

SESUAI
KURIKULUM
TERBARU

Hidayat Andi F.

STRATEGI KEBUT SEMALAM Biologi SMA

KELAS X,
XI, & XII

SIAP & SUKSES Ujian
dalam Semalam



- Intisari Materi yang Sering Keluar Ulangan
- Rumus Materi Praktis dan Super Lengkap
- Trik Cerdik dan Cepat Selesaikan Soal:
 - Ulangan Harian
 - Ujian Nasional
 - Ulangan Semester
 - Ujian Masuk PTN

PLUS!

- Soal-Soal Ujian Nasional
- Soal-Soal Ujian Masuk PTN
- Disertai Pembahasan
+ Kunci Jawaban Akurat

Strategi Kebut Semalam Biologi SMA Kelas X, XI, dan XII

Oleh: Hidayat Andi F.
all right reserved

Tata letak: Cintia
Perancang sampul: Gunawan
Penyunting: Fina

Diterbitkan oleh:

Cakrawala

Jl. Cempaka Putih No.8 Deresan CT X,
Gejayan, Yogyakarta 55283
Telp./Faks. (0274) 555939, 556043/(0274) 546020
Email: cakrawalasketsa@yahoo.co.id

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Strategi Kebut Semalam Biologi SMA Kelas X, XI, dan XII/Hidayat Andi F., Penyunting: Fina—cet.1—Yogyakarta: Penerbit Cakrawala, 2014, viii + 424 hlm; 11 x 18

ISBN: 979-383-263-0
978-979-383-263-0

Cetakan Pertama, 2014

Undang-Undang Republik Indonesia
Nomor 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta

Ketentuan Pidana Pasal 72

1. Barang siapa dengan sengaja atau tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI - iii

BAB 1 MENGENAL BIOLOGI SEBAGAI ILMU - 1

- A. Biologi sebagai Ilmu - 2
- B. Objek dan Persoalan Biologi - 4
- C. Cabang-cabang Ilmu Biologi - 4
- C. Manfaat Memelajari Biologi dan Bahayanya - 5
- Latihan Soal - 6

BAB 2 KEANEKARAGAMAN HAYATI - 9

- A. Tingkat Keaneekaragaman Hayati - 10
- B. Keaneekaragaman Hayati Indonesia - 11
- Latihan Soal - 25

BAB 3 VIRUS - 27

- A. Ciri-ciri Virus - 28
- B. Struktur Virus - 29
- C. Perkembangbiakan Virus -30
- D. Bahaya Virus bagi Kehidupan - 31
- E. Manfaat Virus bagi Kehidupan - 31
- F. Penyakit yang Disebabkan Virus -31
- Latihan Soal - 34

BAB 4 MONERA - 37

- A. Bakteri - 38
- B. Ganggang Biru (*Cyanobacteria*) - 44
- Latihan Soal - 45

BAB 5 PROTISTA -47

- A. Protista Menyerupai Tumbuhan (Ganggang atau *Algae*) - 49

- B. Protista yang Menyerupai Hewan (Protozoa) - 56
 - C. Protista Menyerupai Jamur - 58
- Latihan Soal - 59

BAB 6 FUNGI (JAMUR) - 61

- A. Ciri-ciri Jamur - 62
 - B. Klasifikasi Jamur - 62
- Latihan Soal - 69

BAB 7 TUMBUHAN - 71

- A. Lumut (Bryophyta) - 72
 - B. Paku-pakuan (Pteridophyta) - 75
 - C. Tumbuhan Biji (Spermatophyta) - 77
- Latihan Soal - 81

BAB 8 HEWAN - 83

- A. Hewan Invertebrata - 84
 - B. Hewan Vertebrata - 100
- Latihan Soal - 105

BAB 9 EKOSISTEM - 107

- A. Satuan-satuan dalam Ekosistem - 108
 - B. Komponen Penyusun Ekosistem - 110
 - C. Keseimbangan Ekosistem - 112
 - D. Saling Ketergantungan (Interdependensi) - 113
- Latihan Soal - 118

BAB 10 KESEIMBANGAN LINGKUNGAN DAN PERUBAHANNYA - 121

- A. Pengaruh Kegiatan Manusia terhadap Keseimbangan Lingkungan - 122

- B. Perubahan Lingkungan dan Faktor-faktor Penyebabnya - 122
 - C. Pencemaran Lingkungan - 123
- Latihan Soal - 132

BAB 11 SEL - 135

- A. Teori Sel - 136
 - B. Struktur dan Fungsi Bagian-bagian Sel - 137
 - C. Macam-macam Sel - 143
- Latihan Soal - 150

BAB 12 JARINGAN - 153

- A. Jaringan Tumbuhan - 154
 - B. Jaringan Hewan - 165
- Latihan Soal - 174

BAB 13 SISTEM GERAK MANUSIA - 177

- A. Kerangka Tubuh Manusia - 178
 - B. Otot Manusia - 188
 - C. Gangguan dan Kelainan pada Sistem Gerak - 192
- Latihan Soal -196

BAB 14 SISTEM SIRKULASI (PEREDARAN DARAH) - 199

- A. Organ Penyusun Sistem Peredaran Darah - 200
- B. Sistem Peredaran Darah Manusia - 208
- C. Sistem Kekebalan Tubuh - 211
- D. Gangguan pada Sistem Peredaran Darah dan Kekebalan Tubuh - 215

Latihan Soal - 218

BAB 15 SISTEM PENCERNAAN - 221

- A. Zat Makanan - 222
 - B. Sistem Pencernaan Makanan - 226
 - C. Gangguan Sistem Pencernaan - 236
 - D. Sistem Pencernaan Hewan Ruminansia - 238
- Latihan Soal - 239

