitif terhadap rangsang.

Berikut ini merupakan reseptor yang terdapat pada kulit dan fungsinya.

- a. Crausse → merasakan dingin
- b. Meissner → merasakan nyeri
- c. Lempeng merkel → merasakan tekanan ringan dan sentuhan
- d. Paccini → Merasakan tekanan kuat
- e. Ruffini → Merasakan panas

4. Kemoreseptor

Kemoreseptor merupakan reseptor penerima rangsang berupa zat kimia. Organ yang sensitif terhadap rangsang ini adalah lidah. Pada permukaan lidah terdapat kuncup perasa yang disebut papilla. Ada tiga macam papila berdasarkan bentuknya, yaitu filiformis (tersebar merata di permukaan lidah), fungiformis (berbentuk seperti jamur dan terletak di ujung dan tepi lidah), dan sirkumvalata (berjejer membentuk huruf V di pangkal lidah).



Permukaan lidah memiliki bagian-bagian tertentu yang peka terhadap rasa tertentu juga. Bagian ujung lidah peka terhadap rasa manis. Bagian tepi kanan dan kiri sebelah depan peka terhadap rasa asin. Bagian tepi kanan dan kiri sebelah belakang peka terhadap rasa asam. Bagian pangkal lidah peka terhadap rasa pahit.

Soal dan Pembahasan

1. Sintesis estrogen dan progesteron oleh sel folikel ovarium dipengaruhi oleh hormon yang dihasilkan oleh
- A. hipotalamus
 - B. hipofisis posterior
 - C. hipofisis anterior
 - D. hipofisis intermedia
 - E. epifisis serebri

(UM UGM 2013)

Pembahasan CERDAS:

Hipofisis anterior dapat menghasilkan berbagai jenis hormon. Misalnya FSH (*Follicle Stimulating Hormone*) dan LH (*Luteinizing Hormone*). FSH berperan merangsang pembentukan hormon estrogen, sedangkan LH berperan merangsang pembentukan hormon progesteron. Jadi, sintesis estrogen dan progesteron oleh sel folikel ovarium dipengaruhi oleh hormon yang dihasilkan oleh hipofisis anterior.

-----**Jawaban: C**

2. Kelenjar endokrin yang berperan mengatur kadar kalsium dalam darah adalah
- A. tiroid dan paratiroid
 - B. korteks adrenal dan tiroid
 - C. paratiroid dan adrenal
 - D. medulla adrenal dan paratiroid
 - E. paratiroid dan pankreas

(UM UGM 2008)

Pembahasan CERDAS:

Kelenjar tiroid dan paratiroid merupakan kelenjar yang berperan mengatur kadar kalsium dalam darah. Kelenjar tiroid mengatur kadar kalsium dengan cara menghasilkan hormon tiroksin yang berperan dalam menurunkan kadar kalsium dalam darah. Sedangkan kelenjar paratiroid mengatur kadar kalsium dengan cara meng-

hasilkan hormon parathormon yang berperan mengendalikan kadar kalsium dan fosfat dalam darah dan tulang.

-----**Jawaban: A**

3. Hormon berikut yang dapat dihasilkan oleh kelenjar nonpermanen adalah
- A. gonadotropin
 - B. oksitosin
 - C. tiroksin
 - D. progesteron
 - E. estradiol

(UM UGM 2010)

Pembahasan CERDAS:

Kelenjar yang bersifat nonpermanen adalah korpus luteum yang hanya terbentuk pada saat terjadi ovulasi. Kelenjar ini akan menghasilkan hormon progesteron.

-----**Jawaban: D**

4. Manakah dari organ berikut yang mengatur suhu tubuh?
- A. otak
 - B. otak kecil
 - C. talamus
 - D. hipotalamus
 - E. medula oblongata

(SIMAK UI 2012)

Pembahasan CERDAS:

Otot depan terdiri atas talamus dan hipotalamus. Hipotalamus merupakan bagian yang berperan mengatur suhu tubuh, rasa lapar, dan haus. Talamus berfungsi mengatur perasaan.

-----**Jawaban: D**

5. Sel saraf yang berfungsi mengirimkan impuls dari sistem saraf pusat ke otot dan kelenjar
- A. neuron aferen
 - B. neuron intermedier

- C. neuron eferen
 - D. neuron sensorik
 - E. neuroglia
- (SNMPTN 2008)

Pembahasan CERDAS:

Sel saraf yang berperan menghantarkan impuls dari sistem saraf pusat ke efektor yang berupa otot dan kelenjar adalah neuron motorik (neuron eferen). Neuron sensorik (neuron aferen) berfungsi menghantarkan impuls dari reseptor ke sistem saraf pusat.

-----**Jawaban: C**

6. Apabila korteks adrenal memproduksi kortisol dalam jumlah besar, kondisi yang terjadi adalah
- A. produksi CRH menurun
 - B. produksi ACTH meningkat
 - C. aktivitas hipotalamus akan meningkat
 - D. aktivitas kelenjar pituitari anterior akan meningkat
 - E. sensitivitas hipotalamus terhadap kortisol menurun
- (SNMPTN 2009)

Pembahasan CERDAS:

Hormon ACTH yang dihasilkan kelenjar hipofisis anterior berperan mengontrol sekresi beberapa hormon oleh korteks adrenal. Oleh karena itu, jika korteks adrenal memproduksi hormon kortisol dalam jumlah besar maka sekresi hormon ACTH oleh kelenjar hipofisis anterior juga mengalami peningkatan.

-----**Jawaban: B**

7. Untuk menghantarkan impuls saraf dengan cepat diperlukan adanya selubung mielin.

SEBAB

Transmisi impuls saraf melintas sinapsis melibatkan asetilkolin.

(UM UGM 2005)

Pembahasan CERDAS:

Pernyataan salah

Selubung mielin hanya berfungsi melindungi sel neuron.

Alasan salah

Transmisi impuls saraf melintasi sinapsis melibatkan zat yang disebut neurotransmitter. Zat inilah yang dapat menyeberangkan impuls ke ujung dendrit neuron berikutnya. Pada proses penghantaran impuls ini terbentuk zat asetilkolin. Zat ini dapat menghambat penghantaran impuls.

-----**Jawaban: E**

8. Bila mata seseorang secara tiba-tiba terkena cahaya berintensitas tinggi, maka secara refleks mata akan mengurangi jumlah cahaya yang masuk. Bagian mata yang berperan dalam proses tersebut adalah
- (1) iris
 - (2) sklera
 - (3) pupil
 - (4) kornea

(UM UGM 2007)

Pembahasan CERDAS:

Bagian mata yang berperan mengurangi jumlah cahaya yang masuk apabila mata terkena cahaya intensitas tinggi pupil dan iris. Pupil akan menyempit atau mengalami kontraksi. Sedangkan iris yang akan mengatur banyak sedikitnya cahaya yang masuk.

-----**Jawaban: B**

9. Kerusakan hipofisis anterior mamalia betina dapat berakibat terganggunya fungsi
- (1) Kelenjar tiroid
 - (2) Kelenjar susu
 - (3) Kelenjar anak ginjal
 - (4) Ovarium

(SNMPTN 2008)

Pembahasan CERDAS:

Apabila terjadi kerusakan pada kelenjar hipofisis anterior akan terjadi gangguan pada kelenjar susu dan ovarium. Hal tersebut terjadi karena kelenjar susu diatur oleh hormon prolaktin. Sedangkan hormon yang mengatur ovarium adalah FSH. Kedua hormon tersebut dihasilkan oleh hipofisis anterior. Oleh karena itu, pilihan yang tepat adalah nomor (2) dan (4).

-----**Jawaban: C**

10. Organ berikut yang dapat berfungsi sebagai kelenjar endokrin adalah
(1) pankreas
(2) pituitari
(3) adrenal
(4) ovarium

(UM UGM 2009)

Pembahasan CERDAS:

Kelenjar endokrin merupakan kelenjar yang berperan menghasilkan hormon. Pankreas dapat berperan sebagai kelenjar endokrin dengan menghasilkan hormon insulin dan glukagon. Pituitari berperan sebagai kelenjar endokrin dengan menghasilkan hormon ACTH, GH, FSH, LH, ICSH, TSH, MSH, oksitosin, dan ADH. Adrenal berperan sebagai kelenjar dengan menghasilkan hormon glukokortikoid, mineralokortikoid, adrenalin, dan noradrenalin. Ovarium bukan merupakan kelenjar endokrin. Oleh karena itu, organ yang berperan sebagai kelenjar terdapat pada nomor (1), (2), dan (3).

-----**Jawaban: A**





- BAB 15 -

Sistem Reproduksi

Rangkuman Materi

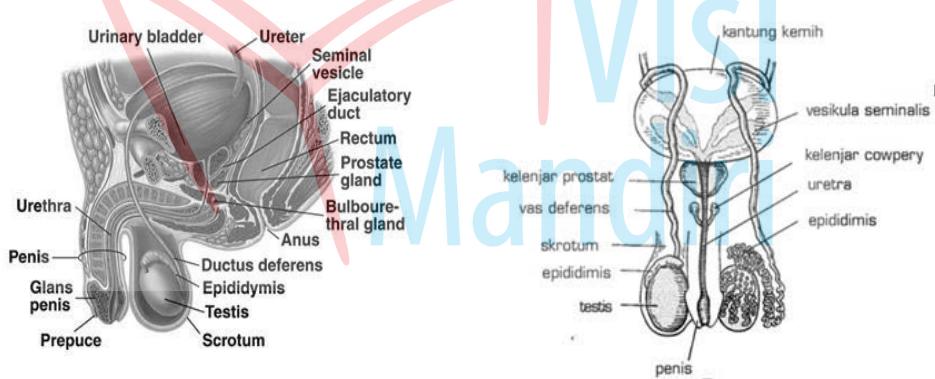
Sistem reproduksi pada manusia terdiri atas organ-organ reproduksi serta berbagai hormon yang berperan mengatur proses-proses dalam sistem reproduksi.

A. Organ Reproduksi Manusia

Organ reproduksi dibedakan menjadi dua, yaitu organ reproduksi pria dan wanita.

1. Organ Reproduksi Pria

Sistem reproduksi pria terdiri atas organ luar dan organ dalam sebagai berikut.



Organ Reproduksi Pria
(Sumber: kesehatanreproduksiremaja.wordpress.com)

a. Organ luar

1) Skrotum

Skrotum atau kantong zakar terletak di luar rongga tubuh pada bagian abdomen. Di dalam skrotum terdapat testis. Pada saat suhu tubuh terlalu panas skrotum akan bergerak menjauhi tubuh. Sementara itu, pada saat suhu lingkungan menjadi dingin, skrotum akan bergerak mendekati tubuh. Dengan demikian, pembentukan sel kelamin dapat berjalan optimal.

2) Penis

Penis merupakan alat kopulasi yang menyalurkan sperma ke uterus.

b. Organ dalam

1) Testis

Testis berjumlah sepasang kanan dan kiri. Testis merupakan organ tempat pembentukan sel kelamin. Di dalam testis terdapat tubulus seminiferus yang merupakan tempat pembentukan sperma. Selain itu, dalam testis juga dihasilkan hormon testosteron.

2) Epididimis

Sperma dewasa akan meninggalkan tubulus seminiferus dan menuju ke vas deferens. Selanjutnya, sperma akan menuju ke saluran berkelok-kelok yang disebut epididimis. Epididimis merupakan tempat penyimpanan sementara sperma. Sperma yang telah matang selanjutnya disalurkan ke vas deferens.

3) Vas deferens

Vas deferens merupakan saluran lanjutan dari epididimis. Vas deferens berfungsi menyalurkan sperma dari epididimis ke vesikula seminalis.

4) Vesikula seminalis

Vesikula seminalis menghasilkan cairan yang berfungsi sebagai nutrisi sperma, memudahkan gerakan spema, dan menetralkan keasaman saluran reproduksi wanita.

5) Kelenjar bulbourethralis

Kelenjar ini terletak pada pangkal penis. Kelenjar ini berfungsi menyekresikan cairan untuk membersihkan kotoran terdapat dalam saluran penis. Cairan ini bersifat basa.

6) Kelenjar prostat

Kelenjar prostat berfungsi menyekresikan nutrisi yang diperlukan oleh sperma. Campuran antara cairan sekresi prostat dengan sperma disebut semen.

7) Uretra

Uretra memiliki fungsi ganda, yaitu sebagai saluran urine dan sebagai saluran sperma pada saat ejakulasi.

2. Organ Reproduksi Wanita

Sistem reproduksi pria terdiri atas organ luar dan organ dalam sebagai berikut.



Gambar Saluran Reproduksi wanita

(Sumber: kesehatanreproduksiremaja.wordpress.com)

a. Organ luar

Organ reproduksi luar wanita terdiri atas labia mayor, labia minor, klitoris, selaput dara, lubang tempat keluarannya urin, dan lubang vagina.

b. Organ dalam

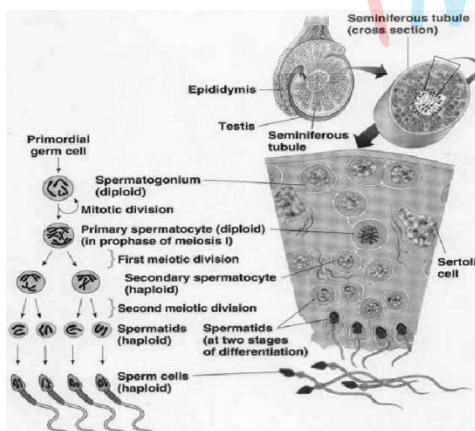
1) Vagina, berupa pipa gepeng yang terdiri atas otot sirkuler dan otot melintang.

- 2) Serviks, merupakan bagian dari uterus sebelah bawah yang menojol dan bermuara pada vagina.
- 3) Uterus. Uterus terletak di antara kandung kemih dengan rektum. Uterus merupakan tempat pertumbuhan dan perkembangan janin. Dinding uterus terdiri atas tiga lapis, yaitu perimetrium, myometrium, dan endometrium. Perimetrium merupakan lapisan dinding terluar dan disebut juga sebagai selaput dinding perut. Myometrium merupakan lapisan tengah yang sangat tebal dan kaya akan jaringan otot serta sedikit jaringan ikat. Endometrium merupakan lapisan paling dalam yang terdiri atas banyak lendir dan pembuluh darah. Lapisan inilah yang mengalami proliferasi maupun ovulasi.
- 4) Tuba fallopii berupa pipa panjang yang pada ujungnya yang dekat dengan ovarium berbentuk corong. Pada bagian ini dilengkapi dengan fimbriae yang berfungsi untuk mendorong ovum yang telah matang menuju uterus. Dalam tuba fallopii juga terjadi fertilisasi.
- 5) Ovarium merupakan tempat penghasil ovum. Berjumlah sepasang di kanan dan kiri. Masing-masing ovarium digantungkan oleh mesovarium.

B. Pembentukan Sel Kelamin

1. Pembentukan Sel Kelamin pada Pria

Pembentukan sel kelamin pada pria dimulai pada saat pria memasuki masa puber. Proses pembentukan sel kelamin pada pria disebut spermatogenesis. Spermatogenesis berlangsung di dalam testis, tepatnya di dalam tubulus seminiferus. Spermatogenesis dikendalikan oleh *Follicle Stimulating Hormone* (FSH). Hormone ini dapat merangsang sel sertoli untuk memproduksi *Androgen Binding Protein* (ABP). ABP akan merangsang spermatogonium melakukan spermatogenesis. Sel sertoli juga berperan untuk memproduksi nutrisi bagi spermatozoa.



Gambar Pembentukan Sel Kelamin pada Pria

Mula-mula, spermatogonium (sel induk spermatozoa) yang terdapat dalam tubulus seminiferous mengalami pembelahan secara mitosis. Hasil pembelahan ini adalah spermatosit primer. Selanjutnya, spermatosit primer mengalami pembelahan meiosis I menghasilkan spermatosit sekunder. Spermatosit sekunder mengalami pembelahan meiosis II menghasilkan spermatid. Spermatid akan berkembang menjadi spermatozoa yang memiliki ekor.

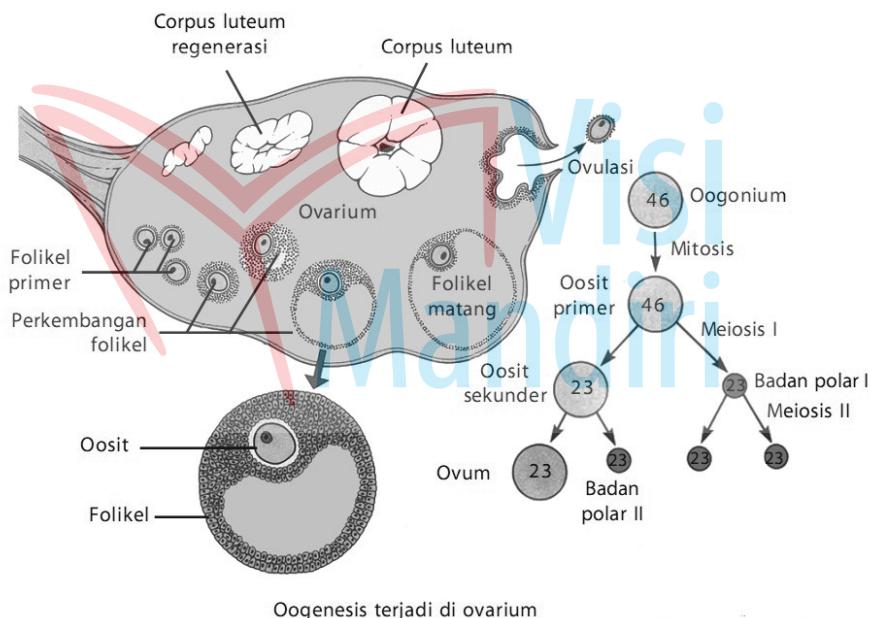
Pembelahan meiosis dikendalikan oleh hormon testosteron. Hormon ini dihasilkan oleh sel Leydig. Sementara itu, hormon yang merangsang sel Leydig untuk memproduksi hormon terstosteron adalah *Luteinizing Hormone* (LH).

2. Pembentukan Sel Kelamin pada Wanita

Proses pembentukan sel kelamin pada wanita disebut oogenesis. Oogenesis terjadi dalam ovarium. Oogenesis pada wanita sudah dimulai sejak masih dalam kandungan. Pada masa ini, sel primordial mengalami pembelahan mitosis membentuk oogonium. Jadi, semasa dalam kandungan, janin yang berjenis kelamin perempuan sudah memiliki ribuan oogonium di dalam ovariumnya.

Setelah janin lahir ke dunia, oogonium akan membelah secara mitosis. Hasil pembelahan mitosis oogonium adalah ootid primer. Namun, proses ini akan terhenti dan akan berlanjut kembali setelah seorang wanita memasuki masa puber.

Pada masa puber, seorang wanita mengalami perubahan hormonal yang dapat menstimulasi oogenesis. Dengan demikian, ootid primer akan melanjutkan perkembangannya menjadi ootid sekunder dan badan polar I melalui pembelahan meiosis I. Setelah ootid sekunder dibuahi oleh sperma, ootid sekunder akan melanjutkan pembelahannya secara meiosis II membentuk ootid dan badan polar II. Ootid mengalami deferensiasi menjadi ovum sedangkan badan polar II akan membelah menjadi badan polar. Proses yang sama juga terjadi pada badan polar I. Akan tetapi, sebelum sempat membelah, biasanya badan polar I dan II sudah terdegenerasi terlebih dahulu.



Gambar Pembentukan Sel kelamin pada Wanita
(Sumber: zylaaa.blogspot.com)

Berkaitan dengan pembentukan sel kelamin pada wanita, ada satu siklus yang pasti dialami wanita sebulan sekali. Siklus tersebut adalah siklus menstruasi. Siklus ini dikenalikan oleh berbagai hormon sebagai berikut.

- Folicle Stimulating Hormone (FSH).* Hormon ini berfungsi untuk merangsang pembentukan *follicle de Graaf* dalam ovarium dan memacu produksi estrogen.
- Luteinizing Hormone (LH).* Hormon ini dapat merangsang ovulasi, merangsang pertumbuhan *corpus luteum*, serta merangsang ovarium untuk memproduksi progesteron.

- c. Estrogen. Hormon ini merangsang produksi LH dan menghambat produksi FSH oleh kelenjar hipofisis.
- d. Progesteron. Menghambat produksi FSH dan LH oleh kelenjar hipofisis dan memicu pertumbuhan endometrium untuk implantasi embrio.

Soal dan Pembahasan

- 1.** Berikut ini fungsi plasenta pada manusia, *kecuali*
- A. distribusi oksigen
 - B. pertukaran ekskresi
 - C. penguatan sistem imun
 - D. melindungi fetus dari guncangan
 - E. mengolah serta memberikan makanan

(SBMPTN 2015)

pembuahan sel telur dan sel sperma. Kontrasepsi dapat dilakukan secara temporer dan permanen. Kontrasepsi permanen dapat dilakukan dengan operasi baik pada pria maupun wanita. Kontrasepsi permanen pada pria disebut vasektomi, sedangkan pada wanita disebut tubektomi.

Jawaban: A

Pembahasan CERDAS:

Peran plasenta sebagai berikut.

- 1) Plasenta berperan untuk pertukaran gas (oksidigen dan karbon dioksida).
- 2) Pertukaran zat sisa antara ibu dan janin (ekskresi).
- 3) Menyalurkan antibodi yang berperan sebagai sistem imun bagi janin.
- 4) Mengolah dan memberikan makanan.

Sementara itu, melindungi fetus (janin) dari guncangan merupakan fungsi amnion.

Jawaban: D

- 2.** Kontrasepsi permanen yang relatif aman untuk diterapkan pada organ reproduksi perempuan adalah
- A. tubektomi
 - B. vasektomi
 - C. servektomi
 - D. ovariotomi
 - E. testerotomi

(SBMPTN 2015)

- 3.** Hormon yang berfungsi merangsang sel-sel interstitial menyekresikan hormon *testosteron* adalah

- A. androgen
- B. gonadotropin
- C. luteinizing hormone
- D. progesterone
- E. follicle stimulating hormone

(UM UNDIP 2010)

Pembahasan CERDAS:

Luteinizing hormone (LH) pada pria dikenal dengan *interstitial cell stimulating hormone* (ICSH) merupakan hormon yang dihasilkan oleh kelenjar hipofisis. Hormon ini pada wanita akan menstimulasi produksi progesteron, sedangkan pada pria akan menstimulasi produksi testosteron.