BAB 16 SISTEM PERNAPASAN - 241

- A. Sistem Pernapasan Manusia - 242
 - B. Alat Pernapasan pada Hewan - 251
- Latihan Soal - 254

BAB 17 SISTEM EKSRESI -257

- A. Sistem Ekskresi Manusia - 258
 - B. Alat Ekskresi pada Hewan - 267
- Latihan Soal - 269

BAB 18 SISTEM REGULASI - 271

- A. Sistem Saraf - 272
 - B. Hormon - 286
 - C. Sistem Indra - 292
- Latihan Soal - 307

BAB 19 SISTEM REPRODUKSI - 309

- A. Reproduksi Manusia - 310
 - B. Kontrasepsi - 332
 - C. Gangguan pada Sistem Reproduksi - 334
- Latihan Soal - 337

BAB 20 PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TUMBUHAN - 339

- A. Tahap-tahap Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tumbuhan Berbunga - 340
 - B. Faktor-faktor yang Memengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tumbuhan - 346
- Latihan Soal - 351

BAB 21 PROSES METABOLISME ORGANISME - 353

- A. Enzim dan Fungsinya - 354
 - B. Metabolisme Karbohidrat - 358
 - C. Metabolisme Lemak (Lipid) - 361
 - D. Metabolisme Protein - 362
 - E. Hubungan Metabolisme Karbohidrat dengan Metabolisme Lemak dan Protein - 363
- Latihan Soal - 364

BAB 22 GENETIKA - 367

- A. Kromosom - 368
 - B. Gen - 369
 - C. Struktur Kimia Materi Genetik - 371
- Latihan Soal -378

BAB 23 POLA-POLA HEREDITAS - 381

- A. Pembelahan Sel dan Pewarisan Sifat - 382
- B. Hereditas dalam Hukum Mendell - 385
- C. Hereditas pada Manusia - 389

D Mutasi - 391
Latihan Soal - 398

BAB 24 EVOLUSI - 401

A. Pengertian Evolusi - 402
B. Petunjuk-petunjuk Evolusi - 402
C. Mekanisme Evolusi - 403
D. Perkembangan Teori Evolusi - 406
E. Tanggapan Teori Evolusi Darwin - 408
Latihan Soal - 410

BAB - 25 BIOTEKNOLOGI - 413

A. Pengertian Bioteknologi - 414
B. Peran Bioteknologi pada Sains, Lingkungan,
Teknologi, dan Masyarakat (Salingtemas)
- 419
C. Implikasi Bioteknologi - 422
Latihan Soal - 423

Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB 1

MENGENAL BIOLOGI SEBAGAI ILMU



A. Biologi sebagai Ilmu

Ilmu pengetahuan lahir dari suatu rangkaian aktivitas akal manusia yang disusun secara sistematis.

Syarat-syarat ilmu pengetahuan, yaitu:

1. Memiliki objek

Setiap ilmu umumnya membatasi diri pada segi kajian tertentu. Biologi memfokuskan pada objek makhluk hidup yang ada maupun yang pernah ada di dunia ini.

2. Memiliki metode

Berkembangnya ilmu pengetahuan tidak dapat terjadi secara kebetulan ataupun asal-asalan, melainkan mengikuti metode tertentu. Dalam mempelajari objek kajian biologi digunakan metode ilmiah untuk menemukan kebenaran.

3. Bersifat sistematis

Agar mudah dikaji, ilmu pengetahuan harus tersusun mulai yang sederhana menuju yang lebih kompleks. Konsep yang mendasari harus mengandung hubungan sedemikian rupa yang saling mendukung dan bukan saling bertentangan.

4. Universal

Kebeneran yang disajikan dalam ilmu pengetahuan harus berlaku secara umum. Dalam biologi, hukum-hukum atau kaidah ilmu yang ada

juga berlaku secara umum.

5. Objektif

Pernyataan dalam suatu ilmu pengetahuan harus bersifat jujur, yaitu menggambarkan kondisi apa adanya, mengandung data atau informasi yang sebenarnya, bebas dari prasangka, kesenjangan, atau kepentingan pribadi.

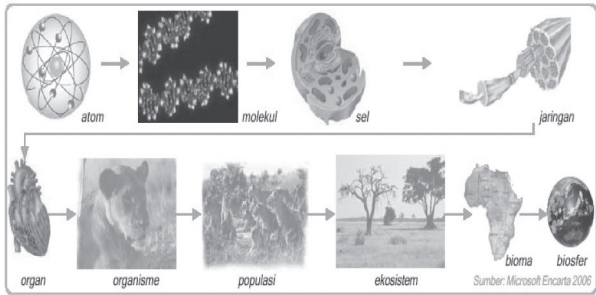
6. Analitis

Kajian dari sebuah ilmu akan menuju hal-hal yang lebih khusus seperti bagian, sifat, peranan, dan berbagai hubungan. Untuk memahami hal yang bersifat khusus perlu pengkajian secara khusus pula, sehingga terdapat antarhubungan bagian yang dikaji sebagai hasil analisis. Oleh karena itu, sebuah ilmu akan terbagi menjadi berbagai cabang ilmu dengan kajian yang lebih khusus.

7. Verifikatif

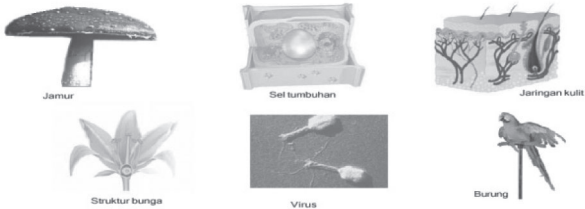
Kebenaran dalam sebuah ilmu bukanlah bersifat mutlak tetapi bersifat terbuka atau verifikatif yang juga dikenal dengan kebenaran ilmiah. Artinya, sesuatu yang semula dianggap benar suatu saat mungkin menjadi salah bila ditemukan bukti-bukti baru yang menentang kebenaran sebelumnya.

B. Objek dan Persoalan Biologi



hierarki struktural biosains (mulai dari atom, molekul, sel, jaringan, organ, organisme, populasi, ekosistem, bioma, dan biosfer)

Berikut ini gambaran mengenai ruang lingkup yang dikaji dalam biologi:



C. Cabang-cabang Ilmu Biologi

Beberapa cabang biologi yang tengah berkembang itu antara lain, seperti pada tabel berikut ini.

N o.	Cabang Biologi	Objek yang dikaji
1.	Zoologi	Mempelajari tentang seluk-beluk kehidupan hewan.
2.	Botani	Mempelajari tentang berbagai ciri dan kehidupan tumbuhan.
3.	Mikrobiologi	Mengkaji berbagai sifat, ciri, dan fisiologi kehidupan mikroba.
4.	Histologi	Mengkaji tentang jaringan penyusun organisme.
5.	Sitologi	Mengkaji tentang segala sesuatu tentang kehidupan sel.

D. Manfaat Mempelajari Biologi dan Bahayanya

- 1) Memberikan pemahaman lebih mendalam kepada diri seseorang yang dapat diterapkan sebagai dasar untuk meningkatkan taraf hidupnya.
- 2) Memberikan pengetahuan akan berbagai sumber daya hayati yang bermanfaat bagi pemenuhan kebutuhan hidup manusia.
- 3) Memberikan rangsangan pada manusia untuk melakukan diversifikasi pemanfaatan sumber daya hayati, sehingga diperoleh

sumber baru yang berbeda.

- 4) Memberikan pengetahuan untuk melakukan konservasi terhadap sumber daya hayati agar tidak punah.



Latihan Soal

1. Botani merupakan salah satu cabang dalam biologi yang mempelajari/mengkaji mengenai ...
 - a. Seluk-beluk kehidupan hewan
 - b. Berbagai ciri dan kehidupan tumbuhan
 - c. Berbagai sifat, ciri, dan fisiologi kehidupan mikroba
 - d. Jaringan penyusun organisme

Pembahasan:

Botani adalah cabang dalam ilmu biologi yang mempelajari tentang berbagai ciri dan kehidupan tumbuhan.

Jawaban: b

2. Objek kajian ilmu biologi, yaitu ...
 - a. Makhluk hidup yang ada, maupun yang pernah ada di dunia
 - b. Makroorganisme dan mikroorganisme
 - c. Jasad renik
 - d. Makhluk hidup saja

Pembahasan:

Setiap ilmu umumnya membatasi diri pada segi kajian tertentu. Biologi memfokuskan pada objek makhluk hidup yang ada maupun yang pernah ada di dunia ini.

Jawaban: a



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB 2

KEANEKARAGAMAN HAYATI



A. Tingkat Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati (biodiversitas) adalah keanekaragaman organisme yang menunjukkan keseluruhan atau totalitas variasi gen, jenis, dan ekosistem pada suatu daerah. Tingginya tingkat keanekaragaman hayati di permukaan bumi mendorong ilmuwan mencari cara terbaik untuk mempelajarinya, yaitu dengan klasifikasi.

1. Keanekaragaman gen

Gen atau plasma nuftah adalah substansi kimia yang menentukan sifat keturunan yang terdapat di dalam lokus kromosom. Dua individu yang memiliki struktur dan urutan gen yang sama, belum tentu memiliki bentuk yang sama pula karena faktor lingkungan memengaruhi penampakan (fenotipe) atau bentuk.

2. Keanekaragaman jenis

Spesies atau jenis memiliki pengertian, individu yang mempunyai persamaan secara morfologis, anatomis, fisiologis, dan mampu saling kawin dengan sesamanya (inter hibridisasi) yang menghasilkan keturunan yang fertil (subur) untuk melanjutkan generasinya. Keanekaragaman jenis menunjukkan seluruh variasi yang terdapat pada makhluk hidup antarjenis.

3. Keanekaragaman ekosistem

Ekosistem dapat diartikan sebagai hubungan atau interaksi timbal balik antara makhluk hidup yang satu dengan makhluk hidup lainnya, dan juga antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Perbedaan kondisi komponen abiotik (tidak hidup) pada suatu daerah menyebabkan jenis makhluk hidup (biotik) yang dapat beradaptasi dengan lingkungan tersebut berbeda-beda. Akibatnya, permukaan bumi dengan variasi kondisi komponen abiotik yang tinggi akan menghasilkan keanekaragaman ekosistem.

B. Keanekaragaman Hayati Indonesia

1. Keanekaragaman Hayati Indonesia berdasarkan Karakteristik Wilayahnya

Macam-macam tumbuhan khas dan endemik di Indonesia antara lain sebagai berikut:

- Kayu ramin (*Gonystylus bancanus*) terdapat di pulau Sumatera, Kalimantan, dan Maluku.
- Kayu besi (*Euziderozylon zwageri*) terdapat di Jambi, Pulau Sumatera.
- Bunga bangkai (*Rafflesia arnoldii*) terdapat di pulau Jawa, Sumatera, dan Kalimantan.
- Matoa (*Pometia pinnata*) terdapat di daerah Papua.
- Meranti (*Shorea sp.*), keruing (*Dipterocarpus*)

sp.) dan rotan (*Liana sp.*) banyak terdapat di hutan Pulau Kalimantan.