Jawaban: C

Pembahasan CERDAS:

Kontrasepsi merupakan cara yang digunakan untuk mencegah terjadinya

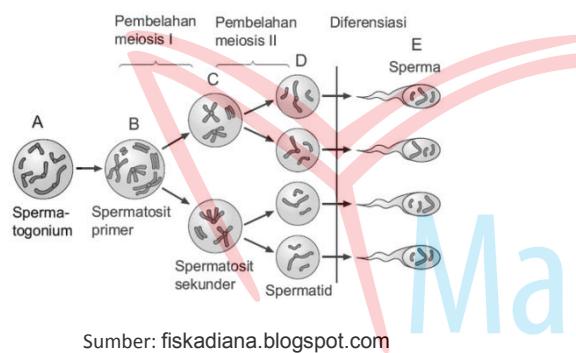
- 4.** Pada spermatogenesis, urutan proses pembentukan spermatozoa yang tepat adalah

- A. spermatosit primer – spermatosit sekunder – spermatogonia – spermatid – spermatozoa

- B. spermatogonia – spermatosit primer – spermatosit sekunder – spermatozoa – spermatid
 - C. spermatosit primer – spermatosit sekunder – spermatid – spermatogonia – spermatozoa
 - D. spermatogonia – spermatosit primer – spermatosit sekunder – spermatid – spermatozoa
 - E. spermatosit primer – spermatosit sekunder – spermatid – spermatozoa – spermatogonia
- (SNMPTN 2009)

Pembahasan CERDAS:

Urutan proses pembentukan spermatozoa adalah spermatogonia – spermatosit primer – spermatosit sekunder – spermatid – spermatozoa. Perhatikan skema berikut.



Jawaban: D

5. Hormon yang berperan dalam kontraksi uterus saat persalinan adalah
- A. testosteron
 - B. progesteron
 - C. prostaglandin
 - D. oksitosin
 - E. relaksin
- (UM UGM 2006)

Pembahasan CERDAS:

Semakin tua umur kehamilan, semakin banyak produksi estrogen dan semakin sedikit produksi progesteron. Hal tersebut karena estrogen berperan me rangsang kontraksi uterus, sedangkan progesteron berperan menghambat

kontraksi uterus. Selain estrogen, hormon lain yang berperan dalam me rangsang kontraksi uterus adalah hormon oksitosin. Hormon relaksin ber fungsi melunakkan serviks dan melong garkan tulang panggul.

Jawaban: D

6. Sel-sel yang mengalami meisosis I dalam tubulus seminiferus adalah ...
- A. Spermatid
 - B. Spermatozoa
 - C. Spermatogonia
 - D. Spermatosit primer
 - E. Spermatosit sekunder
- (SNMPTN 2010)

Pembahasan CERDAS:

Pembentukan sperma (spermatogenesis) dimulai dari pembelahan mitosis sel-sel induk sperma hingga dihasilkan spermatogonium. Sebagian sel spermatogonium tersebut mengalami pertumbuhan menjadi spermatosit primer. Sel spermatosit primer tersebut meng alami pembelahan meiosis I di dalam tubulus seminiferus menjadi sel spermatosit sekunder. Sel spermatosit II mengalami pembelahan meiosis II menjadi spermatid. Sel-sel spermatid akan mengalami diferensiasi menjadi sel spermatozoa.

Jawaban: D

7. Oogenesis berbeda dengan spermatogenesis dalam hal
- A. jumlah gamet yang dihasilkan
 - B. tipe pembelahan selnya
 - C. fase-fase pembelahan selnya
 - D. jumlah kromosomnya
 - E. perangkat kromosomnya
- (UMPTN 2000)

Pembahasan CERDAS:

Oogenesis merupakan proses pember tukan sel gamet betina (ovum). Proses oogenesis akan menghasilkan satu sel gamet. Sementara itu, spermatogenesis

merupakan proses pembentukan sel gamet jantan (sperma). Proses spermatogenesis akan menghasilkan empat sel gamet.

-----**Jawaban: A**

8. Sel spermatozoa dihasilkan oleh kelenjar testis dan selanjutnya akan ditampung di dalam kantung penyimpanan sebelum dikeluarkan. Kantung pemasakan spermatozoa ini disebut ...
- A. vesica urinaria
 - B. vesicula seminalis
 - C. vasdeferens
 - D. epididimis
 - E. uretra

Pembahasan CERDAS:

Testis akan memproduksi sperma. Sperma tersebut selanjutnya akan dialirkan melalui epididimis menuju vas deferens. Selanjutnya, sperma yang telah matang akan disimpan dalam kantong sperma yang disebut vesicula seminalis.

-----**Jawaban: B**

9. Selama spermatogenesis, terjadi satu kali pembelahan mitosis dan dua kali pembelahan meiosis.

SEBAB

Pada spermatogenesis, pembelahan meiosis II pada spermatosit sekunder menghasilkan empat spermatozoa

(UM UGM 2007)

Pembahasan CERDAS:

Pernyataan benar, alasan salah.

Pada proses spermatogenesis terjadi tiga kali pembelahan sel, yaitu satu kali pembelahan mitosis dan dua kali pem-

belahan meiosis. Pembelahan mitosis terjadi pada sel primordial menjadi spermatogonium. Spermatogonium akan mengalami pertumbuhan menjadi spermatosit primer. Spermatosit primer mengalami pembelahan meiosis I menjadi spermatosit sekunder. Spermatosis sekunder mengalami pembelahan meiosis II menjadi spermatid. Spermatid selanjutnya akan mengalami diferensiasi menjadi spermatozoa.

-----**Jawaban: C**

10. Pada sistem reproduksi manusia, peristiwa berikut yang terjadi pada fase ovulasi adalah

- (1) kadar estrogen meningkat, produksi FSH dihambat
- (2) Kadar estrogen meningkat, LH dihasilkan
- (3) folikel mengkerut berubah menjadi korpus luteum
- (4) endometrium menjadi tipis

(SNMPTN 2008)

Pembahasan CERDAS:

Pada fase ovulasi terjadi peningkatan kadar estrogen yang mengakibatkan terhambatnya pembentukan FSH sehingga hipofisis melepaskan LH. Pada saat ovulasi, oosit sekunder akan terlepas dari folikel. Selanjutnya folikel yang telah kosong akan mengkerut menjadi korpus luteum. Korpus luteum akan menghasilkan estrogen dan progesteron. Hormon tersebut akan memacu penebalan endometrium.

-----**Jawaban: A**



- BAB 16 -

Sistem Pertahanan Tubuh

Rangkuman Materi

Sistem pertahanan tubuh berfungsi untuk melindungi tubuh dari serangan patogen. Sistem pertahanan tubuh dibagi menjadi dua, yaitu sistem imunitas nonspesifik (imunitas bawaan) dan sistem imunitas spesifik (imunitas adaptif).

Imunitas bawaan merupakan garis pertahanan pertama terhadap benda asing. Sistem imunitas nonspesifik tidak membedakan patogen yang masuk ke dalam tubuh. Ada empat macam sistem imunitas nonspesifik yaitu:

1. Imunitas yang ada di permukaan tubuh

Berbagai imunitas yang ada di permukaan tubuh sebagai berikut.

- Imunitas oleh kulit dan membran mukosa (imunitas fisik).
- Imunitas oleh bakteri baik yang ada di permukaan tubuh (imunitas biologis).
- Imunitas yang dilakukan oleh rambut hidung dan silia (imunitas mekanis).
- Imunitas yang dilakukan oleh sekret yang dihasilkan oleh membran mukosa (imunitas kimiawi).

2. Protein komplemen dan interferon

Protein komplemen mempertahankan tubuh dari patogen dengan cara membuat lubang pada dinding sel sehingga patogen menjadi lisis. Sementara itu, interferon akan menghasilkan zat yang dapat mencegah virus bereplikasi.

3. Inflamasi

Inflamasi atau disebut juga reaksi peradangan. Inflamasi dilakukan oleh histamine yang terdapat dalam darah.

4. Fagositosis

Fagositosis dilakukan oleh makrofag. Makrofag akan memakan patogen yang terdapat dalam aliran darah.

Sistem imunitas adaptif merupakan sistem imunitas yang hanya bekerja pada patogen tertentu. Sistem imunitas adaptif melibatkan limfosit dan antibodi. Limfosit terdiri atas limfosit B dan limfosit T. Ada tiga macam limfosit B, yaitu sel B plasma, sel B pengingat, dan sel B pembelah. Sementara itu, limfosit T terdiri atas sel T pembunuh, sel T pembantu, sel T supresor.

Sebagai respon imun adaptif, antibodi akan dibentuk pada saat ada antigen yang masuk ke dalam tubuh. Antibodi bekerja spesifik terhadap antigen tertentu, misalnya antibodi cacar hanya bekerja pada antigen cacar. Ada lima macam antibodi, yaitu IgM, IgA, IgG, IgD, dan IgE. Cara kerja antibodi ada empat, yaitu neutralisasi, aglutinasi, presipitasi, dan fiksasi komplemen.

Dalam sistem imunitas adaptif, tubuh dapat memberikan respons kekebalan terhadap patogen yang masuk ke dalam tubuh secara humoral atau seluler. Respons kekebalan humoral melibatkan aktivitas sel B dan antibodi. Sementara itu, respons kekebalan seluler melibatkan sel T.

Adapun berdasarkan cara memperolehnya, jenis kekebalan tubuh terhadap patogen dibagi menjadi dua, yaitu kekebalan aktif dan kekebalan pasif. Kekebalan aktif diperoleh tubuh ketika tubuh melakukan respons kekebalan terhadap patogen secara langsung. Kekebalan aktif dapat terjadi secara alami maupun buatan. Kekebalan aktif alami diperoleh setelah ada patogen yang menyerang tubuh dan tubuh merespons patogen tersebut secara langsung dengan menghasilkan antibodi. Sementara itu, kekebalan aktif buatan diperoleh dengan cara menyuntikkan antigen ke dalam tubuh untuk merangsang tubuh menghasilkan antibodi.

Kekebalan pasif merupakan kekebalan tubuh terhadap suatu patogen setelah menerima antibodi dari luar tubuh. Kekebalan pasif dapat terjadi secara alami maupun buatan, kekebalan pasif alami diperoleh jika ada antibodi yang masuk ke dalam tubuh, misalnya kekebalan pasif alami pada bayi yang memperoleh antibodi dari ASI yang pertama kali keluar. Sementara itu, kekebalan pasif buatan diperoleh setelah tubuh menerima antibodi yang sengaja dibuat dan dimasukkan ke dalam tubuh, misalnya serum bisa ular.

Soal dan Pembahasan

1. Kekebalan pasif buatan pada manusia dapat diperoleh melalui
 - A. vaksinasi dengan virus yang dilemahkan
 - B. transfer nutrisi dari ibu ke janin
 - C. produksi respons imun seluler
 - D. pembentukan antibodi akibat paparan antigen
 - E. injeksi immunoglobulin ke dalam tubuh
2. Benda asing yang berusaha memasuki tubuh, pertama kali akan menghadapi pertahanan tubuh nonspesifik terhadap....
 - A. antibodi
 - B. fagositosis
 - C. respons inflamasi
 - D. kulit
 - E. sistem kekebalan tubuh

(UM UGM 2013)

Pembahasan CERDAS:

Ada dua jenis kekebalan berdasarkan cara memperolehnya yaitu kekebalan aktif dan kekebalan pasif. Kekebalan pasif dapat diperoleh secara buatan dan alami. Kekebalan pasif buatan diperoleh dengan cara menyuntikkan antibodi (immunoglobulin) dari individu lain sebagai serum ke dalam tubuh. Kekebalan pasif alami diperoleh melalui plasenta dari ibu ke janin. Kekebalan aktif dapat diperoleh secara alami dan buatan. Kekebalan aktif alami diperoleh setelah seseorang mengalami sakit. Kekebalan aktif buatan diperoleh melalui vaksinasi.

Jawaban: E

Pembahasan CERDAS:

Mekanisme pertahanan tubuh berlangsung secara nonspesifik dan spesifik. Benda asing yang menyerang tubuh, pertama kali akan menghadapi pertahanan tubuh nonspesifik. Pertahanan tubuh nonspesifik dilakukan oleh kulit, membran mukosa, rambut hidung, silia pada trachea, dan cairan sekresi.

- Jawaban: D
3. Bersin adalah proses ekspirasi mendak yang berfungsi mengeluarkan benda-benda asing yang masuk ke dalam saluran pernapasan. Proses ini merupakan mekanisme pertahanan tubuh yang terjadi karena kontraksi dari
 - A. selaput rongga dada
 - B. selaput dinding perut
 - C. otot-otot perut

- D. otot diafragma
- E. otot antartulang rusuk

Pembahasan CERDAS:

Pada saat benda asing masuk melalui saluran pernapasan, selaput rongga dada akan mengalami kontraksi. Kontraksi selaput rongga dada tersebut akan mengeluarkan benda asing tersebut melalui peristiwa dahak.

-----**Jawaban: A**

4. Pertahanan pertama terhadap sel asing dilakukan oleh
- A. protein komplemen
 - B. membran mukosa
 - C. sel fagosit
 - D. limfosit
 - E. antibodi

Pembahasan CERDAS:

Mekanisme pertahanan tubuh berlangsung secara nonspesifik dan spesifik. Benda asing yang menyerang tubuh, pertama kali akan menghadapi pertahanan tubuh nonspesifik. Pertahanan tubuh nonspesifik dilakukan oleh kulit, membran mukosa, rambut hidung, silia pada trachea, dan cairan sekresi.

-----**Jawaban: B**

5. Netralisasi merupakan cara perlindungan tubuh terhadap patogen dengan cara ...
- A. memblokir bagian aktif pada antigen
 - B. mengubah struktur kimia antigen
 - C. mengubah konfigurasi fisik antigen
 - D. memecah antigen menjadi beberapa bagian
 - E. mengikat lebih dari dua antigen dalam satu reaksi

Pembahasan CERDAS:

Beberapa cara kerja antibodi dalam menginaktivasi antigen sebagai berikut.

- 1) Netralisasi, mekanisme ini dilakukan dengan cara menghalangi atau memblokir tempat pengikatan virus, membungkus bakteri, dan atau opsonosasi.
- 2) Aglutinasi partikel yang mengandung antigen.
- 3) Presipitasi melalui pengendapan antigen yang dapat larut.
- 4) Fiksasi komplemen.

-----**Jawaban: A**

6. Imunisasi merupakan salah satu program pemerintah untuk meningkatkan kesehatan masyarakat.

SEBAB

Imunisasi akan melatih sistem imun tubuh untuk melindungi tubuh dari antigen yang merugikan.

(UM UNSOED 2010)

Pembahasan CERDAS:

Pernyataan benar

Imunisasi merupakan program pemerintah untuk meningkatkan kesehatan masyarakat dengan upaya memasukkan vaksin ke dalam tubuh untuk merangsang terbentuknya antibodi.

Alasan salah

Kegiatan imunisasi merupakan upaya pembentukan antibodi, bukan melatih antibodi.

-----**Jawaban: C**

7. Pernyataan berikut yang tepat terkait sistem imunitas adaptif adalah ...

- (1) Limfosit B aktif setelah induksi dengan patogen.
- (2) Limfosit T bekerja setelah makrofag mempresentasikan fragmen antigen.
- (3) Limfosit B diaktifkan oleh sitotoksin.
- (4) Suatu antibodi dapat mengenali beberapa jenis antigen.

(SBMPTN 2014)

Pembahasan CERDAS:

Sistem imunitas adaptif merupakan sistem imunitas yang bekerja secara spesifik. Sistem imunitas adaptif melibatkan kerja sel limfosit dan antibodi. Sel Limfosit B berperan dalam imunitas adaptif secara humorai. Sel limfosit B akan aktif setelah terjadi induksi patogen yang mengandung zat bersifat sifotoksin. Sel limfosit B akan merangsang pembentukan antibodi. Antibodi bekerja secara spesifik yaitu satu antibodi hanya dapat mengenali satu antigen. Sementara itu, sel limfosit T bekerja dalam sistem imunitas adaptif secara seluler. Sel T akan menyerang patogen secara langsung tanpa mengalami pengenalan antigen oleh makrofag.

-----**Jawaban: B**

8. Antigen yang masuk ke dalam tubuh manusia direspon secara spesifik oleh
- (1) selaput lendir
 - (2) sel leukosit
 - (3) sel fagosit
 - (4) antibodi

(SNMPTN 2008)

Pembahasan CERDAS:

Sistem pertahanan tubuh spesifik merupakan sistem pertahanan yang dilakukan apabila antigen atau benda asing berhasil melewati sistem pertahanan tubuh nonspesifik. Antigen yang masuk secara spesifik akan direspon oleh antibodi. Sementara itu, selaput lendir dan sel fagosit akan melakukan respons melalui sistem pertahanan nonspesifik. Sedangkan sel leukosit tidak semuanya yang merespons secara spesifik, hanya sel limfosit yang merespon secara spesifik, monosit berperan sebagai sel fagosit.

-----**Jawaban: D**

9. Jika mikroba masuk ke dalam tubuh manusia akan direspon oleh...
- (1) eritrosit
 - (2) monosit
 - (3) trombosit
 - (4) limfosit

(SPMB 2007)

Pembahasan CERDAS:

Saat mikroba masuk ke dalam tubuh manusia akan terjadi sistem pertahanan. Sistem pertahanan tubuh di antaranya dilakukan oleh monosit dan limfosit. Monosit bekerja dengan melakukan fagositosis, sedangkan limfosit bekerja dengan membentuk antibodi.

-----**Jawaban: C**

10. Komponen pertahanan tubuh spesifik
- (1) limfosit
 - (2) protein antimikroba
 - (3) antibodi
 - (4) inflamasi

Pembahasan CERDAS:

Mekanisme pertahanan tubuh dibedakan menjadi pertahanan tubuh spesifik dan nonspesifik. Pertahanan spesifik dilakukan oleh limfosit dan antibodi. Sedangkan protein antimikroba dan inflamasi merupakan pertahanan tubuh nonspesifik. Oleh karena itu, pertahanan tubuh spesifik dilakukan oleh nomor (1) dan (3).

-----**Jawaban: B**



- BAB 17 -

Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

Rangkuman Materi

A. Pengertian Pertumbuhan dan Perkembangan

Pertumbuhan adalah bertambahnya ukuran, jumlah, dan volume pada sel yang bersifat *irreversible* (tidak dapat kembali). Proses pertumbuhan ini dapat diukur dan dinyatakan secara kuantitatif (dinyatakan dengan angka). Sementara itu, perkembangan merupakan proses terspesialisasinya sel-sel menjadi struktur dan fungsi tertentu (proses menuju kedewasaan atau kesempurnaan) yang bersifat *reversible* (dapat kembali). Proses perkembangan dinyatakan secara kualitatif (dengan deskripsi kalimat) dan tidak dapat diukur.

B. Proses Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

Proses pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan diawali dengan perkecambahan. Adapun proses perkecambahannya sebagai berikut.

"Imbibisi air pada biji → embrio aktif dan melepaskan hormon giberelin → hormon giberelin mendorong aleuron untuk melepaskan enzim, misalnya amilase → enzim amilase menghidrolisis cadangan makanan pada endosperma menjadi glukosa → glukosa dan zat lain diserap oleh kotiledon selama pertumbuhan embrio menjadi bibit tanaman".

Proses perkecambahan dibagi menjadi dua tipe yaitu perkecambahan epigeal dan perkecambahan hipogeal.

1. Perkecambahan Epigeal

Pada perkecambahan epigeal ditandai dengan bagian hipokotil terangkat ke atas permukaan tanah. Sebagai contoh, perkecambahan epigeal pada perkecambahan kacang hijau.

2. Perkecambahan Hipogeal

Perkecambahan hipogeal ditandai dengan terbentuknya bakal batang yang muncul ke permukaan tanah dan kotiledon tetap berada di dalam tanah. Misalnya pada perkecambahan jagung dan kacang kapri.

C. Teori dalam Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

Teori yang berkaitan dengan pertumbuhan dan perkembangan dibedakan menjadi dua, yaitu teori histogen dari Hanstein dan teori tunika korpus dari Schmidt.

1. Teori Histogen dari Hanstein
Menurut teori histogen, titik tumbuh dibedakan menjadi tiga seperti berikut.
 - a. Dermatogen (luar), membentuk epidermis.
 - b. Periblem (tengah), membentuk korteks.
 - c. Plerom (dalam), membentuk silinder pusat.
2. Teori tunika korpus dari Schmidt
Menurut teori tunika korpus, titik tumbuh dibedakan menjadi dua seperti berikut.
 - a. Bagian tunika yang ada di sebelah luar dan aktif membelah sehingga ujung akar bertambah luas.
 - b. Bagian korpus yang ada di sebelah dalam dan aktif membelah ke segala arah.

D. Faktor yang Memengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

Pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal.

1. Faktor Internal

Faktor internal merupakan faktor yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan yang berasal dari tubuh tumbuhan itu sendiri. Faktor internal dibedakan menjadi faktor intraseluler dan interseluler.

- a) Faktor intraseluler, terdapat di dalam sel tumbuhan, misalnya gen. Gen merupakan faktor pembawa sifat dari induk kepada anaknya (keturunannya).
- b) Faktor interseluler, faktor ini dilepaskan oleh sel untuk mengatur pertumbuhan dan perkembangan, misalnya hormon. Hormon yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan sebagai berikut
 - 1) **Auksin** berfungsi merangsang pemanjangan sel dan diferensiasi, merangsang aktivitas kambium, mencegah rontoknya daun; bunga; dan buah; merangsang pembentukan akar; buah; dan bunga, merangsang dominansi apikal, memengaruhi gerak fototropisme, serta membantu pembentukan buah tanpa biji.
 - 2) **Sitokinin** berfungsi menghambat penuaan dan pengguguran daun, merangsang pertumbuhan embrio, meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan sel tumbuhan, memengaruhi pertumbuhan dan diferensiasi akar, mendorong pembelahan sel, serta memengaruhi pembentukan organ.
 - 3) **Giberelin** berfungsi merangsang perkecambahan; partenokarpi; dan pembungan, merangsang batang tumbuhan menjadi tumbuh besar, mendorong perkembangan kuncup dan biji, merangsang pemanjangan batang dan pertumbuhan daun, serta mengakibatkan tumbuhan berbunga sebelum waktunya.
 - 4) **Asam absisat** berfungsi menunda pertumbuhan, memacu pengguguran bunga dan buah, menghambat pembelahan sel, serta merangsang penutupan stomata pada saat kekurangan air.
 - 5) **Gas etilen** berfungsi menghambat pemanjangan sel, merangsang pemasakan buah, mempertebal pertumbuhan batang, serta merangsang pengguguran daun dan bunga.
 - 6) **Asam traumalin** berfungsi membantu penyembuhan luka pada tumbuhan.
 - 7) **Kalin** berfungsi merangsang pembentukan organ-organ tumbuhan. Misalnya rizokalin (merangsang pembentukan akar), kaulokalin (merangsang pembentukan batang), filokalin (merangsang pembentukan daun), dan antokalin (merangsang pembentukan bunga).

2. Faktor Eksternal

Faktor eksternal merupakan faktor yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan yang berasal dari luar tubuh tumbuhan, misalnya lingkungan.

- a) Air berfungsi sebagai pelarut universal, menentukan laju fotosintesis, membantu perkecambahan, serta mengangkut unsur hara dan hasil fotosintesis.
- b) Cahaya berfungsi membantu proses fotosintesis. Cahaya bersifat menghambat pertumbuhan tanaman karena cahaya dapat menguraikan auksin.
- c) Kelembapan memengaruhi proses transpirasi tumbuhan.
- d) pH tanah berfungsi mengetahui tingkat asam-basa tanah.
- e) Suhu berfungsi dalam memengaruhi proses fisiologi tanaman misal fotosintesis, respiration, transpirasi, dan reproduksi.
- f) Nutrisi berfungsi merangsang pertumbuhan dan perkembangan.
- g) Oksigen berfungsi dalam proses respirasi aerob.

Soal dan Pembahasan

1. Adanya proses perkembangan tumbuhan ditunjukkan oleh peristiwa
- A. Bertambahnya daun tumbuhan menjadi 8 daun
 - B. Terbentuknya akar, batang, dan daun dari perkecambahan biji
 - C. Bertambahnya tinggi batang tumbuhan menjadi 10 cm
 - D. Panjang akar tumbuhan bertambah 4 cm
 - E. Semakin besarnya diameter batang tanaman

Pembahasan CERDAS:

Perkembangan tumbuhan merupakan proses terspesialisasinya sel-sel menjadi struktur dan fungsi tertentu (proses menuju kedewasaan atau kesempurnaan) yang bersifat *reversible* (dapat kembali), serta dinyatakan secara kualitatif (dengan deskripsi kalimat). Perkembangan tidak dinyatakan dalam bentuk angka. Misalnya terbentuknya akar; batang; dan daun dari perkecambahan biji, serta munculnya biji tanaman setelah berbunga.

Jawaban: B

2. Gerakan air dari lingkungan luar melintasi selaput biji untuk keperluan perkecambahan disebut
- A. Difusi
 - B. Osmosis
 - C. Plasmolisis
 - D. Adsorbsi
 - E. Imbibisi

UM UGM 2006

Pembahasan CERDAS:

Dalam proses pengambilan zat oleh tumbuhan, imbibisi merupakan kemampuan dinding sel dan plasma sel untuk menyerap air dari luar sel. Pada peristiwa tersebut molekul-molekul air terikat di antara molekul-molekul dinding sel atau plasma sel. Proses imbibisi biasa digunakan dalam proses perkecambahan. Pada awal perkecambahan, proses imbibisi membuat benih akan membesar dan kulit benih pecah. Sehingga dapat menyebabkan keluarnya radikula dari dalam benih.

Jawaban: E

3. Berdasarkan teori titik tumbuh histogen, bagian periblem akan menghasilkan jaringan

- A. epidermis
- B. kutikula
- C. stomata
- D. korteks
- E. stele

SBMPTN 2013

- D. S dan Ca
- E. P dan Mg

SNMPTN 2012

Pembahasan CERDAS:

- Menurut teori histogen, titik tumbuh dibedakan menjadi tiga seperti berikut.
- a. Dermatogen (luar), membentuk epidermis.
 - b. Periblem (tengah), membentuk korteks.
 - c. Plerom (dalam), membentuk silinder pusat.

Jawaban: D

4. Hormon tumbuhan yang berperan dalam pembelahan sel sehingga memengaruhi proses pertumbuhan adalah
- A. kalin
 - B. sitokinin
 - C. giberelin
 - D. asam absisat
 - E. asam traumalin

SNMPTN 2012

Pembahasan CERDAS:

Fungsi hormon sitokinin sebagai berikut.

- 1) Mendorong pembelahan sel.
- 2) Meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan sel tumbuhan.
- 3) Merangsang pertumbuhan embrio.
- 4) Menghambat penuaan dan pengguruan daun.
- 5) Memengaruhi pertumbuhan dan differensiasi akar.
- 6) Memengaruhi pembentukan organ

Jawaban: B

5. Berikut ini, yang bukan termasuk unsur makro yang diperlukan tumbuhan adalah
- A. N dan C
 - B. Cl dan Fe
 - C. Ca dan K

6. Hormon yang berperan menghambat pertumbuhan, menutup stomata selama kekurangan air, dan dormansi adalah

- A. auksin
- B. sitokinin
- C. giberelin
- D. asam absisat
- E. etilen

SNMPTN 2014

Pembahasan CERDAS:

Salah satu hormon yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan adalah hormon asam absisat. Asam absisat memiliki beberapa fungsi seperti berikut.

- 1) Menghambat atau menunda pertumbuhan.
- 2) Menutup stomata selama kekurangan air (suatu adaptasi untuk mengurangi kehilangan air).
- 3) Memacu dormansi (peristiwa istirahat yang ditandai dengan tidak melakukan metabolisme).

Jawaban: D

7. Pertumbuhan bibit di tempat gelap lebih cepat daripada di tempat terang.

SEBAB

Hormon auksin mudah rusak oleh intensitas cahaya yang tinggi.

SPMB 2006

Pembahasan CERDAS:

Pertumbuhan bibit di tempat gelap lebih cepat daripada di tempat terang. Hal ini dipengaruhi dengan adanya hormon auksin pada tumbuhan tersebut. Aktivitas auksin akan terhambat jika terkena cahaya matahari yang tinggi. Apabila pada salah satu sisi batang tumbuhan terkena cahaya matahari, persebaran auksin menjadi tidak merata. Akibatnya, bagian yang tidak terkena cahaya matahari dapat tumbuh lebih cepat atau lebih panjang. Kondisi ini dikarenakan kandungan auksin pada sisi yang terkena cahaya matahari lebih rendah daripada bagian yang tidak terkena cahaya matahari. Jadi, pada soal pernyataan tersebut benar dan alasannya benar serta saling berhubungan.

-----**Jawaban: A**

8. Asam absisat merupakan salah satu hormon yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Hormon ini diproduksi pada daun, batang, dan buah yang masih muda.

SEBAB

Asam absisat berfungsi merangsang pembentukan buah dan bunga, mempertebal pertumbuhan batang, serta membantu pembentukan buah tanpa biji (partenokarpia).

Pembahasan CERDAS:

Asam absisat merupakan salah satu hormon yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Hormon ini diproduksi pada daun, batang, dan buah yang masih muda. Asam absisat memiliki fungsi yaitu menunda pertumbuhan, memacu pengguguran bunga dan buah, menghambat pembelahan sel, serta merangsang penutupan stomata pada saat kekurangan air. Jadi, pernyataan pada soal tersebut benar, tetapi alasannya salah.

-----**Jawaban: C**

9. Faktor eksternal yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan adalah

- (1) Gas etilen
- (2) Cahaya
- (3) Gen
- (4) Air

Pembahasan CERDAS:

Faktor eksternal yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan adalah air, cahaya, suhu, kelembapan, nutrisi, oksigen, dan nilai pH. Oleh karena itu, faktor eksternal yang benar terdapat pada nomor 2 dan 4.

-----**Jawaban: C**

10. Kalin merupakan hormon yang berfungsi merangsang pembentukan organ pada tumbuhan. Berdasarkan organ yang dibentuk, hormon kalin dibedakan menjadi empat macam. Pasangan antara macam hormon kalin beserta organ yang dibentuk yang benar adalah

- (1) Rizokalin – merangsang pembentukan akar.
- (2) Kaulokalin – merangsang pembentukan batang.
- (3) Filokalin – merangsang pembentukan daun.
- (4) Antokalin – merangsang pembentukan bunga.

Pembahasan CERDAS:

Berdasarkan organ yang dibentuk, macam-macam hormon kalin dapat dijelaskan sebagai berikut.

- Rizokalin – merangsang pembentukan akar.
- Kaulokalin – merangsang pembentukan batang.
- Filokalin – merangsang pembentukan daun.
- Antokalin – merangsang pembentukan bunga.

-----**Jawaban: E**



- BAB 18 -

Metabolisme

Rangkuman Materi

Metabolisme adalah proses reaksi kimia yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup. Proses metabolisme dibagi menjadi dua, yaitu katabolisme dan anabolisme. Adapun komponen penting yang berperan dalam metabolisme adalah enzim.

A. Enzim

Enzim merupakan protein yang berfungsi sebagai biokatalisator. Enzim terdiri atas sisi aktif dan sisi alosterik. Substrat akan berikatan dengan enzim pada sisi aktifnya. Enzim bekerja berdasarkan prinsip teori gembok dan kunci serta teori ketepatan induksi. Berdasarkan prinsip teori gembok dan kunci, sisi aktif enzim hanya dapat berikatan dengan substrat yang sesuai. Sementara itu, dalam teori ketepatan induksi, sisi aktif enzim akan menyesuaikan dengan bentuk substrat yang akan berikatan dengan enzim tersebut.

1. Sifat Enzim

- Enzim bekerja secara spesifik. Artinya, enzim hanya bekerja pada substrat-substrat tertentu saja.
- Enzim bersifat termolabil. Artinya, kerja enzim dipengaruhi oleh suhu. Enzim tidak aktif pada suhu rendah dan akan rusak pada suhu tinggi.
- Enzim dapat bekerja secara bolak-balik. Artinya, enzim hanya mempercepat laju reaksi sampai terjadi kesetimbangan.
- Enzim dapat bereaksi baik dengan substrat asam maupun basa. Pada sisi aktif enzim terdapat gugus R residu asam amino yang membuat enzim dapat bereaksi dengan substrat basa maupun asam.
- Enzim merupakan koloid. Dengan demikian, enzim dapat memperluas permukaannya sehingga aktivitasnya semakin besar.
- Enzim merupakan biokatalisator. Enzim dalam jumlah yang sedikit sudah dapat mempercepat reaksi. Namun, enzim tidak ikut bereaksi.

2. Faktor yang Memengaruhi Enzim

- Derajat keasaman (pH)

Setiap enzim memiliki pH optimum yang dapat membuat enzim tersebut bekerja secara optimum juga. Misalnya, enzim renin yang bekerja optimum pada pH asam, enzim maltase yang bekerja optimum pada pH basa, dan enzim ptialin yang bekerja pada pH netral.

- Temperatur

Enzim dapat bekerja secara optimum pada kisaran suhu 38-40 °C. Sementara itu, pada suhu rendah enzim tidak akan bekerja dan pada suhu tinggi enzim akan rusak.

c. Konsentrasi enzim dan substrat

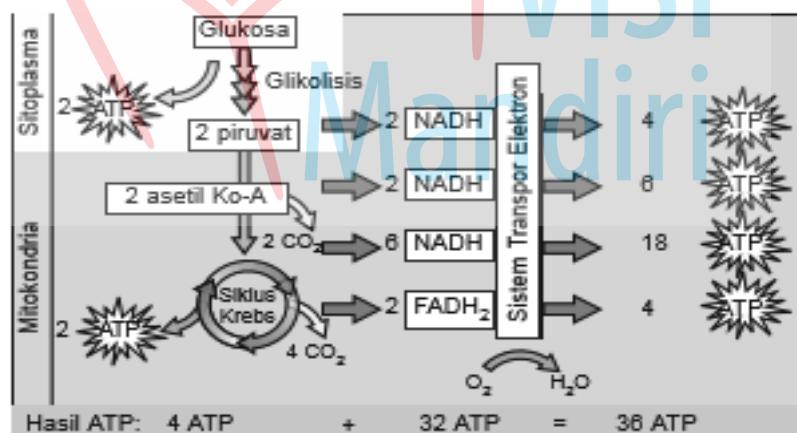
Semakin banyak konsentrasi enzim, semakin cepat suatu reaksi berlangsung. Demikian juga pada saat konsentrasi substrat ditambahkan meskipun konsentrasi enzim tetap akan meningkatkan kecepatan reaksi.

d. Zat aktuator dan inhibitor

Zat aktuator adalah zat yang dapat meningkatkan aktivitas enzim. Dengan menambahkan zat ini ke dalam suatu reaksi, maka reaksi tersebut akan berjalan lebih cepat. Sementara itu, inhibitor adalah zat yang menghambat aktivitas enzim. Ada dua macam inhibitor, yaitu inhibitor kompetitif dan nonkompetitif. Inhibitor kompetitif memiliki struktur sama dengan substrat. Pada saat inhibitor kompetitif berikatan dengan sisi aktif enzim, maka substrat sudah tidak dapat berikatan dengan enzim tersebut. Sementara itu, inhibitor nonkompetitif merupakan inhibitor yang menghambat cara kerja enzim dengan cara melekat pada sisi alosterik enzim. Ikatan antara inhibitor nonkompetitif dengan sisi alosterik enzim mengakibatkan sisi aktif enzim berubah. Hal ini mengakibatkan substrat tidak dapat berikatan dengan enzim.

B. Katabolisme

Katabolisme adalah pemecahan senyawa kompleks seperti karbohidrat, lemak, dan protein menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana seperti glukosa, asam amino, dan asam lemak. Melalui reaksi katabolisme akan diperoleh energi yang selanjutnya digunakan untuk aktivitas sel. Katabolisme karbohidrat melalui empat tahap yaitu glikolisis, dekarboksilasi oksidatif asam piruvat (pembentukan asetil Ko-A), siklus Krebs, dan sistem transpor elektron. Keempat tahapan tersebut dapat dilihat pada bagan berikut ini.



1. Glikolisis

Glikolisis berlangsung di dalam sitoplasma. Glikolisis merupakan pemecahan glukosa menjadi 2 asam piruvat dengan hasil samping berupa 2 NADH dan 2 ATP.

2. Dekarboksilasi Oksidatif Asam Piruvat (Pembentukan Asetil Ko-A)

Asam piruvat hasil glikolisis selanjutnya memasuki mitokondria. Pada membran dalam mitokondria, asam piruvat mengalami dekarboksilasi oksidatif membentuk asetil Ko-A.

3. Siklus Krebs

Siklus Krebs terjadi dalam matriks mitokondria. Pada tahap ini akan dihasilkan senyawa-senyawa antara sebagai penyedia kerangka karbon senyawa lainnya. Selain itu, juga akan dihasilkan 6 NADH, 4 FADH₂, 2 ATP, dan 4 CO₂.

4. Sistem Transpor Elektron

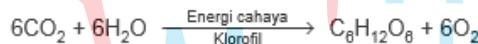
Sistem transpor elektron terjadi di membran dalam mitokondria. Sistem transpor elektron berfungsi mengoksidasi NADH dan FADH₂ untuk membentuk ATP.

Perbedaan antara keempat tahapan tersebut dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tahap	Bahan	Tempat Reaksi	Hasil		
			Senyawa	Jumlah Akspetor	Jumlah ATP
Glikolisis	Glukosa	Sitosol	2 asam piruvat	2 NADH	2
Pembentukan Asetil Ko-A	Asam piruvat	Matriks mitokondria	2 asetil Ko-A dan 2 CO ₂	2 NADH	-
Daur Krebs	Asetil Ko-A	Matriks mitokondria	4 CO ₂	6 NADH dan 2 FADH ₂	2
Sistem transpor elektron	NADH dan FADH ₂	Membran dalam mitokondria	6H ₂ O		32

C. Anabolisme

Anabolisme (fotosintesis) adalah penyusunan bahan organik (karbohidrat) dari bahan anorganik (CO₂ dan H₂O) dengan bantuan cahaya matahari. Reaksi kimia fotosintesis dapat dituliskan:



Fotosintesis terjadi dalam organel penyusun sistem endomembran yaitu kloroplas. Ada dua reaksi dalam fotosintesis yaitu reaksi terang dan reaksi gelap. Reaksi terang berlangsung di dalam tilakoid. Sementara itu, reaksi gelap berlangsung di dalam stroma.

1. Reaksi Terang

Dalam reaksi terang terdapat dua pusat reaksi, yaitu aliran elektron siklik dan aliran elektron nonsiklik. Aliran elektron siklik melibatkan fotosistem I. Fotosistem I adalah pusat reaksi yang terdiri atas sekumpulan klorofil yang dapat menangkap cahaya matahari dengan panjang gelombang 700 nm (P700). Aliran elektron nonsiklik melibatkan fotosistem II. Fotosistem II dapat menangkap cahaya matahari dengan panjang gelombang 680 nm (P680).

Energi cahaya yang mengenai klorofil menimbulkan fotolisis. Fotolisis adalah pemecahan molekul air menjadi ion hidrogen dan oksigen dengan melepaskan dua elektron. Elektron hasil fotolisis akan memasuki foto-sistem II dan diteruskan ke fotosistem I. Loncatan elektron dari fotosistem II ke fotosistem I melewati sistem transpor elektron. Proses loncatan elektron pada sistem tanspor elektron menghasilkan ATP. Pada akhir tanspor elektron, elektron akan diikat oleh NAD⁺ sehingga terbentuk NADPH₂.

2. Reaksi Gelap

Reaksi gelap disebut juga siklus Calvin-Benson. Reaksi gelap terdiri atas tiga tahap yaitu fiksasi, reduksi, dan regenerasi. Fiksasi adalah pengikatan CO₂ di udara oleh ribulosa bifosfat (RuBP). Selanjutnya, CO₂ dan RuBP dikatalisis oleh RuBP sintetase menjadi 3-

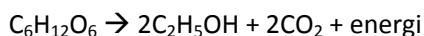
fosfoglicerat (PGA). Reduksi adalah pengubahan fosfoglicerat menjadi gliseraldehid-3-fosfat (PGAL). Sebelumnya, PGA diubah menjadi DPGA (1,3-bifosfoglicerat) dengan menambahkan gugus fosfat dari ATP. Selanjutnya, DPGA direduksi oleh NADPH₂ membentuk PGAL. Regenerasi adalah pembentukan glukosa dari 2 PGAL dan RuBP dari 10 PGAL.

D. Respirasi Anaerob (Kemosintesis)

Respirasi anaerob merupakan respirasi yang tidak menggunakan oksigen (O₂). Respirasi anaerob juga menggunakan glukosa sebagai substrat. Respirasi anaerob merupakan proses fermentasi yang terjadi di sitoplasma. Fermentasi dibedakan menjadi fermentasi alkohol dan fermentasi asam laktat.

1. Fermentasi Alkohol

Fermentasi alkohol merupakan proses pengubahan glukosa menjadi alkohol tanpa membutuhkan oksigen. Proses ini dilakukan oleh jamur ragi (*yeast*) secara anaerob. Reaksi fermentasi alkohol sebagai berikut.



2. Fermentasi Asam Laktat

Fermentasi asam laktat merupakan proses pengubahan glukosa menjadi asam laktat tanpa membutuhkan oksigen. Proses ini terjadi pada otot manusia saat melakukan kerja keras dan persediaan oksigen kurang mencukupi. Reaksi fermentasi asam laktat sebagai berikut.



Soal dan Pembahasan

1. Pada tumbuhan C4 dan CAM, senyawa stabil pertama yang dibentuk setelah fiksasi CO₂ adalah
 - A. asam oksaloasetat
 - B. fosfogliseraldehid
 - C. 3-fosfoglicerat
 - D. asam piruvat
 - E. asam malat

(SBMPTN 2015/504)

Pembahasan CERDAS:

Contoh tanaman C4 adalah jagung dan tebu. Pada tanaman C4, CO₂ akan diubah terlebih dahulu menjadi oksaloasetat (senyawa 4C) setelah bereaksi dengan PEP (fosfoenolpiruvat). Penggabungan ini dikatalisir oleh PEP karboksilase. Selanjutnya, dengan bantuan NADPH₂, oksaloasetat diubah menjadi malat (senyawa 4C). Senyawa ini kemudian memasuki sarang berkas pembu-

luh dan mengalami dekarboksilasi menjadi piruvat dan CO₂. Selanjutnya, CO₂ memasuki jalur siklus Calvin. Seperti halnya tanaman C4, tanaman CAM juga mengalami proses yang sama. Contoh tanaman CAM adalah kaktus.

Jawaban: A

2. Urutan tahap metabolisme glukosa menjadi CO₂, H₂O, dan ATP adalah
 - A. glikolisis, betaoksidasi, dekarboksilasi asam ketokarboksilat, siklus asam sitrat
 - B. glukoneogenesis, siklus Calvin, dekarboksilasi asam glukoronat, siklus Krebs
 - C. glikolisis, dekarboksilasi asam piruvat, siklus asam sitrat, fosforilasi oksidatif
 - D. glukoneogenesis, transaminasi, siklus urea, fosforilasi oksidatif

- E. glikolisis, deaminasi oksidatif, siklus Krebs, rantai respirasi
(SBMPTN 2015/504)

Pembahasan CERDAS:

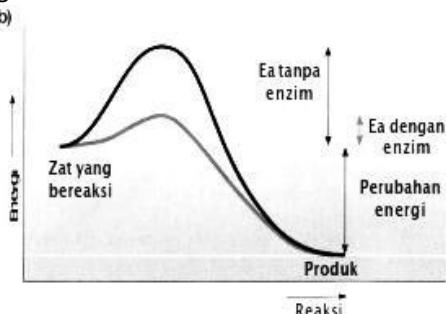
Proses respirasi aerob mengubah energi kimia yang terkandung dalam sari makanan (glukosa) menjadi energi kimia dalam bentuk ATP. Respirasi aerob melalui jalur siklus Krebs memiliki empat tahap, yaitu glikolisis, dekarboksilasi oksidatif (asam piruvat), siklus Krebs (siklus asam sitrat), dan sistem transpor elektron (fosforilasi oksidatif).

-----**Jawaban: C**

3. Enzim sebagai biokatalisator berperan mempercepat reaksi kimia dalam metabolisme dengan cara
A. mengubah keseimbangan reaksi
B. menambah volume substrat
C. menurunkan energi aktivasi
D. mengubah bentuk substrat
E. mengubah arah reaksi
(SNMPTN 2012/ 733)

Pembahasan CERDAS:

Enzim merupakan biokatalisator yang mempercepat reaksi kimia tanpa perubahan struktur kimia. Enzim mempercepat reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi (energi yang digunakan untuk memulai reaksi). Tanpa adanya enzim, maka reaksi metabolisme dalam tubuh akan berjalan lambat. Perhatikan gambar berikut.



Keterangan: Ea= energi aktivasi

-----**Jawaban: C**

4. Pada respirasi sel, akseptor elektron terakhir pada sistem transpor elektron adalah
A. NADH
B. FADH
C. CO₂
D. H₂O
E. O₂

(SNMPTN 2012/131)

Pembahasan CERDAS:

Respirasi seluler merupakan contoh katabolisme pada makhluk hidup yang terdiri atas empat tahapan, yakni glikolisis → dekarboksilasi oksidatif → siklus Krebs → transpor elektron. Pada sistem transpor elektron, oksigen merupakan akseptor elektron terakhir. Setelah menerima elektron, oksigen akan bereaksi dengan H⁺ menjadi H₂O.