- Durian (*Durio zibethinus*), mangga (*Mangifera indica*), sukun (*Arthocarpus communis*) banyak terdapat di hutan Pulau Jawa, Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi.
- Kayu cendana banyak tumbuh di Nusa Tenggara.
- Sawo kecil (*Manilkara kauki*) terdapat di Pulau Jawa.
- Kepuh (*Sterculia foetida*) terdapat di Pulau Jawa.

Macam-macam hewan khas dan endemik di Indonesia antara lain sebagai berikut:

- Badak bercula satu (*Rhinoceros sondaicus*) berada di Ujung Kulon.
- Komodo (*Varanus komodoensis*) di Pulau Komodo.
- Burung maleo (*Macrocephalon maleo*) di Pulau Sulawesi.
- Tapir (*Tapirus indicus*) ada di Pulau Sumatera.
- Orang utan (*Pongo pygmaeus*) di Pulau Sumatera dan Kalimantan.
- Cendrawasih (*Paradisaea minor*) dan Kasuari (*Casuaris casuaris*) di Papua.
- Macan kumbang (*Panthera pardus*) dan Harimau sumatera (*Panthera tigris sumatrae*) ada di Pulau Jawa dan Sumatera.

- Penyu hijau (*Chelonia mydas*) ada di Pulau Jawa, Bali, dan Sulawesi.
- Jalak bali (*Leucopsar rothschildi*) ada di Pulau Bali.
- Gajah (*Elephas maximus*) terdapat di Sumatera dan Kalimantan.

2. Keanekaragaman Hayati Indonesia berdasarkan Penyebarannya (Biogeografi)

Biogeografi adalah ilmu yang mempelajari penyebaran makhluk hidup tertentu pada lingkungan tertentu di bumi.



Garis Wallace dan garis Webber membagi wilayah Indonesia menjadi tiga bagian

a. Penyebaran hewan (zoogeografi)

Penyebaran hewan di bumi menurut Alfred Russell Wallace dapat dikelompokkan menjadi 6 daerah, yaitu sebagai berikut:

- Palearktik meliputi daerah Asia Utara dan Eropa, hewan yang khas adalah beruang eropa, bison, dan rusa kutub.
- Ethiopia meliputi daerah Afrika, Arab, Madagaskar, hewan yang khas, seperti zebra, jerapah, gajah, dan gorila.
- Oriental meliputi daerah Asia Selatan dan Indonesia bagian barat, hewan yang khas adalah harimau, gajah, tapir, dan kerbau.
- Australia meliputi daerah Australia, Selandia Baru, dan Indonesia bagian timur. Hewan yang khas meliputi hewan yang berkantung, seperti kanguru.
- Neortik meliputi daerah Amerika Utara, hewan yang khas meliputi binatang pengerat besar, yaitu berang-berang.
- Neotropik meliputi daerah Amerika Tengah dan Amerika Selatan, hewan yang khas meliputi kera dan tapir.

b. Penyebaran tumbuhan

Tumbuhan yang menutupi suatu daerah tertentu disebut vegetasi. Penyebaran tumbuhan ditentukan oleh faktor geologis, geografis (seperti ketinggian dan garis lintang), dan curah hujan.

Macam-macam vegetasi dan ciri-cirinya sebagai berikut:

- **Tundra**, memiliki ciri-ciri vegetasi rumput dan lumut kerak (*Lichenes*) dan terdapat

pada daerah Skandinavia, Rusia, Siberia, dan Kanada.

- **Taiga**, memiliki ciri-ciri vegetasi hutan hujan jarum (konifer) dan terdapat pada daerah Skandinavia, Alaska, Kanada, dan Siberia.
- **Hutan meranggas (4 musim)**, memiliki ciri-ciri vegetasi hutan yang hijau pada musim panas dan menggugurkan daunnya pada musim dingin. Terdapat pada daerah iklim sedang, seperti Eropa, sebagian Asia, dan Amerika.
- **Padang rumput**, memiliki ciri-ciri vegetasi tanpa pohon, tumbuhan berupa rumput (*Gramineae*). Terdapat pada daerah Hongaria, Amerika Utara, Argentina, dan Rusia Selatan.
- Vegetasi gurun, memiliki ciri-ciri vegetasi dengan jumlah pohon sangat sedikit yang tumbuh adalah jenis tumbuhan tahan kering (*xerofit*), berbunga, dan berbuah dalam waktu pendek (*efermer*). Terdapat pada daerah gurun Gobi (RRC), gurun Sahara (Afrika Utara), gurun Kalahari (Afrika Selatan).
- **Sabana**, memiliki ciri-ciri vegetasi padang rumput dan pepohonan. Terdapat pada daerah Asia, Australia, dan Indonesia.
- **Hutan hujan tropis**, memiliki ciri-ciri vegetasi tumbuhan hijau sepanjang tahun, pohon-pohon tinggi, jenisnya sangat banyak, terdapat tumbuhan yang menempel (*epifit*),

dan tumbuhan yang memanjat pohon lain (*liana*). Terdapat pada daerah Asia, Afrika, Indonesia, dan Amerika Selatan.

- **Hutan bakau**, memiliki ciri-ciri vegetasi yang memiliki akar napas karena tanah dan airnya miskin oksigen, contohnya pohon bakau (*Rhizophora*), kayu api (*Avicennia*), dan *Sonneratia* jenis tumbuhan tahan kering (*xerofit*). Terdapat di daerah tropik dan subtropik pada zona pasang surut di tempat landai pada pantai.
- **Hutan lumut**, memiliki ciri-ciri vegetasi tumbuhan lumut dan terdapat di daerah pegunungan.

3. Keanekaragaman Hayati Indonesia berdasarkan Ekosistem Perairannya

Macam-macam lingkungan perairan (akuatik) akan membentuk ekosistem, antara lain ekosistem air tawar dan ekosistem air laut.

a. Ekosistem Air Tawar

Berdasarkan intensitas cahaya yang diterima, maka habitat ekosistem air tawar dapat dibagi menjadi 3 zona, yaitu sebagai berikut:

- **Litoral** adalah daerah dengan intensitas cahaya matahari yang mencapai dasar.
- **Limnetik** adalah daerah terbuka yang intensitas cahaya mataharinya dapat mencapai dasar.

- **Profundal** adalah daerah dasar yang dalam, sehingga cahaya matahari tidak dapat mencapainya.

b. Ekosistem Air Laut

Adanya hempasan gelombang air laut, maka di daerah pasang surut yang merupakan perbatasan darat dan laut terbentuk gundukan pasir, dan jika menuju ke darat terdapat hutan pantai yang terbagi menjadi beberapa wilayah, yaitu sebagai berikut:

- **Formasi pescaprae**, didominasi tumbuhan *Vigna*, *Spinifex litorus*, *Ipomoea pescaprae*, *Pandanus tectorius*.
- **Formasi baringtonia**, tumbuhan yang khas, misalkan: *Hibiscus tilliaceus*, *Terminalia catapa*, *Erythrina sp.*
- **Hutan bakau**, tumbuhan yang khas adalah *Rhizophora* (bakau) dan *Acanthus*.

Ciri-ciri lingkungan ekosistem air laut adalah sebagai berikut:

- Salinitas tinggi terutama di daerah tropis, sedangkan di daerah dingin cukup rendah.
- Ekosistem laut tidak dipengaruhi oleh iklim dan cuaca.
- Arus laut yang selalu berputar timbul karena perbedaan temperatur dan perputaran bumi.
- Di daerah tropis, seperti di Indonesia, air permukaan laut mempunyai suhu lebih

tinggi dengan suhu air di bagian bawahnya, sehingga air permukaan tidak dapat bercampur dengan air di lapisan bawah. Batas antara lapisan tersebut dinamakan batas termoklin.

Secara fisik habitat air laut terbagi atas 4 zona, sebagai berikut:

- 1) **Litoral**, yaitu yang berbatasan dengan darat.
- 2) **Netrik**, yaitu kedalaman sampai 200 meter.
- 3) **Batial**, yaitu kedalaman 200 meter hingga 2000 meter.
- 4) **Abisal**, yaitu kedalaman 2000 meter lebih.

C. Nilai-Nilai Keanekaragaman Hayati Khas Indonesia

Manfaat yang diperoleh dalam mempelajari keanekaragaman hayati, antara lain:

- Mengetahui manfaat setiap jenis organisme.
- Mengetahui adanya saling ketergantungan di antara organisme satu dengan lainnya.
- Memahami ciri-ciri dan sifat setiap organisme.
- Memahami adanya hubungan kekerabatan antarorganisme.
- Memahami manfaat keanekaragaman hayati dalam mendukung kelangsungan hidup manusia.

Ada beberapa nilai manfaat keanekaragaman hayati bagi manusia, di antaranya adalah nilai

biologi, nilai pendidikan, nilai estetika dan budaya, nilai ekologi, serta nilai religius.

D. Pengaruh Kegiatan Manusia terhadap Biodiversitas

- Pembukaan hutan.
- Eksploitasi sumber daya alam hayati yang berlebihan.
- Pencemaran lingkungan.
- Budidaya monokultur dan dampak negatif rekayasa genetik.

E. Pelestarian Keanekaragaman Hayati di Indonesia

Ada dua cara pelestarian keanekaragaman hayati di Indonesia, yaitu pelestarian *In situ* dan *Ek situ*.

1. **Pelestarian In situ**, yaitu suatu upaya pelestarian sumber daya alam hayati di habitat atau tempat aslinya. Contohnya sebagai berikut:
 - Suaka margasatwa untuk komodo di Taman Nasional Komodo, Pulau Komodo.
 - Suaka margasatwa untuk badak bercula satu di Taman Nasional Ujung Kulon, Jawa Barat.
 - Pelestarian bunga Rafflesia di Taman Nasional Bengkulu.
 - Pelestarian terumbu karang di Bunaken.

2. **Pelestarian *ek situ***, yaitu suatu upaya pelestarian yang dilakukan dengan memindahkan ke tempat lain yang lebih cocok bagi perkembangan kehidupannya. Contohnya sebagai berikut:
- Kebun raya dan kebun koleksi untuk menyeleksi berbagai tumbuhan langka dalam rangka melestarikan plasma nut-fah.
 - Penangkaran jalak bali di kebun binatang Wonokromo.

F. Sistem Klasifikasi

a. Sistem buatan

Sistem klasifikasi buatan mengutamakan tujuan praktis dalam ikhtisar dunia makhluk hidup. Dasar klasifikasi adalah ciri morfologi, alat reproduksi, habitat dan penampakan makhluk hidup (bentuk dan ukurannya).

b. Sistem alami

Klasifikasi ini didasarkan pada sistem alami, artinya suatu pengelompokan yang didasarkan pada ciri morfologi/bentuk tubuh alami, sehingga terbentuk takson-takson yang alami, misalnya hewan berkaki empat, hewan bersirip, hewan tidak berkaki, dan sebagainya.

c. Sistem filogenik

Sistem klasifikasi ini didasarkan pada jauh dekatnya hubungan kekerabatan antara takson yang satu dan yang lainnya sekaligus mencerminkan perkembangan makhluk hidup (filogenik).