-----**Jawaban: E**

5. Dalam respirasi aerob, karbondioksida dilepaskan pada proses
(1) Siklus Krebs
(2) Transport elektron
(3) Pembentukan asetil Co-A
(4) Glikolisis

(SPMB 2004/R1)

Pembahasan CERDAS:

Tahap respirasi seluler (aerob) dibagi menjadi empat dan dimulai dari glikolisis (pemecahan glukosa menjadi asam piruvat) → dekarboksilasi oksidatif (asam piruvat diubah menjadi asetil Co-A) → siklus krebs (asetil Co-A masuk ke siklus dan diubah menjadi CO₂) → transpor elektron yang menghasilkan energi. Dalam tahapan respirasi tersebut, karbondioksida dilepaskan pada proses siklus Krebs dan reaksi dekarboksilasi oksidatif (pembentukan asetil Co-A). Jadi, pernyataan yang benar nomor (1), dan (3).

-----**Jawaban: B**

6. Reaksi fosforilasi oksidatif pada tumbuhan dimaksudkan untuk menghasilkan
- NADPH di dalam ruang tilakoid
 - ATP di dalam matriks mitokondria
 - asam laktat untuk ditransfer ke luar mitokondria
 - asam propionat untuk dipindah ke ruang intermembran
 - asam piruvat untuk ditransfer ke dalam mitokondria

(SBMPTN 2013/ 138)

Pembahasan CERDAS:

Fosforilasi oksidatif pada tumbuhan adalah suatu proses pembentukan ATP yang terjadi pada tahap respirasi seluler melalui rantai transpor elektron. Proses ini terjadi di mitokondria.

Jawaban: b

7. Dalam glikolisis dihasilkan 4 molekul ATP untuk setiap satu molekul glukosa. Dua molekul ATP di antaranya digunakan dalam reaksi
- siklik
 - hidrolitik
 - termolitik
 - eksergonik
 - endergonik

(SNMPTN 2012/732)

Pembahasan CERDAS:

Tahap glikolisis dibagi menjadi dua fase yakni fase investasi energi atau penggunaan energi (reaksi endergonik) dan fase pembayaran energi atau penghasilan energi (reaksi eksertonik). Fase investasi energi merupakan fase penggunaan ATP untuk mereduksi glukosa → gliseraldehide 3-fosfat. Proses ini membutuhkan 2 ATP. Sementara itu, fase pembayaran energi merupakan fase yang menghasilkan 4 ATP, namun 2 ATP digunakan untuk "melunasi" penggunaan energi pada reaksi endergonik. Fase ini terjadi pada pengubahan gliseraldehide 3-fosfat → piruvat.

-----**Jawaban: E**

8. Pada proses respirasi, asetil Co-A dapat langsung masuk ke dalam siklus Krebs.

SEBAB

Asetil Co-A merupakan senyawa antara pada proses glikolisis.

(SPMB 2004/R2)

Pembahasan CERDAS:

Tahap respirasi seluler dibagi menjadi empat yang dimulai dari tahap glikolisis (pemecahan glukosa menjadi asam piruvat) → dekarboksilasi oksidatif (asam piruvat diubah menjadi asetil KoA) → siklus krebs (asetil Co-A masuk ke siklus dan diubah menjadi CO_2) → transpor elektron yang menghasilkan energi. Senyawa asetil Co-A dapat langsung masuk ke dalam siklus Krebs, dan senyawa ini merupakan senyawa hasil oksidasi asam piruvat pada proses dekarboksilasi oksidatif atau disebut juga reaksi antara reaksi biosintesis. Dengan demikian, pernyataan benar namun alasan salah.

-----**Jawaban: C**

9. Pemecahan senyawa kompleks menjadi lebih sederhana dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme dapat dilakukan dengan cara

- biofermentasi
- bioremidiasi
- biodegradasi
- bioakumulasi

(SPMB-N/2008/102)

Pembahasan CERDAS:

Proses metabolisme dibedakan menjadi dua, yakni katabolisme dan anabolisme. Katabolisme adalah proses pemecahan senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana. Sementara itu, anabolisme adalah pembentukan senyawa kompleks dari senyawa sederhana. Proses katabolisme yang memanfaatkan aktivitas mikroorganisme anta-

ra lain adalah biofermentasi, bioremidiasi, dan biodegradasi.

- 1) Biofermentasi merupakan suatu proses yang memanfaatkan kemampuan mikroba untuk memecah senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana seperti memecah glukosa menjadi alkohol.
- 2) Bioremidiasi merupakan suatu proses yang memanfaatkan mikroorganisme untuk mendegradasi atau menghancurkan berbagai bahan kimia berbahaya menjadi bahan yang tidak berbahaya. Misalnya mengubah senyawa kimia menjadi air dan gas yang tidak berbahaya seperti gas karbon dioksida.
- 3) Biodegradasi merupakan proses pemecahan zat melalui aksi mikroorganisme (jamur maupun bakteri) atau proses fisik alami (sinar matahari).

Jadi, pernyataan yang benar nomor (1), (2), dan (3).

Jawaban: A

- 10.** Pernyataan berikut yang berkaitan dengan proses respirasi aerob adalah

- (1) Menggunakan oksigen sebagai akseptor elektron terakhir.
- (2) Hasil yang diperoleh adalah asam laktat.
- (3) Proses pemecahan substrat masuk siklus Krebs.
- (4) Proses ini berlangsung dalam sel prokariotik dan sel eukariotik.

(SNMPTN/2009/378)

Pembahasan CERDAS:

Respirasi aerob merupakan suatu proses katabolisme makhluk hidup yang membutuhkan oksigen. Ciri proses respirasi aerob sebagai berikut.

- 1) Menggunakan oksigen sebagai akseptor elektron terakhir.
- 2) Tahap rantai respirasi meliputi glikolisis → dekarboksilasi oksidatif → siklus Krebs → transpor elektron.
- 3) Hasil akhir berupa CO_2 dan H_2O
- 4) Proses ini berlangsung pada sel prokariotik dan eukariotik dengan membutuhkan oksigen.

Jadi, pernyataan yang benar nomor (1) dan (3).

Jawaban: B

WIA
Mandiri



- BAB 19 -

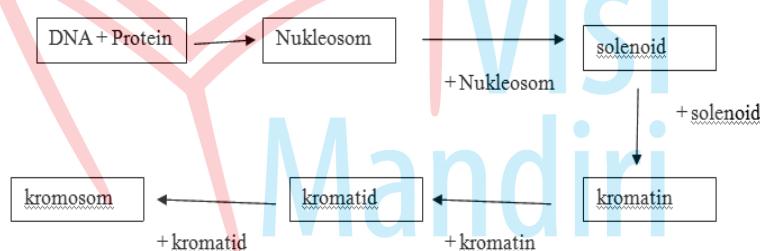
Substansi Materi Genetik

Rangkuman Materi

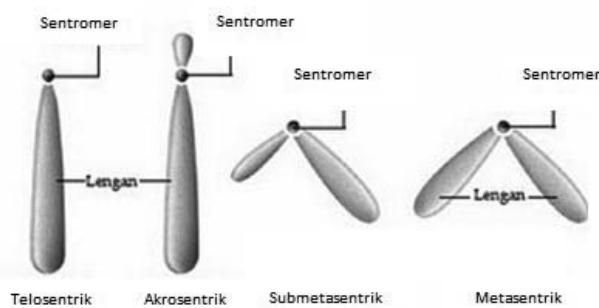
Substansi materi genetik berperan penting dalam pewarisan sifat.

A. Kromosom

Struktur padat kromosom dapat terlihat dengan jelas saat tahap metafase pembelahan sel. Untai DNA akan dipintal pada protein histon hingga membentuk satu unit nukleosom. Unit-unit nukleosom akan tersusun padat membentuk solenoid yang melipat-lipat. Lipatan solenoid tersebut akan semakin memadat membentuk benang kromatin. Benang-benang kromatin akan tersusun membentuk lengan kromatid. Lengan kromatid tersebut bersama kembarannya membentuk kromosom. Perhatikan gambar berikut.



Kromosom terdiri dari beberapa bagian yaitu kromatid, kromomer, sentromer, satelit, dan telomer. Berdasarkan letak sentromer pada lengan kromatid, kromosom dibedakan menjadi empat yaitu metasentrik, submetasentrik, akrosentrik, dan telosentrik. Perhatikan gambar berikut.



1. Metasentrik

Kromosom yang sentromernya terletak di bagian tengah lengan kromatid sehingga membagi lengan menjadi dua sama panjang.

2. Submetasentrik

Kromosom yang sentromernya terletak tidak di tengah kromatid sehingga lengan tidak sama panjang.

3. Akrosentrik

Kromosom yang letak sentromernya berada di antara bagian tengah dan ujung lengan kromatid.

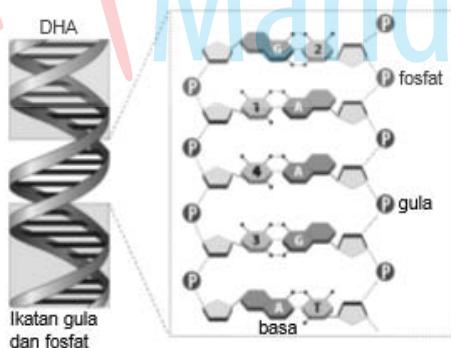
4. Telosentrik

Kromosom yang letak sentromernya di ujung kromatid.

B. DNA (*Deoxyribonucleic Acid*)

DNA adalah makromolekul polinukleotida yang tersusun dari polimer nukleotida yang berulang-ulang dan tersusun rangkap membentuk susunan ganda yang berpilin ke kanan (*double helix*). Setiap nukleotida tersusun dari tiga komponen yaitu gula deoksiribosa, gugus fosfat, serta basa nitrogen yang terdiri dari purin (adenin (A) dan guanin (G)) dan pirimidin (timin (T) dan sitosin (S/C)).

Basa nitrogen akan berikatan dengan gula deoksiribosa membentuk nukleosida. Selanjutnya, nukleosida akan berikatan dengan fosfat membentuk nukleotida. Nukleotida-nukleotida akan saling bergabung membentuk untai panjang, untai yang satu dengan lainnya akan saling berhubungan melalui ikatan antara purin dan pirimidin sehingga membentuk rantai ganda. Basa nitrogen purin akan berpasangan dengan pirimidin dengan ikatan hidrogen. Adenin akan berpasangan dengan timin melalui dua ikatan hidrogen (A=T), sehingga jumlah adenin dan timin dalam suatu DNA selalu sama. Sementara itu, guanin akan berpasangan dengan sitosin melalui tiga ikatan hidrogen (G=S), sehingga jumlah guanin dan sitosin dalam suatu DNA selalu sama. DNA berfungsi sebagai pembawa faktor genetik dan menentukan sintesis protein. Perhatikan gambar berikut.

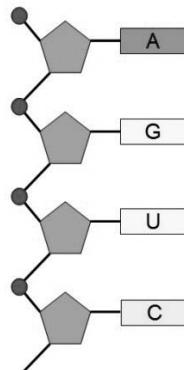


C. RNA (*Ribonucleic Acid*)

RNA merupakan hasil transkripsi dari fragmen DNA sehingga susunannya lebih pendek dari DNA. RNA merupakan rantai tunggal polinukleotida (*single helix*) yang tersusun dari tiga komponen yaitu gula ribosa, gugus fosfat, serta basa nitrogen yang terdiri dari purin (adenin (A) dan guanin (G)) dan pirimidin (urasil (U) dan sitosin (S/C)).

Purin dan pirimidin akan berikatan dengan gula ribosa membentuk nukleosida. Nukleosida akan berikatan dengan fosfat membentuk nukleotida. Jumlah RNA dapat berubah-ubah

dipengaruhi aktivitas sintesis protein. RNA berfungsi sebagai penyimpan dan penyalur informasi genetik. Perhatikan gambar berikut!



D. Sintesis Protein

Sintesis protein merupakan proses penerjemahan kode genetik di dalam gen menjadi urutan asam amino. Proses tersebut dikenal dengan ekspresi gen yang berlangsung melalui dua tahap, yaitu transkripsi dan translasi.

1. Transkripsi

Transkripsi merupakan proses pencetakan DNA menjadi RNAd. DNA yang merupakan rantai ganda akan teruarai menjadi rantai sense dan rantai antisense. Rantai sense merupakan rantai yang akan menjadi cetakan urutan basa nitrogennya menjadi RNAd (kodon). Proses transkripsi ini berlangsung di dalam nukleus.

2. Translasi

Translasi merupakan proses penerjemahan kode-kode genetik yang dibawa oleh RNAd menjadi asam amino. Asam amino-asam amino yang terbentuk akan berikatan dengan triplet antikodon membentuk polipeptida.

Soal dan Pembahasan

1. Monomer dari DNA adalah
A. RNA
B. nukleotida
C. protein
D. basa nitrogen
E. gula pentosa

(SPMB 2004/ Reg.2)

2. Jika DNA dipotong oleh enzim retraksi, maka bagian yang akan terputus adalah ikatan
A. nitrogen
B. peptida
C. fosfat
D. karbon
E. hidrogen

(SNMPTN 2009/ 378)

Pembahasan CERDAS:

DNA merupakan salah satu asam nukleat yang penting pada makhluk hidup. DNA tersusun dari polinukleotida. Dengan demikian, monomer dari DNA adalah nukleotida.

Jawaban: B

Pembahasan CERDAS:

Suatu DNA tersusun atas polinukleotida. Pasangan polinukleotida satu dengan yang lainnya saling berhubungan melalui ikatan fosfat. Jika DNA dipo-

tong oleh enzim retraksi, maka bagian yang akan terputus adalah ikatan fosfat yang menjadi "tangga" Penghubungnya. Hasil pemotongan DNA dengan enzim retraksi menghasilkan ujung lancip dan ujung bulat atau tumpul.

-----**Jawaban: D**

3. Organel sel tumbuhan berpembuluh yang mengandung DNA adalah
- A. inti saja
 - B. kloroplas saja
 - C. inti dan kloroplas
 - D. kloroplas dan mitokondria
 - E. inti, kloroplas, dan mitokondria

(SBMPTN 2013/ 528)

Pembahasan CERDAS:

DNA merupakan faktor yang berperan dalam membawa informasi genetik pada makhluk hidup. Pada sel tumbuhan berpembuluh, DNA terdapat di dalam inti sel, kloroplas, dan mitokondria.

-----**Jawaban: E**

4. Urutan nukleotida RNA berikut yang terjadi selama proses transkripsi segmen DNA 5'-ATACTTACTCATTTT-3' adalah
- A. 5'-AAAAACGUCCCCUAA-3'
 - B. 5'-AAAUAUGAGUAAGUAU-3'
 - C. 5'-AAAATTACTCATTTT-3'
 - D. 3'AAAUAUGAGUAAGUAU-5'
 - E. 3'-AAAATGAGTAAGTAT-5'

(UM UGM 2013/ 261)

Pembahasan CERDAS:

Pada proses transkripsi, DNA sense dicetak oleh enzim RNA polimerase menjadi mRNA/RNAd. Susunan mRNA/RNAd merupakan antiparalel dari susunan DNA sense. Jika DNA sense memiliki susunan 5'-ATACTTACTCATTTT-3', maka susunan mRNA/RNAd yang terbentuk adalah 3'AAAUAUGAGUAAGUAU-5'.

-----**Jawaban: D**

5. Untaian DNA rantai ganda yang terdiri dari 10 pasangan basa memiliki
- (1) 10 nukleosida
 - (2) 20 ikatan fosfat
 - (3) 10 pasang ikatan hidrogen
 - (4) 10 pasang nukleotida

(SBMPTN 2013/ 232)

Pembahasan CERDAS:

Sebuah DNA rantai ganda tersusun atas pasangan nukleotida. Nukleotida tersusun atas gugus fosfat, gula pentosa, dan basa nitrogen. Jika sebuah untaian DNA rantai ganda terdiri dari 10 pasangan basa berarti memiliki 20 gugus fosfat dan 20 gula pentosa (20 nukleotida/10 pasang nukleotida). Jadi, pernyataan yang benar nomor (2), dan (4).

-----**Jawaban: C**

6. Apabila kita melakukan perhitungan jumlah adenin, timin, guanin, dan sitosin pada molekul DNA, maka diketahui bahwa:
- (1) Jumlah adenin sama dengan jumlah timin.
 - (2) Jumlah guanin sama dengan jumlah sitosin.
 - (3) Jumlah purin sama dengan jumlah pirimidin.
 - (4) Jumlah timin sama dengan jumlah guanin.

(SPMB 2006/K-520)

Pembahasan CERDAS:

DNA tersusun atas basa nitrogen yang terdiri dari purin (guanin dan adenin) dan pirimidin (sitosin dan timin). Jumlah basa purin sama dengan basa pirimidin. Pada DNA, guanin berpasangan dengan sitosin dan timin berpasangan dengan adenin. Artinya, jumlah guanin sama dengan jumlah sitosin dan jumlah timin sama dengan jumlah adenin. Jadi, pernyataan yang benar nomor (1), (2), dan (3).

-----**Jawaban: A**

7. Diketahui mRNA memiliki urutan basa N: AUG GCU AGG CUA UAA AUG CGA UCC GAU UGA.
Bila sintesis protein dimulai dari urutan basa N paling kiri, maka polipeptida yang akan terbentuk adalah
A. satu macam
B. dua macam
C. tiga macam
D. empat macam
E. lima macam
- (SPMB/2008/102)

9. Sintesis protein ditentukan oleh kode-kode genetik dari antikodon yang dibawa oleh mRNA.

SEBAB

Tiap kodon terdiri atas tiga basa nitrogen yang menentukan macam asam amino.

(SPMB 2006/ K-721)

Pembahasan CERDAS:

Pada proses sintesis protein, kode genetik yang menentukan jenis dan urutan asam amino didasarkan pada kode genetik yang dibawa oleh mRNA. Kode tersebut terdiri atas 3 basa triplet yang disebut dengan kodon. Dengan demikian, pernyataan salah dan alasan benar.

-----Jawaban: D

Pembahasan CERDAS:

Asam amino yang terbentuk pada proses sintesis protein sesuai dengan kode genetik dari mRNA. Setiap kodon (3 triplet basa N pada mRNA) mengkode asam amino tertentu kecuali kodon UAA, UAG, UGA yang merupakan kodon stop. Kodon stop tidak mengkodekan asam amino.

-----Jawaban: D

8. Gen merupakan segmen DNA yang dapat disintesis secara *in vitro*.

SEBAB

Gen merupakan materi genetik yang dimiliki setiap organisme.

(SNMPTN 2011)

Pembahasan CERDAS:

Gen sebenarnya adalah bagian dari DNA itu sendiri. Dalam DNA, gen merupakan urutan-urutan basa nitrogen yang dapat direplikasi baik secara alami maupun buatan (*in vitro*) melalui teknologi PCR (*polymerase chain reaction*). Gen merupakan materi genetik yang dimiliki setiap organisme. Dengan demikian, pernyataan dan alasan keduaanya benar namun tidak saling berhubungan.

-----Jawaban: B

10. Apabila diketahui:
CAU = serin, CCA = prolin, GGA = glutamin, GUG = valin, GCC= alanin.

Jika urutan basa nitrogen yang akan melakukan transkripsi adalah CAC-CCT-CGG-GGT-GTA, maka urutan asam amino yang akan dibentuk adalah ...

- A. valin-alanin-glutamin-serin-prolin
B. serin-valin-glutamin-alanin-prolin
C. glutamin-alanin-valin-serin-prolin
D. valin-glutamin-alanin-serin-prolin
E. valin-glutamin-alanin-prolin-serin

(PENMABA-UNJ/2012/25)

Pembahasan CERDAS:

Pembentukan asam amino didasarkan pada kode yang dibawa oleh mRNA. Jika DNA yang melakukan transkripsi (DNA sense) memiliki kode CAC-CCT-CGG-GGT-GTA, maka mRNA memiliki kode: GUG-GGA-GCC-CCA-CAU. Kode tersebut me-wakili asam amino valin-glutamin-alanin-prolin-serin.

-----Jawaban: E



- BAB 20 -

Pembelahan Sel

Rangkuman Materi

A. Pembelahan Amitosis, Mitosis, dan Meiosis

Pembelahan sel merupakan suatu proses yang membagi satu sel induk menjadi dua atau lebih sel anak dengan cara membelah diri, baik pada organisme uniseluler maupun multi-seluler. Pembelahan sel dibedakan menjadi tiga, yaitu pembelahan amitosis, mitosis, dan meiosis.

1. Pembelahan Amitosis

Pembelahan amitosis merupakan proses pembelahan dari 1 sel menjadi 2 sel tanpa melalui fase-fase atau tahap-tahap pembelahan sel. Pembelahan amitosis disebut juga dengan pembelahan binner.

2. Pembelahan Mitosis

Pembelahan mitosis merupakan pembelahan yang menghasilkan dua sel anak dan masing-masing sel anak memiliki jumlah kromosom yang sama dengan induknya, diploid ($2n$). Pembelahan mitosis terjadi selama proses pertumbuhan dan reproduksi aseksual. Tahapan-tahapan pembelahan mitosis sebagai berikut.

a. Interfase

Interfase merupakan tahap persiapan pembelahan dan merupakan fase paling panjang dalam pembelahan mitosis.

b. Profase

- Benang-benang kromatin memendek dan menebal membentuk kromatid.
- Kromatid berpasangan membentuk kromosom.
- Membran nukleus dan nukleolus menghilang.
- Pada sel hewan, sentriol mengalami pembelahan.
- Benang spindel mulai mengatur diri sedemikian rupa.

c. Metafase

- Benang spindel kromosom telah terbentuk.
- Kromosom menempatkan diri di tengah bidang ekuator.

d. Anafase

- Terjadi pemendekan benang-benang spindel.
- Kromatid menuju kutub-kutub yang berlawanan.
- Sitokinesis dimulai.

e. Telofase

- Kromatid sampai pada kutub-kutub yang berlawanan.
- Kromatid menipis dan berubah menjadi kromatin.
- Kromatin berkumpul membentuk anak inti.

- Sitokinesis selesai dan terbentuk membran nukleus sehingga terbentuk dua anak inti.

3. Pembelahan Meiosis

Pembelahan meiosis merupakan pembelahan yang menghasilkan empat sel anakan dan masing-masing sel anakan mengandung kromosom setengah dari jumlah kromosom induknya, haploid (n). Pembelahan meiosis terjadi pada pembentukan sel gamet (sel kelamin). Tahapan-tahapan pembelahan meiosis sebagai berikut.

a. Interfase

Interfase pada pembelahan ini merupakan tahapan persiapan pembelahan sel.

b. Meiosis I

Tahap-tahap meiosis I sebagai berikut.

1) Profase I

Tahap profase I melalui lima tahap yaitu leptoten, zigoten, pakiten, diploten, dan diakinesis. Pada tahap ini terbentuk empat kromatid.