G. Tujuan dan Manfaat Klasifikasi

Klasifikasi dapat berfungsi sebagai alat untuk mempelajari keanekaragaman hayati.

Tujuan klasifikasi:

- Menyederhanakan objek studi agar mudah dipelajari.
- Mendeskripsikan ciri-ciri makhluk hidup untuk membedakan tiap-tiap jenis; sistem klasifikasi makhluk hidup.
- Mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan persamaan ciri-cirinya.
- Mengetahui hubungan kekerabatan dan sejarah evolusinya.

Manfaat klasifikasi:

- Pengklasifikasian melalui pengelompokan dapat memudahkan dalam mempelajari organisme yang beraneka ragam.
- Klasifikasi dapat digunakan untuk melihat hubungan tingkat kekerabatan antara organisme satu dengan lainnya.

H. Takson dalam Sistem Klasifikasi

Urutan takson mulai dari yang terbesar sampai terkecil:

Dunia	= Regnum
Anak dunia	= Subregnum
Divisi	= Divisio
Anak divisi	= Subdivisio
Kelas	= Classis
Anak kelas	= Subclassis
Bangsa	= Ordo
Anak bangsa	= Subordo
Suku	= Familia
Anak suku	= Subfamilia
Rumpun	= Tribus
Anak rumpun	= Subtribus
Marga	= Genus
Anak marga	= Subgenus
Seksi	= Sectio
Anak seksi	= Subsectio
Seri	= Series
Anak seri	= Subseries
Jenis	= Species
Anak jenis	= Subspecies
Varietas	= Varietas
Anak Varietas	= Subvarietas
Bentuk	= Forma
Anak bentuk	= Subforma
Individu	= Individuum

Sistem Tata Nama Ganda

a. Untuk menulis nama Spesies

Untuk menulis nama spesies (jenis), aturannya sebagai berikut:

- Terdiri dari dua kata, dalam bahasa latin.
- Kata pertama menunjukkan nama genus dan kata kedua merupakan penunjuk spesies.
- Cara penulisan kata pertama diawali dengan huruf besar, sedangkan nama penunjuk spesies dengan huruf kecil.
- Apabila ditulis dengan cetak tegak, maka harus digaris bawah secara terpisah antarkata, sedangkan jika ditulis dengan cetak miring maka tidak digarisbawahi. Contohnya: nama jenis tumbuhan *Oryza sativa* atau dapat juga ditulis Oryza sativa (padi) dan *Zea mays* dapat juga ditulis Zea mays (jagung).
- Apabila nama spesies tumbuhan terdiri lebih dari dua kata, maka kata kedua dan seterusnya harus disatukan atau ditulis dengan tanda penghubung. Misalnya, nama bunga sepatu, yaitu *Hibiscus rosasinensis* ditulis *Hibiscus rosa-sinensis*. Sedangkan jenis hewan yang terdiri atas tiga suku kata seperti *Felis maniculata domestica* (kucing jinak) tidak dirangkai dengan tanda penghubung. Penulisan untuk varietas ditulis seperti berikut ini, yaitu *Hibiscus sabdarifa varalba* (rosela varietas putih).

- Apabila nama jenis tersebut untuk mengenang jasa orang yang menemukannya, maka nama penemu dapat dicantumkan pada kata kedua dengan menambah huruf (i) di belakangnya. Contohnya antara lain tanaman pinus yang ditemukan oleh Merkus, nama tanaman tersebut menjadi *Pinus merkusii*.

b. Untuk menulis Genus (marga)

Nama genus tumbuhan maupun hewan terdiri atas satu kata tunggal. Huruf pertamanya ditulis dengan huruf besar, contoh genus pada tumbuhan, yaitu *Solanum*/(terung-terungan).

c. Untuk menulis nama Familia (suku)

Nama familia diambil dari nama genus organisme bersangkutan ditambah akhiran *-aceae* untuk organisme tumbuhan, sedangkan untuk hewan diberi akhiran *-idea*. Contoh nama familia untuk terung-terungan adalah *Solanaceae*, sedangkan contoh untuk familia anjing adalah *Canidae*.

d. Untuk menulis nama Ordo (bangsa)

Nama ordo diambil dari nama genus ditambah akhiran *-ales*, contoh ordo *Zingiberales* berasal dari genus *Zingiber* + akhiran *-ales*.

e. Untuk menulis nama *Classis* (kelas)

Nama *classis* diambil dari nama genus ditambah dengan akhiran *-nae*, contoh untuk genus *Equisetum*, maka *classis*-nya menjadi *Equisetinae*. Ataupun juga dapat diambil dari ciri khas organisme tersebut, misal *Chlorophyta* (ganggang hijau), *Mycotina* (jamur).

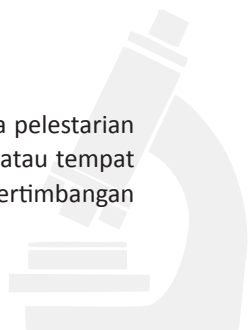
Latihan Soal



1. Yang bukan merupakan contoh pelestarian *in situ* adalah ...
 - a. Suaka margasatwa untuk komodo di Taman Nasional Komodo, Pulau Komodo.
 - b. Suaka margasatwa untuk badak bercula satu di Taman Nasional Ujung Kulon, Jawa Barat.
 - c. Pelestarian bunga *Rafflesia* di Taman Nasional Bengkulu.
 - d. Penangkaran jalak bali di kebun binatang Wonokromo.

Pembahasan:

Pelestarian *in situ*, yaitu suatu upaya pelestarian sumber daya alam hayati di habitat atau tempat aslinya. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan



karakteristik tumbuhan atau hewan tertentu sangat membahayakan kelestariannya apabila dipindahkan ke tempat lainnya. Penangkaran jalak bali di Wonokromo merupakan pelestarian *ek situ*, karena memindahkan habitat makhluk hidup tersebut ke tempat lain.

Jawaban: d

2. Urutan takson dalam klasifikasi hewan dari takson yang terkecil hingga ke takson yang terbesar adalah
- a. Spesies-genus-familia-ordo-classis-phyllum
 - b. Spesies-ordo-genus-familia-classis-phyllum
 - c. Spesies-familia-genus-ordo-classis-phyllum
 - d. Classis-phyllum-ordo-familia-genus-spesies

Pembahasan:

Urutan takson hewan dari yang terkecil, yaitu spesies-genus-familia-ordo-classis-phyllum-kingdom-domain.

Jawaban: a



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB 3

VIRUS



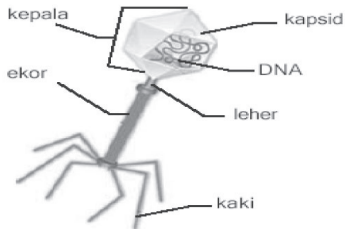
A. Ciri-ciri Virus

1. Virus hanya dapat hidup pada sel hidup atau bersifat parasit intraseluler obligat.
2. Virus memiliki ukuran yang paling kecil dibandingkan kelompok taksonomi lainnya.
3. Nama virus tergantung dari asam nukleat yang menyusun genomnya (materi atau partikel genetik), sehingga terdapat virus DNA dan juga virus RNA.
4. Virus tidak memiliki enzim metabolisme dan tidak memiliki ribosom ataupun perangkat/organel sel lainnya, namun beberapa virus memiliki enzim untuk proses replikasi dan transkripsi dengan melakukan kombinasi dengan enzim sel inang.
5. Setiap tipe virus hanya dapat menginfeksi beberapa jenis inang tertentu.
6. Virus tidak dikategorikan sel karena hanya berisi partikel penginfeksi yang terdiri dari asam nukleat yang terbungkus di dalam lapisan pelindung, pada beberapa kasus asam nukleatnya terdapat di dalam selubung membran.
7. Genom virus lebih beragam dari genom konvensional

B. Struktur Virus

1. Kapsid

Kapsid merupakan lapisan pembungkus DNA atau RNA, kapsid dapat berbentuk heliks (batang). Kapsid yang paling kompleks ditemukan pada virus Bakteriofaga (faga).



Gambar
Struktur Bakteriofaga

2. Kapsomer

Kapsomer adalah beberapa subunit protein dengan jumlah jenis protein yang biasanya sedikit, kapsomer akan bergabung membentuk kapsid.

3. Struktur tambahan lainnya

Struktur tambahan lainnya, yaitu selubung virus yang menyelubungi kapsid dan berfungsi untuk menginfeksi inangnya. Tidak semua virus memiliki struktur tambahan ini, ada beberapa yang memilikinya, misalnya virus influenza.

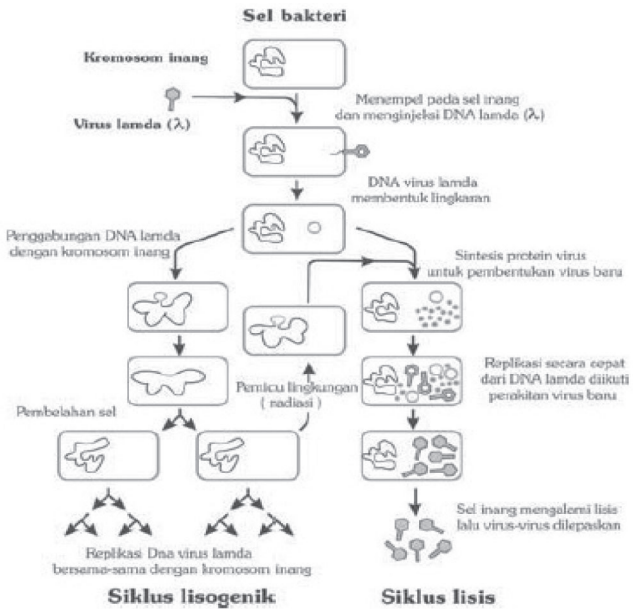
C. Perkembangbiakan Virus

1. Siklus lisis

Siklus lisis adalah siklus reproduksi atau replikasi genom virus yang pada akhirnya menyebabkan kematian sel inang.

2. Siklus lisogenik

Siklus lisogenik merupakan siklus replikasi genom virus tanpa menghancurkan sel inang.



D. Bahaya Virus bagi Kehidupan

1. Mutasi dari virus-virus yang telah ada.
2. Penyebaran virus-virus yang sudah ada dari satu spesies inang ke spesies inang lainnya.
3. Penyebaran atau diseminasi penyakit virus dari satu populasi terisolasi yang berukuran kecil dapat menyebabkan epidemik yang luas. Contoh: AIDS.