2) Metafase I

- Benang-benang spindel terbentuk.
- Kromosom homolog berjajar di bidang ekuator.

3) Anafase I

- Kromosom mulai bergerak menuju kutub yang berlawanan.
- Membran sel mulai melekuk di bagian tengah.
- Tahap ini membagi isi kromosom diploid menjadi haploid.

4) Telofase I

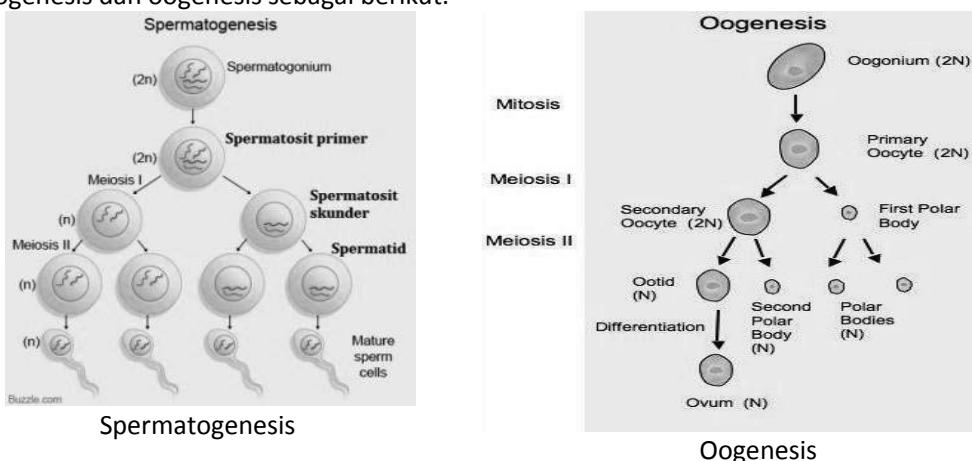
- Membran inti dan anak inti terbentuk sehingga membentuk dua sel anakan.
- Terjadi sitokinesis.

c. Meiosis II

Tahap-tahap pada meiosis II sama dengan tahap-tahap pada meiosis I, hanya saja pada meiosis II tidak terjadi reduksi kromosom. Pada pembelahan ini terjadi pembagian kromatid tunggal dari setiap kromosom haploid kepada sel anakan.

B. Gametogenesis

Gametogenesis merupakan proses pembentukan gamet atau sel kelamin di dalam alat perkembangbiakan. Pembentukan gamet jantan atau sperma disebut spermatogenesis, sedangkan proses pembentukan gamet betina atau sel telur disebut oogenesis. Tahap spermatogenesis dan oogenesis sebagai berikut.

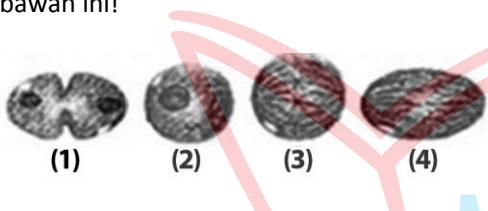


Adapun perbedaan spermatogenesis dengan oogenesis sebagai berikut.

	Spermatogenesis	Oogenesis
Tempat	Testis	Ovarium
Hasil	4 sel sperma yang fungsional	1 ovum fungsional dan 3 batang kutub
Kromosom sel anak	Haploid (n)	Haploid (n)

Soal dan Pembahasan

1. Perhatikan gambar tahapan mitosis di bawah ini!



Tahap telofase, metaphase, anafase, dan profase ditunjukkan oleh urutan angka

- A. 1 – 3 – 2 – 4
- B. 1 – 3 – 4 – 2
- C. 1 – 4 – 3 – 2
- D. 4 – 1 – 2 – 3
- E. 4 – 1 – 3 – 2

SBMPTN 2013

Pembahasan CERDAS:

Tahap telofase ditunjukkan oleh nomor 1. Tahap ini ditandai dengan kromatid telah sampai di kutub-kutub berlawanan, kromatid menipis dan memanjang menjadi kromatin, serta kumpulan kromatin membentuk anak inti. Tahap metaphase ditunjukkan oleh nomor 3. Tahap ini ditandai dengan terbentuk benang spindel kromosom yang semakin jelas, kromosom berada di bidang ekuator, serta seti-

ap kromosom terdiri atas 2 kromatid. Tahap anafase ditunjukkan oleh nomor 4. Tahap ini ditandai dengan benang-benang spindel memendek, kromatid menuju kutub berlawanan, serta sitokinesis dimulai. Tahap profase ditunjukkan oleh nomor 2. Tahap ini ditandai dengan benang-benang kromatin memendek dan menebal membentuk kromatid, kromatid berpasangan membentuk kromosom, serta membran nukleus dan nukleolus menghilang.

Jawaban: B

2. Pada gametogenesis, pindah silang terjadi pada fase

- A. telofase I
- B. telofase II
- C. profase I
- D. profase II
- E. interkinesis

SPMB 2007

Pembahasan CERDAS:

Pada profase I, kromatid bukan saudara kembar dari kromosom homolog saling bertukar segmen terkait. Dengan cara ini dapat dihasilkan kombinasi genetik dan pemisahan gen-gen terpaut (*linked*). Pin-

pemisahan gen-gen terpaut (*linked*). Pindah silang (*crossing over*) menghasilkan kromosom individual yang menggabungkan gen-gen yang diwarisi dari kedua orang tua.

Jawaban: C

3. Pada spermatogenesis, urutan proses pembentukan spermatozoa yang tepat adalah
- Spermatosit primer – spermatosit sekunder – spermatogonia – spermatid – spermatozoa
 - Spermatogonia – spermatosit primer – spermatosit sekunder – spermatozoa – spermatid
 - Spermatosit primer – spermatosit sekunder – spermatid – spermatogonia – spermatozoa
 - Spermatogonia – spermatosit primer – spermatosit sekunder – spermatid – spermatozoa
 - Spermatosit primer – spermatosit sekunder – spermatid – spermatozoa – spermatogonia

SNMPTN 2009

Pembahasan CERDAS:

Proses spermatogenesis dimulai dari spermatogonia – spermatosit primer – spermatosit sekunder – spermatid – spermatozoa.

Jawaban: D

4. Pada proses spermatogenesis, spermatosit sekunder memiliki sifat
- haploid tanpa kromatid
 - haploid dengan kromatid tunggal
 - haploid dengan kromatid ganda
 - diploid dengan kromatid tunggal
 - diploid dengan kromatid ganda

UMB-PT 2009

Pembahasan CERDAS:

Sel spermatosit sekunder pada proses spermatogenesis memiliki sifat haploid (n) dengan memiliki kromatid ganda.

Jawaban: C

5. Peristiwa yang terjadi pada tahap metafase I dalam pembelahan meiosis I yang benar adalah
- kromosom homolog bergerak di bidang ekuator
 - retikulum endoplasma membentuk membran inti
 - nukleolus mulai terbentuk
 - membran sel mulai melekuk di bagian tengah
 - kromosom homolog bergerak menuju kutub yang berlawanan

Pembahasan CERDAS:

Peristiwa yang terjadi pada tahap metafase I dalam pembelahan meiosis I sebagaimana berikut.

- Kromosom homolog (tetrad) bergerak di bidang ekuator dengan sentromer mengarah ke kutub.
- Masing-masing kromosom berikatan dengan benang spindel pada bagian sentromer.

Jawaban: A

6. Meiosis akan menghasilkan empat sel anakan yang bersifat haploid.

SEBAB

Meiosis I dan meiosis II masing-masing menghasilkan dua sel anakan.

SNMPTN 2012

Pembahasan CERDAS:

Pembelahan meiosis disebut juga pembelahan reduksi. Pembelahan meiosis adalah pembelahan yang menghasilkan sel anakan dengan jumlah kromosom setengah jumlah kromosom sel induk. Pembelahan ini menghasilkan empat sel anakan yang bersifat haploid. Keempat sel anakan tersebut dihasilkan melalui pembelahan meiosis II. Jadi, pernyataan tersebut benar, tetapi alasannya salah.

Jawaban: C

7. Selama spermatogenesis, terjadi satu kali pembelahan mitosis dan dua kali pembelahan meiosis.

SEBAB

Pada spermatogenesis, pembelahan meiosis II pada spermatozit menghasilkan empat spermatozoa.

UM UGM 2007

Pembahasan CERDAS:

Pada spermatogenesis dimulai dari spermatogonium mengalami pembelahan mitosis yang akan menghasilkan spermatozit primer. Spermatozit primer akan mengalami pembelahan meiosis I dan menghasilkan spermatozit sekunder. Spermatozit sekunder akan mengalami pembelahan meiosis II dan menghasilkan 4 spermatid. Dari 4 spermatid tersebut akan mengalami diferensiasi menjadi 4 spermatozoa. Jadi, pernyataan tersebut benar, tetapi alasannya salah.

-----**Jawaban: C**

8. Pembelahan mitosis terjadi melalui tahap profase, metafase, anafase, dan telofase. Peristiwa-peristiwa yang terjadi pada tahap telofase adalah

- (1) Kromatid sampai di kutub yang berlawanan.
- (2) Kromatid menipis dan memanjang menjadi kromatin.
- (3) Kromatin berkumpul dan membentuk anak inti.
- (4) Sitokinesis selesai dan terbentuk dua sel anak.

Pembahasan CERDAS:

Peristiwa-peristiwa yang terjadi pada saat tahap telofase pada pembelahan mitosis sebagai berikut.

- a) Kromatid sampai di kutub yang berlawanan.
- b) Kromatid menipis dan memanjang menjadi kromatin.

- c) Kromatin berkumpul dan membentuk anak inti.
- d) Terbentuk membran nukleus di luar anak inti.
- e) Sitokinesis selesai dan terbentuk dua sel anak.

Jadi, pernyataan nomor (1), (2), (3), dan (4) semua benar.

-----**Jawaban: E**

9. Apa yang membedakan antara pembelahan meiosis (reduksi) dan mitosis?

- (1) Tempat berlangsungnya pembelahan.
- (2) Macam sel anak yang dihasilkan.
- (3) Jumlah kromosom sel anak.
- (4) Jumlah organela sel anak.

SNMPTN 2011

Pembahasan CERDAS:

Perbedaan mitosis dan meiosis sebagai berikut.

	Mitosis	Meiosis
Tujuan pembelahan	Pertumbuhan sel	Membentuk sel gamet
Tempat pembelahan	Sel somatik atau sel tubuh	Sel gamet atau sel kelamin
Jumlah tahapan pembelahan	1 kali pembelahan	2 kali pembelahan
Kromosom sel anak	Sama dengan induknya	Tidak sama dengan induknya
Jumlah sel anak	2	4

Jadi, pernyataan yang benar terdapat pada nomor (1), (2), dan (3).

-----**Jawaban: A**

- 10.** Oogenesis merupakan proses pembentukan sel telur (ovum). Berikut pernyataan-pernyataan yang benar mengenai oogenesis adalah
- Tempat berlangsungnya di ovarium.
 - Menghasilkan 4 ovum yang fungsional.
 - Kromosom sel anaknya bersifat haploid.
 - Terjadi pembelahan meiosis sebanyak satu kali.

Pembahasan CERDAS:

Karakteristik dari peristiwa oogenesis sebagai berikut.

- Tempat berlangsungnya di ovarium.
- Menghasilkan 1 ovum yang fungsional dan 3 badan polar yang mengalami degenerasi.
- Kromosom sel anaknya bersifat haploid.
- Terjadi pembelahan meiosis sebanyak dua kali yaitu pembelahan meiosis I dan meiosis II.

Jadi, pernyataan yang benar terdapat pada nomor (1) dan (3).

-----**Jawaban: B**





- BAB 21 -

Pola Hereditas

Rangkuman Materi

A. Hukum Mendel

Hukum Mendel adalah hukum mengenai pewarisan sifat pada organisme yang dijabarkan oleh Gregor Johann Mendel (1822-1884). Pewarisan sifat (hereditas) dikemukakan oleh Gregor Johann Mendel melalui persilangan tanaman kacang ercis (*Pisum sativum*). Berdasarkan jasanya, Gregor Johann Mendel dikukuhkan sebagai Bapak Genetika. Hukum yang diutarakan oleh Mendel dibedakan menjadi 2 sebagai berikut.

1. Hukum I Mendel

Hukum I Mendel disebut juga dengan hukum segregasi bebas. Hukum I Mendel menyebutkan bahwa pada proses gametogenesis gen-gen akan memisah secara bebas. Peristiwa ini terjadi pada persilangan monohibrid (persilangan dengan satu sifat beda). Perhatikan contoh berikut.

"Tanaman kacang ercis berbiji kuning disilangkan dengan kacang ercis berbiji hijau. Biji kuning dominan terhadap biji hijau".

$$P_1 : \quad KK >< \quad kk \\ (\text{biji kuning}) \quad (\text{biji hijau})$$

$$\text{Gamet} : \quad K \quad k$$

$$F_1 : \quad \quad \quad Kk \\ (\text{biji kuning})$$

Jika F_1 disilangkan sesamanya,

$$P_2 : \quad Kk >< \quad Kk$$

$$\text{Gamet} : \quad K, k \quad \quad \quad K, k$$

$$F_2 :$$

F_2	K	k
K	KK (biji kuning)	Kk (biji kuning)
k	Kk (biji kuning)	kk (biji hijau)

Perbandingan fenotipe F_2 = biji kuning : biji hijau = 3 : 1

Perbandingan genotipe F_2 = KK : Kk : kk = 1 : 2 : 1

Selain menghasilkan sifat dominan penuh, persilangan monohibrid juga dapat menghasilkan sifat intermediat. Mendel menyilangkan tanaman bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) berbunga merah (MM) dengan tanaman berbunga putih (mm). Seluruh

keturunan pertamanya (F_1) berbunga merah muda (Mm). Merah muda merupakan sifat intermediat. Perhatikan diagram persilangan berikut.

P_1	:	MM	><	mm
		(bunga merah)		(bunga putih)
Gamet	:	M		m
F_1	:	Mm		

(bunga merah muda)

Jika F_1 disilangkan sesamanya,

P_2	:	Mm	><	Mm
Gamet	:	M, m		M, m
F_2	:			

F_2	M	m
M	MM (merah)	Mm (merah muda)
m	Mm (merah muda)	mm (putih)

Perbandingan fenotipe F_2 = merah : merah muda : putih = 1 : 2 : 1

Perbandingan genotipe F_2 = MM : Mm : mm = 1 : 2 : 1

2. Hukum II Mendel

Hukum II Mendel disebut juga dengan hukum pengelompokan gen secara bebas. Hukum II Mendel menyebutkan bahwa pada proses fertilisasi, gen-gen dari gamet jantan maupun gamet betina akan mengelompok secara bebas. Peristiwa ini terjadi pada persilangan dihibrid (persilangan dengan dua sifat beda). Perhatikan contoh berikut.

"Tanaman kacang ercis berbiji bulat berwarna kuning disilangkan dengan tanaman kacang ercis berbiji kisut berwarna hijau. Biji bulat dominan terhadap biji kisut dan warna kuning dominan terhadap warna hijau".

P_1	:	BBKK	><	bbkk
		(bulat, kuning)		(kisut, hijau)
Gamet	:	BK		bk
F_1	:	BbKk		(bulat, kuning)
Jika F_1 disilangkan sesamanya,				
P_2	:	BbKk	><	BbKk
Gamet	:	BK, Bk, bK, bk		BK, Bk, bK, bk
F_2	:			

F_2	BK	Bk	bK	bk
BK	BBKK (bulat, kuning)	BBKk (bulat, kuning)	BbKK (bulat, kuning)	BbKk (bulat, kuning)
Bk	BBKk (bulat, kuning)	BBkk (bulat, hijau)	BbKk (bulat, kuning)	Bbkk (bulat, hijau)
bK	BbKK (bulat, kuning)	BbKk (bulat, kuning)	bbKK (kisut, kuning)	bbKk (kisut, kuning)
bk	BbKk (bulat, kuning)	BBkk (bulat, hijau)	bbKk (kisut, kuning)	bbkk (kisut, hijau)

Rasio fenotipe F_2 = bulat, kuning : bulat, hijau : kisut, kuning : kisut, hijau = 9 : 3 : 3 : 1.

Rasio genotipe $F_2 = BBKK : bbkk = 1 : 2 : 2 : 4 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1$.

B. Penyimpangan Semu Hukum Mendel

Penyimpangan semu hukum Mendel ditandai dengan berubahnya perbandingan fenotipe keturunan sehingga tidak sesuai dengan hukum Mendel. Jenis-jenis penyimpangan tersebut dijabarkan seperti berikut.

1. Epistasi dan Hipostasi

Epistasi dan hipostasi merupakan interaksi dari beberapa gen yang bersifat saling menutupi satu sama lain. Gen yang bersifat menutupi disebut epistasis, sedangkan gen yang bersifat tertutupi disebut hipostasis. Ada tiga macam epistasi dan hipostasi, yaitu epistasi dominan, epistasi resesif, serta epistasi dominan dan resesif.

A. Epistasi Dominan

Epistasi ini terjadi apabila ada satu gen dominan yang bersifat epistasis, misal pada warna labu. Persilangan pada epistasi dominan menghasilkan F_2 dengan perbandingan fenotipe $= 12 : 3 : 1$.

b. Epistasi Resesif

Epistasi ini terjadi apabila terdapat gen resesif yang epistasis terhadap gen dominan lain yang tidak sealel, misal pada warna rambut tikus. Persilangan pada epistasi resesif menghasilkan perbandingan fenotipe $F_2 = 9 : 3 : 4$.

c. Epistasi Dominan dan Resesif

Epistasi ini terjadi apabila terdapat dua gen epistasis, gen dominan dari pasangan gen I epistasis terhadap pasangan gen II yang bukan alelnya dan gen resesif dari pasangan gen II juga epistasis terhadap pasangan gen I, misal pada warna rambut ayam. Persilangan pada epistasi dominan dan resesif menghasilkan perbandingan fenotipe $F_2 = 13 : 3$.

2. Polimeri

Polimeri merupakan interaksi gen yang bersifat kumulatif (saling menambah). Polimeri terjadi karena adanya interaksi antara dua gen atau lebih sehingga disebut gen ganda. Contoh polimeri terjadi pada tanaman gandum berbiji merah yang disilangkan dengan tanaman gandum berbiji putih menghasilkan tanaman gandum dengan warna yang beragam. Persilangan pada polimeri ini menghasilkan F_2 dengan perbandingan $15 : 1$.

3. Kriptomeri

Kriptomeri merupakan peristiwa munculnya suatu karakter baru oleh gen dominan apabila bersama-sama dengan gen dominan lainnya. Apabila gen dominan berdiri sendiri, karakternya akan tersembunyi (tidak akan tampak). Contoh kriptomeri terjadi pada persilangan tanaman *Linnaria maroccana* berbunga merah dengan *Linnaria maroccana* berbunga putih dihasilkan F_1 seluruhnya berwarna ungu. Apabila terjadi persilangan antara F_1 dengan F_2 menghasilkan F_2 dengan perbandingan $= 9 : 3 : 4$.

4. Atavisme (Interaksi Antargen)

Atavisme merupakan interaksi dari beberapa gen yang mengakibatkan munculnya suatu sifat yang berbeda dengan sifat induknya. Misalnya pada perkawinan antara ayam berpial rose dengan ayam berpial biji. Pada F_1 tidak menyerupai salah satu induknya. Pada F_2 mempunyai perbandingan $= 9 : 3 : 3 : 1$, namun muncul dua sifat baru yaitu pial sumpel (walnut) dan pial bilah.

5. Gen-Gen Komplementer

Gen komplementer merupakan interaksi gen yang saling melengkapi satu sama lain. Jika satu gen tidak muncul, sifat yang dimaksud juga tidak akan muncul. Pada bunga *Lathyrus odoratus* terdapat dua gen yang saling berinteraksi dalam memunculkan pigmen warna bunga.

Gen C : penghasil pigmen warna

Gen c : tidak menghasilkan pigmen warna

Gen P : penghasil enzim pengaktif

Gen p : tidak menghasilkan enzim pengaktif

Warna bunga hanya akan muncul apabila terjadi interaksi gen penghasil pigmen dengan gen penghasil enzim. Jika kedua gen tersebut tidak bertemu, warna bunga yang terbentuk adalah warna putih. Perbandingan fenotipe F_2 pada penyimpangan ini adalah 9 : 7.

C. Pola-Pola Hereditas Pautan

1. Pautan Gen

Pautan gen adalah beberapa gen yang terletak dalam kromosom yang sama dan pada saat proses pembentukan gamet, gen-gen tersebut saling berkait atau berikatan. Peristiwa tersebut disebabkan karena gen-gen terletak pada lokus yang berdekatan dalam kromosom. Contoh peristiwa pautan gen terdapat pada bentuk sayap dan abdomen *Drosophila melanogaster*.

2. Pautan seks

Pautan seks adalah peristiwa terdapatnya gen dalam kromosom kelamin. Kromosom kelamin dibedakan atas kromosom X dan kromosom Y. Contoh peristiwa pautan seks terdapat pada penentuan warna mata *Drosophila melanogaster*, penentuan warna rambut kucing kaliko, dan penentuan warna bulu ayam.

3. Gen letal

Gen letal adalah gen yang dapat mengakibatkan kematian apabila dalam keadaan homozigot. Ada dua macam gen letal, yaitu gen letal dominan dan gen letal resesif. Contoh gen letal dominan yaitu peristiwa ayam "creeper", tikus kuning, dan penyakit brakidaktili pada manusia. Contoh gen letal resesif yaitu peristiwa tanaman jagung berdaun putih dan penyakit *ichthyosis congenita* pada manusia.

4. Pindah silang

Pindah silang merupakan pemisahan dan pertukaran bagian kromatid dari sepasang kromosom homolog. Akibat adanya pindah silang dihasilkan keturunan tipe parental dan rekombinan. Besar nilai pindah silang (NPS) dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$NPS = \frac{\text{jumlah tipe rekombinan}}{\text{jumlah seluruh individu}} \times 100\%$$

5. Gagal berpisah

Gagal berpisah merupakan peristiwa gagalnya satu atau lebih kromosom untuk berpisah pada saat terjadi pembelahan meiosis I maupun meiosis II. Gagal berpisah mengakibatkan sel anakan kelebihan atau kekurangan kromosom. Contoh peristiwa gagal berpisah terjadi pada pengidap sindrom Turner dan Klinefelter.

D. Hereditas pada Manusia

1. Penentuan Jenis Kelamin

Manusia memiliki 46 kromosom (23 pasang) yang terdiri atas 22 pasang kromosom tubuh (autosom) dan 1 pasang kromosom kelamin (gonosom). Pria memiliki sepasang kromosom kelamin dengan simbol XY, sedangkan perempuan memiliki sepasang kromosom seks dengan simbol XX. Pria menghasilkan sperma yang mengandung gamet X atau Y, sedangkan wanita menghasilkan sel telur yang mengandung gamet X saja. Apabila terjadi fertilisasi antara sel sperma Y dengan sel telur X maka akan membentuk individu dengan kromosom kelamin XY, yaitu pria. Sementara itu, apabila fertilisasi terjadi antara sel sperma X dengan sel telur X maka akan membentuk individu dengan kromosom kelamin XX, yaitu perempuan.

2. Golongan Darah

Penentuan golongan darah pada manusia menggunakan sistem ABO, sistem MN, dan Sistem Rhesus.

a. Sistem ABO

Penggolongan darah sistem ABO berdasarkan pada dua antigen, yaitu antigen A dan B serta dua antibodi yaitu anti-A dan anti-B. Perhatikan tabel berikut.

Golongan darah (fenotipe)	Genotipe	Antigen	antibodi
A	I ^A I ^A , I ^A I ^O	A	anti-B
B	I ^B I ^B , I ^B I ^O	B	anti-A
AB	I ^A I ^B	AB	-
O	I ^O I ^O	-	anti-A dan anti-B

b. Sistem MN

Penggolongan darah sistem MN berdasarkan adanya salah satu jenis glikoforin A. Perhatikan tabel berikut.

Golongan darah (fenotipe)	Genotipe
M	I ^M I ^M
N	I ^N I ^N
MN	I ^M I ^N

c. Sistem Rhesus

Penggolongan darah sistem Rhesus berdasarkan reaksi penggumpalan antara antigen sel darah merah dengan anti serum Rh. Perhatikan tabel berikut.

Golongan darah (fenotipe)	Genotipe	Gamet
Rhesus positif	I ^{RH} I ^{RH} , I ^{RH} I ^{rh}	I ^{RH} dan I ^{rh}
Rhesus negatif	I ^{rh} I ^{rh}	I ^{rh}

3. Cacat atau Penyakit Menurun pada Manusia

A. Cacat atau Penyakit Menurun Terpaut Kromosom Tubuh (Autosom)

1) Cacat atau penyakit menurun yang dibawa gen dominan

a) Polidaktili

Polidaktili merupakan kelainan berupa kelebihan jumlah jari tangan ataupun kaki. Polidaktili disebabkan oleh gen dominan P, sehingga penderita polidaktili bergenotipe PP (homozigot) dan Pp (heterozigot), sedangkan genotipe untuk normal adalah pp.

b) Brakidaktili

Brakidaktili merupakan kelainan pada ruas-ruas jari yang memendek. Brakidaktili disebabkan oleh gen dominan B, sehingga penderita brakidaktili bergenotipe BB (homozigot) dan Bb (heterozigot), sedangkan genotipe untuk normal adalah bb.

c) Kebotakan

Kebotakan disebabkan oleh gen dominan B, sedangkan gen b untuk normal.

Genotipe dan fenotipe pada kebotakan sebagai berikut.

Genotipe	Fenotipe	
	Laki-laki	Perempuan
BB	Kebotakan	Kebotakan
Bb	Kebotakan	Normal
bb	Normal	Normal

d) Huntington

Huntington disebabkan oleh gen dominan H, sedangkan gen resesif h normal. Oleh karena itu, penderita huntington memiliki genotipe HH (homozigot) atau Hh (heterozigot), sedangkan genotipe hh untuk normal. Huntington menyerang sistem saraf yang ditandai dengan penderita menggelengkan kepala ke satu arah.

2) Cacat atau penyakit menurun yang dibawa gen resesif

a) Albino

Albino merupakan kelainan dimana tubuh seseorang tidak mampu memproduksi pigmen. Albino disebabkan oleh gen resesif a. Oleh karena itu, fenotipe albino memiliki genotipe aa, sedangkan fenotipe normal memiliki genotipe AA dan Aa.

b) Gangguan mental/ fenilketonuria (debil, imbisil, idiot)

Gangguan mental ini dibawa oleh gen resesif. Jadi, apabila gen aa mengalami gangguan mental, maka gen AA (homozigot) dan gen Aa (heterozigot) adalah genotipe untuk normal. Kelainan ini ditandai oleh ketidakmampuan tubuh melakukan proses metabolisme fenilalanin menjadi tirosin. Oleh karena itu, fenilalanin tertimbun di dalam darah dan dibuang melalui ginjal sehingga urine mengandung fenilalanin. Dengan demikian, urine seseorang dapat mendekati orang tersebut menderita gangguan mental.

b. Cacat atau Penyakit Menurun Terpaut Kromosom Kelamin/Seks (Gonosom)

1) Buta warna (*color blind*)

Buta warna merupakan kelainan yang mengakibatkan seseorang tidak dapat membedakan warna-warna tertentu. Ada dua jenis buta warna, yaitu buta warna sebagian dan buta warna total. Buta warna sebagian mengakibatkan seseorang tidak dapat membedakan warna hijau dan merah. Sementara itu, buta warna total

mengakibatkan seseorang tidak dapat membedakan semua warna kecuali gelap dan terang.

Buta warna disebabkan oleh gen resesif c^b yang terpaut kromosom X, sehingga kemungkinan fenotipe dan genotipenya sebagai berikut.

Fenotipe	Genotipe
Wanita normal <i>carrier</i>	XX^{cb}
Wanita buta warna	$X^{cb}X^{cb}$
Laki-laki normal	XY
Laki-laki buta warna	$X^{cb}Y$

2) Hemofilia

Hemofilia merupakan kelainan yang ditandai dengan darah sukar membeku. Hemofilia dikendalikan oleh gen resesif h yang terpaut kromosom X. Fenotipe dan genotipe dari hemofilia sebagai berikut.

Fenotipe	Genotipe
Wanita normal	$X^H X^H$
Wanita <i>carrier</i> (pembawa sifat hemofilia)	$X^H X^h$
Wanita hemofilia	$X^h X^h$
Laki-laki normal	$X^H Y$
Laki-laki hemofilia	$X^h Y$

Soal dan Pembahasan

- Organisme bergenotipe Aa dihasilkan dari induk betina yang bergenotipe aa dan induk jantan yang bergenotipe
 - aa
 - Aa
 - Aa atau aa
 - AA atau Aa
 - AA atau Aa atau aa

SNMPTN 2012

F : Aa, aa

Jawaban: D

- Persentase anak yang normal hasil perkawinan laki-laki hemofilia dengan perempuan normal adalah
 - 0 %
 - 25 %
 - 50 %
 - 75 %
 - 100 %

UM UGM 2009

Pembahasan CERDAS:

- Persilangan dengan induk jantan bergenotipe AA.

$$\begin{array}{l} P : \text{♂ } AA >< \text{♀ } aa \\ G : \quad A \quad a \\ F : \quad \text{Aa} \end{array}$$

- Persilangan dengan induk jantan bergenotipe Aa.

$$\begin{array}{l} P : \text{♂ } Aa >< \text{♀ } aa \\ G : \quad A, a \quad a \end{array}$$

Pembahasan CERDAS:

Perkawinan antara laki-laki hemofilia dengan perempuan normal dapat dilihat pada diagram berikut.

$$\begin{array}{l} P : \text{♂ } X^h Y >< \text{♀ } X^H X^H \\ G : \quad X^h, Y \quad X^H \\ F : X^h X^h \text{ (wanita carrier)} \end{array}$$

$X^H Y$ (laki-laki normal)

Jadi, persentase anak yang normal hasil perkawinan laki-laki hemofilia dengan perempuan normal sebesar 50 %.

Jawaban: C

3. Seorang wanita karier buta warna menikah dengan laki-laki buta warna maka kemungkinan anak perempuannya menderita buta warna sebesar
- 0,0%
 - 12,5%
 - 25,0%
 - 50,0%
 - 100%

SIMAK UI 2009

Pembahasan CERDAS:

Perkawinan antara wanita karier buta warna dengan laki-laki buta warna dapat dilihat dalam diagram berikut.

P : ♀ XX^{cb} >< ♂ $X^{cb}Y$
 G : X, X^{cb} X^{cb}, Y
 F : XX^{cb} (wanita karier buta warna)
 XY (laki-laki normal)
 $X^{cb}X^{cb}$ (wanita buta warna)
 $X^{cb}Y$ (laki-laki buta warna)

Jadi, kemungkinan anak perempuannya menderita buta warna sebesar 25%.

Jawaban: C

4. Diketahui :

- alel biji bulat (R) dominan terhadap biji keriput (r).
- alel biji warna kuning (Y) dominan terhadap biji warna hijau (y).

Jika tanaman dengan genotipe Rryy dikawinkan dengan rrYY, maka kemungkinan keturunan (F_1) dengan sifat biji keriput dan warna kuning yang diperoleh adalah

- 9/16
- 1/16
- 3/16
- 1/4
- 1/2

SPMB 2006

Pembahasan CERDAS:

Persilangan yang terdapat pada soal sebagai berikut.

P : Rryy >< rrYY

G : Ry, ry rY

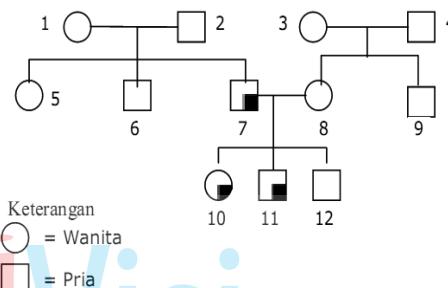
F : RrYy (biji bulat warna kuning)

rrYy (biji keriput warna kuning)

Jadi, keturunan dengan sifat biji keriput dan warna kuning diperoleh sebanyak 1/2 dari keturunan yang dihasilkan.

Jawaban: E

5. Perhatikan diagram berikut!



yang diarsir = buta warna

Berdasarkan diagram silsilah di atas, yang membawa sifat buta warna adalah

- 1 dan 3
- 5 dan 8
- 1, 3, dan 8
- 1, 5, dan 8
- 1, 3, 5, 8, dan 10

SPMB 2005

Pembahasan CERDAS:

Berdasarkan diagaram diperoleh genotipe dan fenotipe sebagai berikut.

nomor 1	= XX^{cb} (wanita pembawa sifat buta warna)
nomor 2	= XY (pria normal)
nomor 3	= XX^{cb} (wanita pembawa sifat buta warna)
nomor 4	= XY (pria normal)
nomor 5	= XX (wanita normal)
nomor 6	= XY (pria normal)
nomor 7	= $X^{cb}Y$ (pria buta warna)
nomor 8	= XX^{cb} (wanita pembawa sifat buta warna)

- nomor 9 = XY (pria normal)
 nomor 10 = $X^{cb}X^{cb}$ (wanita buta warna)
 nomor 11 = $X^{cb}Y$ (pria buta warna)
 nomor 12 = XY (pria normal)
 Jadi, yang membawa sifat buta warna terdapat pada nomor 1, 3, dan 8.

-----**Jawaban: C**

- 6.** Penyimpangan perbandingan fotonif (F_2) pada persilangan dengan dua sifat beda, misalnya dari 9 : 3 : 3 : 1 menjadi 9 : 3 : 4 disebut
- A. pindah silang
 - B. hipostasis
 - C. epistasis
 - D. polimeri
 - E. kriptomeri

SPMB 2005

Pembahasan CERDAS:

Kriptomeri merupakan salah satu penyimpangan semu hukum Mendel. Kriptomeri adalah peristiwa munculnya karakter tertentu apabila gen dominan bersama-sama dengan gen dominan lainnya. Jika gen berdiri sendiri karakternya akan tersembunyi (kriptos). Hasil keturunan F_2 dari penyimpangan kriptomeri ini bukan 9 : 3 : 3 : 1 melainkan 9 : 3 : 4.

-----**Jawaban: E**

- 7.** Bila suami memiliki genotipe darah $I^A I^B$ dan istri $I^B I^0$, berapa genotipe dan fenotipe golongan darah yang mungkin dimiliki keturunannya?
- A. 2 genotipe, 3 fenotipe
 - B. 3 genotipe, 3 fenotipe
 - C. 3 genotipe, 4 fenotipe
 - D. 4 genotipe, 3 fenotipe
 - E. 4 genotipe, 4 fenotipe

SNMPTN 2011

Pembahasan CERDAS:

Diagram persilangan dari suami istri pada soal dapat digambarkan seperti berikut.

$$\begin{array}{l} P : \text{♂ } I^A I^B >< \text{♀ } I^B I^0 \\ G : \quad I^A, I^B \quad I^B, I^0 \end{array}$$

- F : $I^A I^B$ (golongan darah AB)
 $I^A I^0$ (golongan darah A)
 $I^B I^B$ (golongan darah B)
 $I^B I^0$ (golongan darah B)

Jadi, berdasarkan hasil keturunannya diperoleh 4 genotipe ($I^A I^B$, $I^A I^0$, $I^B I^B$, dan $I^B I^0$) dan 3 fenotipe (golongan darah AB, A, dan B).

-----**Jawaban: D**

- 8.** Buta warna lebih banyak diderita oleh laki-laki daripada perempuan.

SEBAB

Buta warna disebabkan oleh gen yang terpaut kromosom seks X.

SIMAK UI 2008

Pembahasan CERDAS:

Buta warna merupakan contoh pautan seks pada manusia. Buta warna banyak diderita oleh laki-laki karena kelainan ini dibawa oleh gen resesif yang terpaut kromosom X. Oleh karena itu, jika ayah normal dan ibu normal karier (pembawa sifat buta warna), anak laki-lakinya memiliki kemungkinan menderita buta warna, sedangkan anak perempuan tidak ada yang menderita buta warna. Jadi, pernyataan pertama dan kedua benar serta saling berhubungan.

-----**Jawaban: A**

- 9.** Seorang laki-laki normal menikah dengan wanita karier buta warna, anak perempuannya yang normal menikah dengan laki-laki buta warna. Kemungkinan anak yang lahir dari perkawinan anak perempuan tersebut adalah
- (1) 50% perempuan normal.
 - (2) 50% perempuan karier.
 - (3) 50% laki-laki buta warna.
 - (4) 50% laki-laki normal.

UM UGM 2005

Pembahasan CERDAS:

Berdasarkan pernyataan yang terdapat pada soal dapat dibuat diagram perkawinan seperti berikut.

$$\begin{array}{ll}
 P_1 : \text{♂ } XY & >< \text{♀ } XX^{cb} \\
 G_1 : X, Y & X, X^{cb} \\
 F_1 : XX \text{ (perempuan normal)} & \\
 & XX^{cb} \text{ (perempuan buta warna)} \\
 & XY \text{ (laki-laki normal)} \\
 & X^{cb}Y \text{ (laki-laki buta warna)}
 \end{array}$$

Perkawinan anak perempuan normal dengan laki-laki buta warna sebagai berikut.

$$\begin{array}{ll}
 P_2 : \text{♂ } X^{cb}Y & >< \text{♀ } XX \\
 G_1 : X^{cb}, Y & X \\
 F_1 : XX^{cb} \text{ (perempuan buta warna)} & \\
 & XY \text{ (laki-laki normal)}
 \end{array}$$

Jadi, hasil perkawinan anak perempuan normal dengan laki-laki buta warna yaitu 50% perempuan normal dan 50% laki-laki normal. Jadi, pernyataan yang benar nomor (2) dan (4).

Jawaban: C

10. Suatu tanaman gandum yang memiliki kulit hitam disilangkan dengan tanaman gandum yang memiliki kulit kuning, dan dihasilkan tanaman gandum keturunan F_1 yang semuanya memiliki kulit hitam. Ketika tanaman-tanaman F_1 tersebut disilangkan ternyata proporsi keturunan F_2 yang diperoleh 12 (hitam) : 3 (kuning) : 1 (putih). Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa
- (1) Gen yang menentukan sifat kulit hitam dominan terhadap pasangannya.
 - (2) Gen yang menentukan sifat kulit kuning dominan terhadap alel pasangannya.

- (3) Gen yang menentukan sifat kulit hitam epistasi terhadap gen yang menentukan sifat kulit kuning.
- (4) Gen yang menentukan sifat kulit kuning epistasi terhadap gen yang menentukan sifat kulit hitam.

UM UGM 2008

Pembahasan CERDAS:

Berdasarkan pernyataan yang terdapat pada soal menunjukkan bahwa diperoleh hasil keturunan F_2 sebesar 12 (hitam) : 3 (kuning) : 1 (putih). Hasil keturunan tersebut menunjukkan hasil keturunan yang menyimpang dengan hukum Mendel. Penyimpangan yang terjadi tersebut disebut epistasi dominan. Epistasi dominan yaitu ada satu gen dominan yang bersifat epistasis. Diagram persilangan dari pernyataan di soal sebagai berikut.

$$\begin{array}{ll}
 P_1 : HHkk \text{ (hitam)} & >< hhKK \text{ (kuning)} \\
 G_1 : Hk & hK \\
 F_1 : HhKk \text{ (hitam)} & \\
 P_2 : HhKk \text{ (hitam)} & >< HhKk \text{ (hitam)} \\
 G_2 : HK, Hk, hK, hk & HK, Hk, hK, hk \\
 F_2 : 9 H_K_ \text{ (hitam)} & \\
 & 3 H_kk \text{ (hitam)} \\
 & 3 hhK_ \text{ (kuning)} \\
 & 1 hhkk \text{ (putih)}
 \end{array}$$

Berdasarkan persilangan tersebut dapat disimpulkan bahwa gen H yang menentukan sifat kulit hitam dominan terhadap alel pasangannya yaitu gen h, serta gen H yang menentukan sifat kulit hitam episiasi terhadap gen K yang menentukan sifat kulit kuning. Jadi, pernyataan yang benar nomor (1) dan (3).

Jawaban: B



- BAB 22 -

Mutasi

Rangkuman Materi

A. Pengertian Mutasi

Mutasi merupakan perubahan struktur susunan materi genetik (DNA) yang dapat diturunkan ke generasi berikutnya. Terjadinya perubahan susunan materi genetik akan menyebabkan perubahan gen sehingga dapat mengakibatkan perubahan fenotipenya. Makhluk hidup yang mengalami mutasi disebut mutan. Adapun zat penyebab mutasi disebut mutagen. Mutasi dapat terjadi baik pada gen maupun pada kromosom.

B. Macam-Macam Mutasi Berdasarkan Tempat Terjadinya

Berdasarkan tempat terjadinya, mutasi dibedakan menjadi dua macam yaitu mutasi gen dan mutasi kromosom.

1. Mutasi Gen

Mutasi gen disebut juga mutasi titik atau *point mutation*. Mutasi gen merupakan mutasi akibat adanya perubahan yang terjadi pada nukleotida DNA. Mutasi gen dapat berupa perubahan kimia pada pasangan basa nitrogen dalam gen. Mutasi gen disebabkan karena substitusi basa N. Tipe-tipe mutasi gen sebagai berikut.

- a. Mutasi tidak bermakna (*nonsense mutation*), yaitu perubahan pada triplet basa (*kodon*) tetapi perubahannya tidak menyebabkan kesalahan pembentukan protein.
- b. Mutasi ganda (*triple mutation*), yaitu terjadi pengurangan atau penambahan tiga basa secara bersama-sama.
- c. Mutasi bingkai (*frame shift mutation*), yaitu penambahan atau pengurangan basa nitrogen. Mutasi ini terdiri atas delesi (pengurangan basa nitrogen) dan duplikasi (penambahan basa nitrogen).
- d. Mutasi penggantian basa, mutasi ini terdiri atas transisi dan transversi.
Transisi: basa purin \leftrightarrow basa purin, basa pirimidin \leftrightarrow basa pirimidin.
Transversi: basa purin \leftrightarrow basa pirimidin.

2. Mutasi Kromosom

Mutasi kromosom disebut juga mutasi besar atau aberasi. Mutasi kromosom merupakan mutasi yang terjadi karena adanya perubahan struktur dan jumlah pada kromosom. Mutasi kromosom dapat dibedakan menjadi dua, yaitu mutasi karena perubahan jumlah kromosom dan mutasi karena perubahan struktur kromosom.

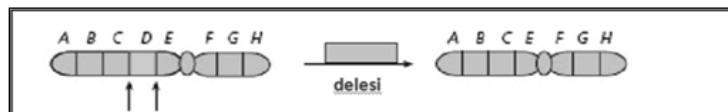
- a. Macam Mutasi Karena Perubahan Jumlah Kromosom

1) Euploidi, apabila terjadi pengurangan atau penambahan perangkat kromosom.

Contoh: $2n \rightarrow 4n$, $2n \rightarrow n$

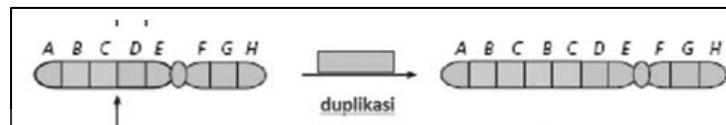
- 2) Aneuploidi: apabila terjadi perubahan kromosom hanya pada salah satu atau lebih dari satu genom.
Contoh: $2n+1$ (trisomi), $2n+2$ (tetrasomi), $2n-1$ (monosomi), $2n-2$ (nulisomi).
- b. Macam Mutasi Karena Perubahan Struktur Kromosom
- 1) Delesi

Delesi terjadi karena adanya fragmen kromosom yang patah dan hilang sehingga menyebabkan susunan kromosom mengalami perubahan.



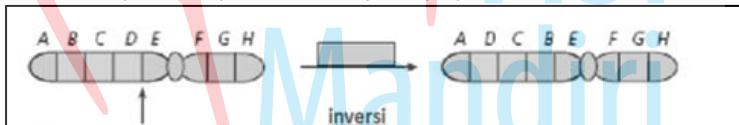
- 2) Duplikasi

Duplikasi terjadi karena adanya peristiwa penambahan suatu fragmen kromosom yang sama berasal dari kromosom homolog, sehingga mengakibatkan perubahan susunan kromosom.



- 3) Inversi

Inversi terjadi apabila fragmen pada suatu kromosom patah dan akan kembali lagi pada kromosom tersebut akan tetapi susunan fragmen kromosomnya terbalik. Oleh karena itu dapat menyebabkan terjadinya perubahan susunan kromosom.



- 4) Translokasi

Translokasi terjadi apabila terdapat dua kromosom nonhomolog yang mengalami patah pada fragmen tertentu, kemudian fragmen tersebut bergabung pada kromosom lain nonhomolognya. Oleh karena itu, dapat mengakibatkan terjadinya perubahan susunan kromosom.



Beberapa contoh penyakit pada manusia akibat mutasi kromosom sebagai berikut.

- a. Sindrom Turner (45 XO)
- b. Sindrom Klinefelter (47 XXY)
- c. Sindrom Jacob (47 XYY)
- d. Sindrom Down (47 XX atau 47 XY)
- e. Sindrom Patau (47 XX atau 47 XY)
- f. Sindrom Edward ($45\text{ A} + 18 + \text{XX}$ atau $45\text{ A} + 18 + \text{XY}$)

C. Mutagen

Mutagen adalah zat yang mampu menyebabkan mutasi. Mutagen dapat dibedakan menjadi tiga seperti berikut.

1. Mutagen biologi: bakteri, virus.
2. Mutagen kimia: kolkisin, antibiotik, alkohol, asam nitrat, aminopurpurin.
3. Mutagen fisika: radiasi peng-ion (zat radioaktif, sinar X, sinar kosmis, proton dan netron β), radiasi non peng-ion (sinar UV, suhu tinggi).

D. Dampak Mutasi

Adanya mutasi dapat menimbulkan dampak positif (menguntungkan) dan dampak negatif (merugikan) yang dijelaskan seperti berikut.

1. Dampak Positif

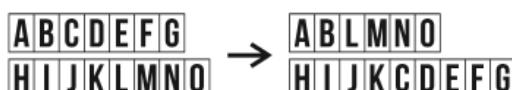
Dampak positif dari adanya mutasi di antaranya poliploid pada tanaman. Poliploid pada tanaman tersebut dapat menghasilkan buah besar, buah tidak ber biji, serta buah yang produktivitasnya tinggi dan memiliki nilai jual tinggi.

2. Dampak Negatif

Dampak negatif dari adanya mutasi dapat menimbulkan kelainan, penyakit, dan kemandulan. Mutasi yang merugikan ini ada yang dapat diwariskan dan ada yang tidak diwariskan.

Soal dan Pembahasan

1. Karena mengalami mutasi, kromosom mengalami perubahan seperti pada gambar di bawah:



Jenis mutasi tersebut adalah ...

- A. adisi
- B. delesi
- C. inverse
- D. duplikasi
- E. translokasi

SBMPTN 2013

nya mengalami perpindahan ke kromosom nonhomolog lainnya. Jadi, mutasi yang terjadi seperti pada gambar dinamakan translokasi.

Jawaban: E

2. Mutasi gen akan berpengaruh pada hal berikut, *kecuali*
- A. urutan nukleotida
 - B. terjemahan asam amino
 - C. panjang polipeptida
 - D. jumlah pasangan basa
 - E. jumlah kromosom

UM UGM 2009

Pembahasan CERDAS:

Mutasi gen dapat memengaruhi beberapa hal berikut.

- 1) Urutan nukleotida
- 2) Terjemahan asam amino
- 3) Panjang polipeptida

Pembahasan CERDAS:

Berdasarkan gambar pada soal diketahui bahwa terdapat dua kromosom nonhomolog. Salah satu kromosom nonhomolog patah kemudian patahan-

- 4) Jumlah pasangan basa
Jadi, pada mutasi gen tidak memengaruhi jumlah kromosom karena mutasi gen terjadi pada susunan basa nukleotida pada molekul gen, bukan pada lokus atau bagian lain dari kromosom.

Jawaban: E

3. Cara efektif dan efisien dalam memperoleh bibit unggul adalah dengan menggunakan mutagen kolkisin. Hal ini disebabkan karena kolkisin ...
A. mempercepat pembelahan sel sehingga terjadi mutasi
B. mempercepat pemisahan poliploidi kromosom
C. menghambat pemisahan kromatid sehingga terjadi poliploidi
D. menghambat pemisahan sel gamet, sehingga terbentuk monoploidi
E. mempercepat pembelahan sel gamet pada peristiwa meiosis

SNMPTN 2012

- E. segmen kromosom dipindahkan dan disisipkan kembali ke kromosom lainnya

SNMPTN 2009

Pembahasan CERDAS:

Translokasi merupakan peristiwa pindahnya potongan dari sebuah kromosom ke potongan kromosom lain yang bukan homolognya sehingga terbentuk kromosom baru. Adapun mutasi kromosom yang disebabkan karena segmen kromosom hilang disebut dengan delesi. Mutasi kromosom yang disebabkan karena terdapat penggandaan bagian kromosom disebut dengan duplikasi. Mutasi kromosom yang disebabkan karena perubahan letak susunan gen pada kromosom disebut dengan inverse.

Jawaban: D

- Perhatikan urutan basa nukleotida pada mRNA berikut!

AUG AAG UUU GGC UAA
Met Lis Fen Gli Stop

Pada rantai mRNA di atas akan mengalami mutasi gen yang mengakibatkan *missense mutation* apabila

- substitusi basa U awal dengan basa G pada kodon ke-3
- substitusi basa C akhir dengan basa A pada kodon ke-4
- substitusi basa G tengah dengan basa A pada kodon ke-2
- substitusi basa A tengah dengan basa G pada kodon ke-5
- substitusi basa U akhir dengan basa C pada kodon ke-3

Pembahasan CERDAS:

Substitusi basa U awal dengan basa G pada kodon ke-3 akan mengkode asam amino baru yaitu valin. Dalam peristiwa tersebut terjadi *missense mutation*. *Missense mutation* disebut juga mutasi

4. Translokasi adalah tipe mutasi kromosom dengan ciri salah satu...
A. segmen kromosom hilang
B. bagian kromosom dihasilkan dua kali
C. segmen kromosom dipindahkan dan dihancurkan
D. segmen kromosom dipindahkan ke kromosom nonhomolog

salah arti. Mutasi tersebut adalah adanya perubahan protein yang disintesis dapat mengakibatkan perubahan fungsi protein.

-----**Jawaban: A**

6. Mutasi somatik merupakan mutasi yang hanya terjadi pada satu individu dan tidak akan diwariskan.

SEBAB

Mutasi somatik merupakan mutasi yang terjadi pada sel benih dan sel somatik.

UM UNDIP 2010

Pembahasan CERDAS:

Mutasi somatik tidak akan diwariskan kepada keturunannya. Hal tersebut dikarenakan mutasi somatik terjadi pada sel tubuh (soma) dan tidak terjadi pada sel gamet (sel benih). Jadi, pernyataan pada soal benar dan alasannya salah.

-----**Jawaban: C**

7. Penderita *Syndrome Down* hanya mempunyai satu garis tangan pada telapak tangannya.

SEBAB

Penderita *Syndrome Down* mempunyai kelainan berupa trisomi pada kromosom ke-18.

SBMPTN 2014

Pembahasan CERDAS:

Syndrome Down merupakan penyakit apabila seseorang mengalami trisomi pada kromosom ke 21 sehingga memiliki kariotipe 47 XX atau 47 XY. Ciri-ciri seseorang yang menderita sindrom Down sebagai berikut.

- Mongolisme: memiliki telapak tebal seperti telapak kera dan garis tangannya abnormal.
- Wajah bulat dan kepala lebar.
- Mulut selalu terbuka.
- Hidung besar dan lebar.
- Mata sipit miring ke samping.

Jadi pernyataan benar dan alasannya salah.

-----**Jawaban: C**

8. Pernyataan yang benar mengenai mutasi adalah

- Mutasi terjadi pada tingkat gen dan kromosom.
- Adanya mutasi tidak memberikan dampak negatif bagi kehidupan.
- Individu yang mengalami mutasi selalu terjadi perubahan materi genetik.
- Mutasi hanya terjadi pada kromosom kelamin.

Pembahasan CERDAS:

Pernyataan-pernyataan mengenai mutasi dapat dijelaskan seperti berikut.

- Mutasi tidak hanya terjadi pada kromosom kelamin tetapi mutasi juga terjadi pada tingkat gen dan kromosom.
- Mutasi dapat memberikan dampak positif dan dampak negatif bagi kehidupan.
- Individu yang mengalami mutasi selalu terjadi perubahan materi genetik.
- Beberapa kelainan akibat mutasi tidak diwariskan kepada keturunannya.

-----**Jawaban: B**

9. Penyebab utama terjadinya mutasi gen adalah adanya:

- Penggunaan antibiotik
- Penggunaan radiasi berenergi tinggi
- Pengawet makanan
- Pestisida

UM UNDIP 2010

Pembahasan CERDAS:

Mutasi gen atau *point mutation* adalah mutasi yang disebabkan karena perubahan susunan basa nitrogen. Mutagen (zat penyebab mutasi) yang dapat menyebabkan mutasi gen dibedakan menjadi tiga yakni:

- a. Mutagen fisika yang mutagennya berasal dari radiasi sinar X, radiasi ionik, sinar UV.
- b. Mutagen kimia yang mutagennya berasal dari bahan-bahan kimia seperti kolkisin, natrium nitrit, pestisida, pengawet makanan.
- c. Mutagen biologi yang mutagennya berasal dari bakteri, virus, antibiotik yang dihasilkan bakteri.

-----**Jawaban: E**

- 10.** Pasangan antara jenis penyakit akibat mutasi kromosom dengan kariotipenya yang benar adalah
(1) Sindrom Turner – 45 XO

- (2) Sindrom Klinefelter – 47 XXY
- (3) Sindrom Jacob – 47 XYY
- (4) Sindrom Edwards – 44 A + XXX

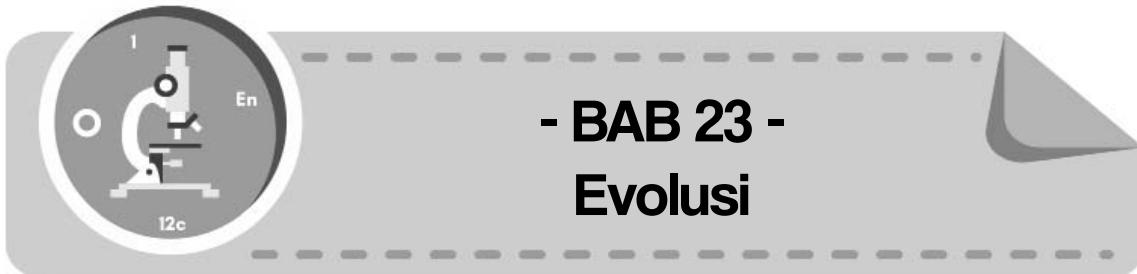
Pembahasan CERDAS:

Pasangan antara jenis penyakit akibat mutasi kromosom dengan kariotipenya sebagai berikut.

- a. Sindrom Turner – 45 XO.
- b. Sindrom Klinefelter – 47 XXY.
- c. Sindrom Jacob – 47 XYY.
- d. Sindrom Edwards – 45 A + 18 + XX atau 45 A + 18 + XY.
- e. Sindrom Metafemale – 44 A + XXX diderita oleh wanita.

-----**Jawaban: A**





Rangkuman Materi

A. Teori Asal-Usul Kehidupan

Kehidupan yang dihuni manusia ini memiliki asal-usul. Para ilmuwan berusaha mencari pembuktian mengenai asal-usul terbentuknya kehidupan melalui berbagai percobaan. Dari percobaan-percobaan tersebut memunculkan berbagai macam teori sebagai berikut.

1. Teori Abiogenesis

Teori Abiogenesis dikemukakan oleh Aristoteles. Teori Abiogenesis menyatakan bahwa makhluk hidup berasal dari benda mati. Teori Abiogenesis ini disebut juga dengan *generatio spontanea* yang berarti bahwa makhluk hidup ada dengan sendirinya. Aristoteles menyatakan teori tersebut berdasarkan penelitian yang telah dilakukannya dengan merendam tanah dalam air, dalam rendaman tersebut ternyata muncul cacing.

2. Teori Biogenesis

Teori biogenesis dikemukakan oleh beberapa tokoh, antara lain Francesco Redi, Lazzaro Spallanzani, dan Louis Pasteur. Teori ini bertujuan untuk membantah teori abiogenesis. Teori Biogenesis menyatakan bahwa makhluk hidup berasal dari makhluk hidup.

a. Francesco Redi (1626-1697)

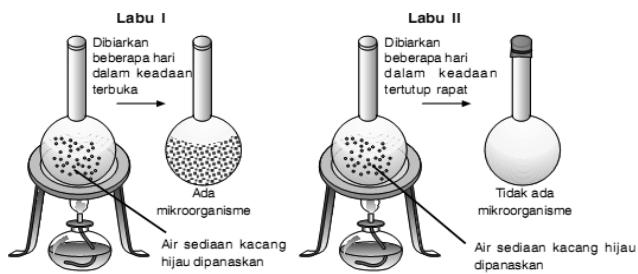
Francesco Redi melakukan penelitian bertujuan untuk membuktikan bahwa belatung yang tumbuh dari daging berasal dari telur induk lalat yang bertelur pada daging tersebut, bukan muncul dari daging begitu saja. Berdasarkan penelitiannya menghasilkan kesimpulan bahwa belatung hanya muncul pada daging yang disinggahi lalat.



Sumber : Ilustrasi Haryana

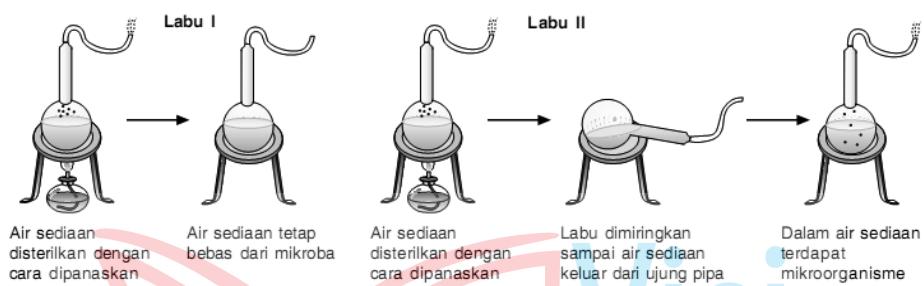
b. Lazzaro Spallanzani (1729-1799)

Lazzaro Spallanzani melakukan penelitian bertujuan untuk membuktikan bahwa kuman tidak tumbuh dari kaldu daging yang steril. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukannya, Lazzaro Spallanzani menyimpulkan bahwa kaldu keruh karena tidak steril karena terdapat pertumbuhan kuman yang dibawa oleh angin, sedangkan pada kaldu yang steril tetap jernih.



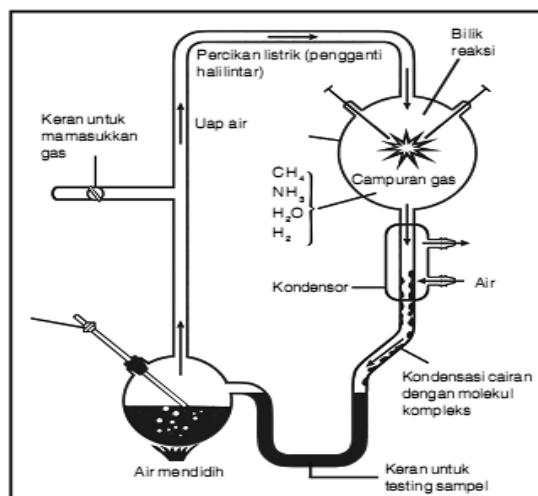
C. Louis Pasteur

Penelitian Louis Pasteur memiliki tujuan yang sama dengan Lazzaro Spallanzani. Namun, penelitian Louis Pasteur menggunakan alat yang lebih sempurna, yaitu menggunakan labu leher angsa.



3. Teori Evolusi Kimia

Teori ini diawali dengan teori terbentuknya bumi dan planet-planet lain. Teori tersebut di antaranya teori kabut asal (nebula) dan teori dentunam besar (*bing bang*). Teori evolusi kimia pertama kali dikemukakan oleh Alexander Oparin dan Haldane. Teori tersebut menyatakan bahwa pada mulanya atmosfer bumi terdiri atas metana (CH_4), ammonia (NH_3), uap air (H_2O), dan hidrogen (H_2). Senyawa-senyawa tersebut akhirnya berubah menjadi molekul organik sederhana asam amino karena adanya energi alam. Teori tersebut didukung oleh Stanley Miller dan Harold Urey melalui penelitian yang menyerupai kondisi atmosfer tersebut di dalam laboratorium. Berikut alat yang digunakan untuk penelitian teori evolusi kimia.



4. Teori Evolusi Biologi

Teori evolusi biologi merupakan teori lanjutan dari teori evolusi kimia. Ilmuwan yang melakukan penelitian untuk membuktikannya adalah Sidney W. Fox. Berdasarkan penelitian tersebut menyatakan bahwa asam amino hasil dari evolusi kimia akan bergabung membentuk makromolekul.

B. Teori-Teori Evolusi

Teori-teori evolusi dibedakan seperti berikut.

1. Teori kreasionisme

Teori ini menyatakan tentang penciptaan yang terjadi dalam sekali waktu kehidupan sekaligus lengkap, kemudian selesai dan tidak ada lagi evolusi atau perubahan.

2. Teori catastropisme

Teori ini dikenalkan oleh George Cuvier yang menyatakan bahwa keanekaragaman makhluk hidup dihasilkan oleh nenek moyang dan muncul atau punahnya makhluk hidup disebabkan oleh bencana alam.

3. Teori gradualisme

Teori yang dikemukakan oleh James Hutton ini menyatakan bahwa perubahan geologis berlangsung pelan tetapi pasti.

4. Teori uniformitarianisme

Teori yang dikemukakan oleh Charles Lyell ini menyatakan bahwa proses-proses geologis mengikuti pola yang seragam.

5. Teori Lamarck

Teori Lamarck memperkenalkan bahwa sifat fenotipe yang diperoleh dari perubahan lingkungan dapat diwariskan secara genetik.

6. Teori Darwin

Teori Darwin menyatakan bahwa evolusi terjadi karena seleksi alam di mana makhluk hidup yang mampu menyesuaikan diri dengan lingkungan merupakan makhluk hidup yang akan bertahan hidup.

C. Macam-Macam Evolusi

1. Evolusi berdasarkan skala perubahan

- a. Makroevolusi : evolusi dalam skala besar
- b. Mikroevolusi : evolusi dalam skala kecil

2. Evolusi berdasarkan arahnya

- a. Evolusi progresif: evolusi yang menghasilkan individu/ spesies baru dan individu tersebut adaptif dengan alam.
- b. Evolusi retrogresif: evolusi yang menuju kepunahan, individu yang dihasilkan tidak adaptif dengan alam.

3. Evolusi berdasarkan hasil akhir

- a. Evolusi divergen: evolusi dari satu spesies menghasilkan beberapa spesies yang memiliki anatomi tubuh yang sama (homolog).
- b. Evolusi konvergen: evolusi dari beberapa spesies berbeda yang menempati lingkungan yang sama akhirnya memiliki organ tubuh yang sama meskipun secara anatomi berbeda (analog).

D. Mekanisme Evolusi

Evolusi terjadi karena adanya variasi genetik dan seleksi alam. Penyebab utama yang memengaruhi variasi genetik adalah mutasi dan rekombinasi gen-gen dalam keturunan yang didapatkan dari hasil perkawinan. Hukum Hardy-Weinberg menyatakan bahwa frekuensi alel atau gen dalam populasi dapat tetap stabil dan seimbang dengan syarat sebagai berikut.

1. Jumlah populasi besar
2. Perkawinan secara acak/random
3. Tidak terjadi mutasi maju dan balik
4. Tidak ada seleksi
5. Tidak ada migrasi

Hukum Hardy-Weinberg dirumuskan seperti berikut.

$$(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

Sebagai contoh alel gen A dan a, menurut persamaan di atas dijelaskan berikut.

p^2 = frekuensi individu homozigot AA

$2pq$ = frekuensi individu heterozigot Aa

q^2 = frekuensi individu homozigot aa

Keseimbangan gen dapat terpengaruh oleh hal-hal berikut.

1. Perkawinan tak acak, hal ini mengakibatkan alel yang membawa sifat yang lebih disukai akan sering dijumpai dalam populasi sedangkan alel dengan sifat yang tidak disukai menjadi berkurang dan mungkin akan hilang dari populasi.
2. Migrasi, hal ini mengakibatkan terjadi penambahan atau pengurangan variasi sifat dalam populasi sebagai akibat perpindahan masuk (imigrasi) maupun perpindahan keluar (emigrasi).
3. Hanyutan genetik, hal ini menyebabkan terjadinya penurunan variasi gen sehingga populasi akan rentan terhadap kepunahan apabila terjadi perubahan lingkungan atau gaya hidup.
4. Seleksi alam, hal ini mengakibatkan organisme yang mampu menyesuaikan diri dengan lingkungan baru akan tetap lestari sedangkan yang tidak mampu menyesuaikan diri akan mati atau pindah ke daerah lain yang tidak mengalami perubahan lingkungan.
5. Mutasi, hal ini mengakibatkan terjadi perubahan variasi genetik yang bersifat menurun.
6. Rekombinasi dan seleksi, hal ini menyebabkan perubahan variasi genetik yang merupakan faktor penting dalam evolusi.

E. Petunjuk-Petunjuk Adanya Evolusi

Evolusi dapat ditunjukkan dengan bukti-bukti berikut.

1. Petunjuk dari organ vestigial (organ yang tersisa)
2. Embriologi perbandingan
3. Anatomi perbandingan
 - a. Analogi : kesamaan fungsi dengan struktur dasar yang berbeda
 - b. Homologi: kesamaan struktur dasar dengan fungsi yang berbeda
4. Fisiologi perbandingan
5. Petunjuk paleontologi

F. Spesiasi

Spesiasi merupakan proses pembentukan spesies baru yang berbeda dari spesies sebelumnya. Spesiasi terbentuk karena adanya isolasi yang mencegah terciptanya kembali keseragaman antar spesies melalui perkawinan. Macam-macam isolasi:

1. Isolasi geografi, dipisahkan oleh tempat.
2. Isolasi reproduksi, dapat terjadi melalui isolasi ekologi, musim, tingkah laku, mekanik, dan isolasi gamet.

Soal dan Pembahasan

1. Inti teori Darwin adalah ...
- A. Manusia bisa saja berasal dari monyet.
 - B. Homolog menjadi dasar makhluk hidup berevolusi.
 - C. Makhluk hidup dapat berubah sendiri secara spontan.
 - D. Hanya melalui mutasi makhluk hidup berubah bentuk dan berevolusi.
 - E. Makhluk hidup berubah bentuk karena seleksi dan adaptasi lingkungan.

SNMPTN 2011

Pembahasan CERDAS:

Darwin merupakan seorang tokoh evolusi. Dalam bukunya yang berjudul *The Origin of Species by Means of Natural Selection* Darwin menyatakan bahwa seleksi alam merupakan faktor pendorong terjadinya evolusi. Dengan ini dapat dikatakan bahwa makhluk hidup berubah bentuk karena seleksi alam dan adaptasi lingkungan.

Jawaban: E

2. Pernyataan yang salah mengenai organ vestigial adalah
- A. contohnya pada manusia adalah apendiks
 - B. bukan merupakan salah satu bukti evolusi
 - C. merupakan organ yang tampaknya tidak berfungsi
 - D. diperkirakan punya fungsi penting dalam tubuh nenek moyang

- E. struktur yang sudah tidak berguna akan hilang karena seleksi alam dalam waktu yang lama

SBMPTN 2013

Pembahasan CERDAS:

Organ vestigial dapat dijelaskan seperti berikut.

- 1) Merupakan organ yang tampaknya tidak berfungsi dan lama kelamaan akan hilang karena seleksi alam.
- 2) Diperkirakan memiliki fungsi pada tubuh nenek moyang.
- 3) Dalam manusia contohnya apendiks.
- 4) Organ vestigial merupakan salah satu bukti adanya evolusi.

Jawaban: B

3. Pernyataan berikut merupakan fakta yang terjadi di alam:
- 1) Semua spesies mempunyai potensi reproduksi yang tinggi.
 - 2) Terdapat variasi yang diturunkan di antara individu satu spesies.
 - 3) Terdapat banyak homologi organ.
 - 4) Ditemukannya hewan yang sama di tempat yang berbeda.
- Fakta yang menjadi dasar teori evolusi adalah
- A. 1) dan 2)
 - B. 1) dan 4)
 - C. 2) dan 3)
 - D. 2) dan 4)
 - E. 3) dan 4)

SBMPTN 2013

Pembahasan CERDAS:

Fakta yang menjadi dasar teori evolusi di antaranya sebagai berikut.

- a) Terdapat variasi yang diturunkan di antara individu satu spesies.
- b) Terdapat banyak homologi organ.

-----**Jawaban: C**

4. Peristiwa ini diperkirakan terjadi selama proses evolusi:

- 1) Terjadi mutasi
- 2) Meningkatnya frekuensi gen mutan dalam populasi
- 3) Munculnya jenis baru
- 4) Seleksi alam berpengaruh pada mutan untuk menghasilkan keturunan

Dalam teori evolusi, urutan peristiwa yang sesuai adalah ...

- A. 1 – 2 – 3 – 4
- B. 1 – 4 – 2 – 3
- C. 2 – 1 – 4 – 3
- D. 3 – 2 – 1 – 4
- E. 3 – 1 – 2 – 4

SBMPTN 2013

Pembahasan CERDAS:

Mutasi merupakan suatu faktor yang mendukung mekanisme evolusi. Individu yang bermutasi akan mengalami perubahan susunan gen. Frekuensi gen mutan bertambah dan akhirnya memunculkan jenis baru. Individu mutan ada yang bisa bertahan dan adaptif namun ada pula yang tidak adaptif, akhirnya seleksi alam berpengaruh pada mutan untuk menghasilkan keturunan hanya pada individu yang adaptif. Jadi urutan yang benar nomor 1 – 2 – 3 – 4.

-----**Jawaban: A**

5. Pernyataan Darwin bahwa perubahan organisme yang bersifat adaptif akan mampu bertahan hidup dan menghasilkan keturunan merupakan konsep yang terkait dengan proses

- A. Seleksi alam
- B. Mutasi genetik
- C. Variasi fenotipe

- D. Isolasi reproduksi

- E. Adaptasi lingkungan

SBMPTN 2013

Pembahasan CERDAS:

Darwin menyatakan bahwa seleksi alam merupakan faktor pendorong terjadinya evolusi. Seleksi alam adalah suatu proses di mana individu-individu tertentu dapat beradaptasi lebih baik dengan lingkungan. Makhluk hidup yang mampu beradaptasi dengan lingkungan akan terus hidup dan mempunyai keturunan.

-----**Jawaban: A**

6. Pernyataan yang benar tentang keberhasilan proses evolusi konvergensi adalah

- A. spesies yang berkerabat jauh tampak berkerabat dekat
- B. spesies sama yang menempati lingkungan berbeda
- C. memiliki organ tubuh yang secara anatomi sama
- D. fungsi organ tubuh berbeda meskipun secara anatomi sama
- E. fungsi organ tubuh berbeda karena secara anatomi berbeda

SNMPTN 2010

Pembahasan CERDAS:

Evolusi konvergensi terjadi pada organisme yang memiliki nenek moyang yang sama. Dalam evolusi ini, evolusi dari beberapa spesies berbeda yang menempati lingkungan yang sama. Evolusi konvergensi menyebabkan makhluk hidup memiliki organ yang homolog, yakni organ yang memiliki bentuk asal sama namun memiliki fungsi yang berbeda.

-----**Jawaban: D**

7. Suatu populasi kelinci berada dalam kesetimbangan Hardy-Weinberg mempunyai 9% kelinci berambut keriting (sifat resesif). Frekuensi gen hetero-

zigot untuk rambut keriting dalam populasi tersebut adalah

- A. 0,21
- B. 0,30
- C. 0,42
- D. 0,49
- E. 0,70

SNMPTN 2012

Pembahasan CERDAS:

$$\text{Keriting (aa)} = 9\% = 0,09$$

$$aa = 0,09$$

$$a = 0,3$$

$$A = 1 - 0,3 = 0,7$$

Frekuensi gen heterozigot untuk rambut keriting adalah $2Aa = 2 \times 0,7 \times 0,3 = 0,42$.

----- **Jawaban: C**

8. Homologi adalah kondisi di mana kedua spesies berbagi protein yang sama dengan urutan nukleotida yang hampir sama.

SEBAB

Sayap pada cicak terbang dengan sayap kelelawar merupakan organ homolog.

SIMAK UI 2012

Pembahasan CERDAS:

Homologi merupakan organ tubuh pada beberapa spesies yang memiliki bentuk dasar sama, tetapi fungsinya berbeda. Misalnya tungkai atas pada manusia untuk memegang dan tungkai atas pada kelelawar untuk terbang. Sementara itu, sayap pada cicak terbang dengan sayap kelelawar memiliki bentuk dasar yang berbeda, tetapi memiliki fungsi sama. Organ yang seperti ini disebut analogi. Jadi, pada soal disimpulkan bahwa pernyataan dan alasannya salah.

----- **Jawaban: E**

9. Penyebab utama terjadinya variasi gen adalah adanya

- 1. Mutasi gen
- 2. Seleksi alam
- 3. Rekombinasi gen-gen di dalam keturunan baru
- 4. Gen-gen letal

UM UNDIP 2009

Pembahasan CERDAS:

Variasi genetik adalah variasi alel gen, terjadi baik di dalam dan di antara populasi. Penyebab utama terjadinya variasi gen adalah adanya mutasi gen, aliran gen, dan rekombinasi gen-gen di dalam keturunan baru. Jadi pernyataan yang benar nomor 1 dan 3.

----- **Jawaban: B**

10. Teori tentang asal-usul kehidupan digolongkan ke dalam 2 kelompok, yaitu teori klasik dan modern. Tokoh-tokoh yang masuk kelompok klasik adalah

- 1) Harold Urey
- 2) Aristoteles
- 3) Stanley Miller
- 4) Antoni van Leuwenhook

SIMAK UI 2009

Pembahasan CERDAS:

Teori klasik dalam teori asal-usul kehidupan adalah teori abiogenesis. Teori abiogenesis disebut juga teori "*generatio spontanea*". Teori tersebut menegarkan bahwa asal mula makhluk hidup adalah dari benda mati. Teori "*generatio spontanea*" dianut oleh ilmuwan terdahulu (klasik), yaitu : Aristoteles (384 – 322 SM). Teori ini juga di teguhkan oleh seorang ilmuwan Belanda bernama Antoni van Leuwenhook pada tahun 1677. Jadi ilmuwan yang benar terdapat pada nomor 2 dan 4.

----- **Jawaban: C**



- BAB 24 -

Bioteknologi

Rangkuman Materi

A. Pengertian Bioteknologi

Bioteknologi berasal dari kata *bio* (hidup), *tekno* (teknologi), dan *logos* (ilmu) yang secara harafiah berarti ilmu yang menerapkan prinsip-prinsip biologi. Bioteknologi merupakan teknologi yang memanfaatkan organisme atau bagian-bagiannya untuk mendapatkan barang dan jasa dalam skala industri untuk memenuhi kebutuhan manusia.

B. Macam-Macam Bioteknologi

Bioteknologi dibedakan menjadi bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern.

1. Bioteknologi Konvensional

Bioteknologi konvensional disebut juga bioteknologi sederhana. Bioteknologi konvensional merupakan bioteknologi yang mengandalkan jasa mikroba untuk menghasilkan produk yang dibutuhkan manusia melalui proses fermentasi. Dalam bioteknologi ini, manusia tidak mengubah atau memanipulasi sifat organisme yang digunakan.

2. Bioteknologi Modern

Bioteknologi modern merupakan bioteknologi yang didasarkan pada manipulasi DNA (rekayasa genetika) dengan memodifikasi gen-gen spesifik untuk menghasilkan organisme transgenik. Organisme transgenik ini memiliki sifat-sifat unggul sesuai yang diinginkan. Prinsip dasar rekayasa genetika sebagai berikut.

a. DNA Rekombinan

Teknik DNA rekombinan dilakukan dengan pengubahan susunan DNA sehingga diperoleh susunan DNA baru yang dapat mengekspresikan sifat baru sesuai keinginan.

b. Fusi Protoplasma (Hibridoma)

Fusi protoplasma dilakukan dengan menggabungkan dua sel dari jaringan yang sama atau dua sel dari organisme yang berbeda dalam suatu medan listrik.

c. Kultur Jaringan

Kultur jaringan merupakan teknik perbanyakan tumbuhan secara vegetatif dengan memanfaatkan sifat totipotensi sel tumbuhan.

d. Kloning

Kloning merupakan teknik yang digunakan untuk menghasilkan keturunan yang memiliki sifat sama persis (identik) dengan induknya.

e. Teknik bayi tabung

Teknik bayi tabung merupakan teknik fertilisasi yang dilakukan di luar tubuh induk, setelah terbentuk embrio kemudian embrio tersebut akan dimasukkan ke dalam rahim induknya.

C. Aplikasi Bioteknologi Konvensional dan Bioteknologi Modern dalam Kehidupan

Beberapa contoh produk hasil aplikasi bioteknologi sebagai berikut.

- a. Yoghurt, merupakan hasil fermentasi susu menggunakan bantuan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*.
- b. Keju, merupakan produk yang dibuat dari air susu yang diasamkan dengan memanfaatkan bakteri asam laktat, misal *Lactobacillus casei* dan *Streptococcus thermophilus*. Selain itu, dalam pembuatan keju juga dapat digunakan bakteri *Propioni bactericum*, *Penicillium roqueforti* dan *Penicillium camemberti*.
- c. Mentega, merupakan produk yang dibuat dari krim susu dengan memanfaatkan bakteri *Streptococcus lactis*.
- d. Tapai, merupakan produk yang dibuat dari ketan atau umbi-umbian seperti singkong melalui proses fermentasi dengan memanfaatkan jamur *Saccharomyces cerevisiae*.
- e. Tempe, merupakan produk yang dibuat dari kedelai dengan bantuan ragi tempe berupa jamur *Rhizopus oligosporus*, *Rhizopus stolonifer*, dan *Rhizopus oryzae*.
- f. Oncom merah, merupakan produk yang dibuat dari ampas tahu dengan bantuan jamur *Neurospora crassa*. Sementara itu, oncom hitam dibuat dari bungkil kacang tanah dengan bantuan jamur *Rhizopus oligosporus*.
- g. Kecap, merupakan produk berupa cairan berwarna hitam yang rasanya manis atau asin. Kecap dibuat dari kedelai hitam dengan memanfaatkan jamur *Aspergillus wentii* dan *Aspergillus soyae*.
- h. *Nata de coco*, merupakan produk yang memiliki tekstur kenyal menyerupai gel dan berwarna putih transparan. *Nata de coco* dibuat dari air kelapa dengan memanfaatkan bakteri *Acetobacter xylinum*.
- i. Antibiotik, merupakan zat kimia yang dihasilkan oleh mikroorganisme (bakteri dan jamur) yang dapat menghambat pertumbuhan atau membunuh mikroorganisme lain.
- j. Interferon, merupakan zat kimia yang dihasilkan tubuh sebagai respons terhadap infeksi virus.
- k. Vaksin, merupakan bakteri atau virus yang dilemahkan sifat patogenitasnya dan dimasukkan ke tubuh untuk membentuk antibodi sehingga seseorang memperoleh kekebalan tubuh.
- l. Bakteri *Thiobacillus ferrooxidans*, digunakan untuk pemisahan logam tembaga dari bijinya.
- m. Bakteri *Methanobacteria*, digunakan dalam pembuatan biogas karena mampu menghasilkan gas metana.

D. Dampak Bioteknologi bagi Kehidupan

Adanya bioteknologi dalam kehidupan dapat menimbulkan suatu dampak, baik dampak positif maupun dampak negatif.

1. Dampak Positif dari Bioteknologi
 - a. Meningkatkan sifat resistansi tanaman terhadap hama.
 - b. Meningkatkan produk dengan kualitas dan kuantitas baik.
 - c. Membantu manusia dalam menangani pencemaran lingkungan.
 - d. Membantu dunia kedokteran dan medis dalam mengatasi penyakit.
 - e. Membantu mengatasi pelestarian keanekaragaman hayati.
2. Dampak Negatif dari Bioteknologi
 - a. Berpotensi terhadap pergeseran atau transfer gen dari organisme transgenik.

- b. Berpotensi membentuk *barier spesies* (spesies penghalang).
- c. Berpotensi menimbulkan penyakit baru yang lebih resistan.
- d. Berpotensi menimbulkan kerusakan atau tersingkirnya plasma nutrimental.
- e. Berpotensi menimbulkan pencemaran biologis akibat adanya transfer gen dari organisme transgenik.

Soal dan Pembahasan

- 1.** Tapai singkong merupakan contoh produk fermentasi yang melibatkan beberapa jenis mikroorganisme. Mikroorganisme yang menghasilkan rasa asam pada tapai singkong adalah
- A. *Amylomyces rouxii*
 - B. *Saccharomyces cerevisiae*
 - C. *Hansenula* sp.
 - D. *Pediococcus* sp.
 - E. *Saccharomyces fibuligera*

SBMPTN 2014

Pembahasan CERDAS:

Dalam pembuatan tapai singkong memanfaatkan mikroorganisme jenis *Saccharomyces cerevisiae*. Adanya mikroorganisme tersebut dapat membuat rasa asam pada tapai singkong.

Jawaban: B

- 2.** Aktivitas berikut yang terkait dengan kloning adalah
- A. Transfusi darah
 - B. Transplantasi ginjal
 - C. Perbanyak tanaman secara *in vitro*
 - D. Perbanyak tanaman secara generatif
 - E. Domba Dolly hasil perkawinan domba jenis *black face* dan *finn dorsett*

SNMPTN 2011

Pembahasan CERDAS:

Kloning atau transplantasi atau pencangkokan nukleus yang digunakan untuk menghasilkan individu yang secara genetik identik dengan induknya. Pro-

ses kloning dilakukan dengan cara memasukkan inti sel donor ke sel telur yang telah dihilangkan inti selnya. Selanjutnya, sel telur diberi kejutan listrik atau zat kimia untuk memacu pembelahan sel. Pada saat klon embrio telah mencapai tahap yang sesuai embrio dimasukkan ke rahim hewan betina lainnya yang sejenis. Hewan tersebut selanjutnya akan mengandung embrio yang ditanam dan melahirkan anak hasil kloning. Sebagai contoh hasil kloning yaitu domba Dolly. Pembuatan kloning ini menggunakan sel kelenjar susu domba *finn dorsett* sebagai donor inti sel dan sel telur domba *black face* sebagai resepien.

Jawaban: E

- 3.** Hal berikut yang tidak terkait dengan rekayasa genetika adalah
- A. Peptidoglikan
 - B. DNA ligase
 - C. DNA rekombinan
 - D. Enzim restriksi
 - E. Plasmid

SNMPTN 2011

Pembahasan CERDAS:

Hal-hal yang dibutuhkan dalam rekayasa genetika sebagai berikut.

- 1) Vektor, yaitu pembawa gen asing yang akan disisipkan, biasanya berupa plasmid.
- 2) Enzim restriksi untuk memotong DNA.

- 3) DNA ligase untuk menyambungkan potongan-potongan DNA.

Adapun DNA rekombinan merupakan salah satu teknik yang digunakan dalam rekayasa genetika. Sementara itu, peptidoglikan tidak berhubungan dengan rekayasa genetika. Peptidoglikan merupakan protein yang menyusun dinding sel bakteri.

-----**Jawaban: A**

4. Plasmid Ti yang dibawa oleh *Agrobacterium tumefaciens* digunakan untuk memasukkan gen dalam
- A. sel bakteri
 - B. sel tumbuhan
 - C. sel hewan
 - D. sel khamir
 - E. sel telur

UM UGM 2010

Pembahasan CERDAS:

Agrobacterium tumefaciens digunakan untuk memasukkan gen dalam sel tumbuhan, misalnya tanaman kedelai. Tanaman kedelai yang disisipi *Agrobacterium tumefaciens* disebut kedelai transgenik. Kedelai transgenik merupakan kedelai yang dikembangkan melalui teknik rekayasa genetika. Gen dari *Agrobacterium tumefaciens* disisipkan ke dalam tanaman kedelai untuk meningkatkan pembentukan asam oleat. Apabila tanaman kedelai mengandung asam oleat tinggi akan tahan terhadap herbisida glifosat.

-----**Jawaban: B**

5. Berikut ini adalah tahapan dalam kultur jaringan.
- 1) Perbanyak *plantlet*.
 - 2) Pembentukan kalus.
 - 3) Aklimatisasi tanaman baru di tanah.
 - 4) Penumbuhan jaringan pada medium.
- Urutan tahapan yang benar adalah ...
- A. 1 – 2 – 3 – 4
 - B. 2 – 3 – 1 – 4

- C. 3 – 2 – 4 – 1
- D. 3 – 1 – 2 – 4
- E. 4 – 2 – 1 – 3

SNMPTN 2012

Pembahasan CERDAS:

Kultur jaringan merupakan suatu teknik perbanyak tanaman secara vegetatif buatan yang didasarkan pada sifat totipotensi tumbuhan. Tahap kultur jaringan sebagai berikut.

- a. Sterilisasi eksplan dengan cara merendam eksplan dalam bahan kimia selama beberapa menit kemudian dicuci dengan air steril.
- b. Penumbuhan jaringan pada medium khusus berisi nutrisi dan zat tumbuh.
- c. Meletakkan botol berisi eksplan dalam ruangan yang suhu dan penyinaran terkontrol sehingga terbentuk kalus.
- d. Subkultur dilakukan beberapa kali sampai kalus tumbuh menjadi *plantlet*.
- e. *Plantlet* dikeluarkan dari botol dan akarnya dibersihkan dengan air bersih.
- f. *Plantlet* ditanam ke dalam pot-pot kecil dan diletakkan di tempat yang tidak terkena cahaya matahari langsung.
- g. Apabila *plantlet* sudah tumbuh kuat, tanaman dipindah ke media tanah dan terkena sinar matahari.

Jadi, urutan yang benar adalah 4 – 2 – 1 – 3.

-----**Jawaban: E**

6. Jika DNA dipotong oleh enzim restriksi, bagian yang terputus adalah ikatan
- A. nitrogen
 - B. peptida
 - C. fosfat
 - D. karbon
 - E. hidrogen

SNMPTN 2009

Pembahasan CERDAS:

Enzim restriksi adalah enzim yang bekerja untuk memotong fragmen DNA pada situs spesifik. Enzim restriksi memotong DNA *double strands* dengan memutus ikatan kovalen di antara fosfat dari satu deoksiribonukleotida dengan gula dari deoksiribonukleotida yang berbatasan dengannya.

-----**Jawaban: C**

7. Bioteknologi muncul setelah James Watson dan Francis Crick menemukan struktur DNA.

SEBAB

Bioteknologi adalah ilmu yang mendasarkan diri pada teknik rekayasa genetika.

UM UGM 2009

Pembahasan CERDAS:

Bioteknologi konvensional atau bioteknologi sederhana telah muncul jauh sebelum ditemukannya struktur DNA oleh James Watson dan Francis Crick. Bioteknologi tidak selalu berprinsip pada rekayasa genetika. Bioteknologi yang berprinsip pada rekayasa genetika adalah bioteknologi modern. Sementara itu, bioteknologi konvesional bergantung pada mikroorganisme.

-----**Jawaban: E**

8. Produk bioteknologi diindikasikan dengan adanya proses rekayasa genetika.

SEBAB

Rekayasa genetika akan meningkatkan agen biologi dan akhirnya meningkatkan kualitas produk.

SIMAK UI 2013

Pembahasan CERDAS:

Produk bioteknologi tidak selalu diindikasikan dengan adanya proses rekayasa genetika. Hal ini dikarenakan pada bioteknologi konvensional tidak menerapkan rekayasa genetika. Rekayasa genetika hanya diterapkan pada biotek-

nologi modern. Sementara itu, bioteknologi konvensional merupakan bioteknologi yang memanfaatkan aktivitas agen biologi untuk meningkatkan kualitas produk.

-----**Jawaban: E**

9. Pengembangan rekayasa genetika dalam bidang kedokteran menyangkut hal berikut.

- (1) Pembuatan antibiotik.
- (2) Pembuatan antibodi monoklonal.
- (3) Terapi gen.
- (4) Pembuatan vaksin.

SNMPTN 2008

Pembahasan CERDAS:

Pemanfaatan rekayasa genetika dalam bidang kedokteran di antaranya sebagai berikut.

- a) Pembuatan antibiotik
Antibiotik adalah senyawa yang dihasilkan oleh mikroorganisme untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain.
- b) Pembuatan antibodi monoklonal
Dalam pembuatan ini menggunakan prinsip fusi protoplasma. Fusi tersebut menghasilkan sel-sel yang menghasilkan antibodi sekaligus memperbanyak diri terus-menerus seperti sel kanker yang dinamakan antibodi monoklonal. Selain itu, antibodi monoklonal dapat digunakan untuk mendeteksi kandungan hormon korionik gonadotropin dalam urine wanita hamil.
- c) Terapi gen
Terapi gen dapat digunakan untuk memperbaiki atau mengganti gen-gen penyebab penyakit.
- d) Pembuatan vaksin
Vaksin merupakan siapan antigen yang dimasukkan ke dalam tubuh untuk memicu terbentuknya sistem kekebalan tubuh.

-----**Jawaban: A**

10. Mikroorganisme yang digunakan dalam bioteknologi tradisional dan produk yang dihasilkan adalah
- (1) *Saccharomyces* untuk membuat roti.
- (2) *Lactobacillus* untuk membuat yoghurt.
- (3) *Rhizopus* untuk membuat tempe.
- (4) *Neurospora* untuk membuat tahu.

SNMPTN 2012

Pembahasan CERDAS:

- a) *Saccharomyces cerevisiae* digunakan untuk membuat roti.
- b) *Lactobacillus bulgaricus* digunakan untuk membuat yoghurt.
- c) *Rhizopus oryzae* digunakan untuk membuat tempe.

Adapun tahu bukan merupakan produk bioteknologi. Jadi, pernyataan yang benar terdapat pada nomor 1), 2), dan 3).

-----**Jawaban: A**