E. Manfaat Virus bagi Kehidupan

1. Anti bakterial.
2. Pembuatan insulin.
3. Pembuatan vaksin.

F. Penyakit yang Disebabkan Virus

1. Penyakit pada tanaman

a. Mozaik

Disebut mozaik karena pada tanaman yang terinfeksi (tomat, labu, dan tembakau) menunjukkan bercak-bercak pada daunnya atau buahnya.

b. Burik kuning

Burik kuning menyerang pada tanaman padi dan aster melalui plasmodesmata, sehingga menyebar ke seluruh tubuh tanaman.

c. Kerdil

Tanaman yang terserang virus tungro, pertumbuhannya akan terhambat, sehingga tampak kerdil.

2. Penyakit pada hewan

- a. Polyoma penyebab tumor
- b. Newcastle Disease (ND), menyerang sistem saraf pada ternak unggas, misal ayam. ND umumnya disebut dengan tetelo.
- c. Rabies yang dapat menyerang pada anjing, kucing, rakun, serta monyet.
- d. Adenovirus penyebab penyakit saluran pernapasan, beberapa menyebabkan tumor pada hewan tertentu.

3. Penyakit pada manusia

a. AIDS

HIV merupakan virus yang menyebabkan AIDS (*Acquired Immune Deficiency Syndrome*), suatu penyakit yang menyerang sistem kekebalan tubuh.

b. Hepatitis B

Hepatitis B, virus ini berkembang di dalam jaringan hati, sehingga dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan sel-sel hati.

c. Demam Berdarah Dengue (DBD)

Dengue yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*.

d. Influenza

Influenza disebabkan oleh infeksi virus *Orthoneovirus*, ditularkan lewat udara dan masuk ke alat-alat pernapasan.

e. SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome)

Disebabkan oleh virus baru yang bermutasi dari virus Corona. Virus ini menyerang sistem pernapasan.

f. Polio

Virus polio memiliki capsid dengan bentuk isokahendral, virionnya tidak berselubung, sferis, dan berukuran 20-30 nm, termasuk RNA virus. Manusia merupakan satu-satunya inang alami virus polio. Virus ini menyerang sel-sel yang membatasi saluran pencernaan dan sel-sel susunan saraf pusat, masuk ke dalam tubuh melalui makanan, minuman, atau pernapasan.

g. Smallpox (cacar)

Virus cacar (virus variola, smallpox virus) merupakan virus DNA dengan ukuran 250 - 400 nm.



Latihan Soal

1. HIV sebagai penyebab AIDS akan mengakibatkan orang yang terinfeksi mengalami
 - a. Peningkatan leukosit
 - b. Kerusakan hati dan limpa
 - c. Peningkatan trombosit
 - d. Lemahnya sistem kekebalan

Pembahasan:

HIV merupakan virus yang menyebabkan AIDS (*Acquired Immune Deficiency Syndrome*), suatu penyakit yang menyerang sistem kekebalan tubuh.

Jawaban: d

2. Penyakit pada sapi yang disebabkan oleh virus adalah penyakit
 - a. Antraks
 - b. Tungro
 - c. Kulit dan kuku
 - d. SARS

Pembahasan:

Penyakit yang disebabkan oleh virus yang biasanya menyerang hewan ternak, seperti

sapi dan kerbau adalah penyakit kuku dan kulit. Penyakit ini menyebabkan hewan tersebut tidak mau makan dan lumpuh.

Jawaban: c



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB 4

MONERA



Monera adalah makhluk hidup dengan sel prokariotik tunggal, yaitu suatu sel yang tidak mengandung nukleus atau organel yang terikat membran. Bakteri dan *Cyanobacteria* (ganggang biru) adalah Monera.

A. Bakteri

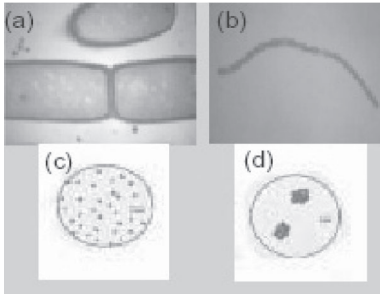
1. Ciri-ciri Bakteri

- Merupakan makhluk hidup bersel satu yang berukuran sangat kecil dan mempunyai bentuk yang beraneka ragam.
- Bakteri dapat berbentuk batang, spiral, atau bola.
- Bakteri tidak mengandung klorofil, sehingga tidak dapat membuat makanan sendiri.
- Berdasarkan sumber zat makanannya, bakteri dibagi menjadi bakteri autotrof dan heterotrof. Bakteri heterotrof terbagi menjadi bakteri saprofit dan parasit.
- Berdasarkan kebutuhan oksigennya, bakteri dapat dibedakan menjadi bakteri aerob dan anaerob.

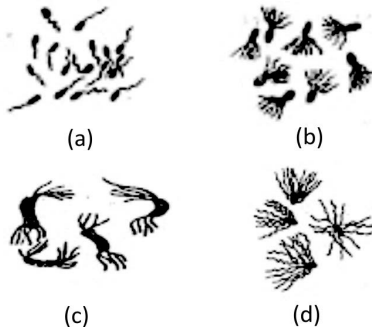
2. Struktur Tubuh Bakteri

- Tubuh bakteri berupa sel tunggal, dinding selnya tersusun dari hemiselulosa dan senyawa semacam pektin yang lebih mendekati pada sel hewan.

- Dinding sel dilapisi selaput mirip gelatin yang menyebabkan dinding sel berlendir.
- Isi sel berupa protoplas dengan membran plasma dan sitoplasma. Di dalam sitoplasma tersebar butiran-butiran nukleotida yang mengandung DNA, belum terdapat inti dengan membran inti seperti sel pada umumnya.



Bentuk-bentuk bakteri: (a) *Diplococcus bacillus*; (b) *Spirillum*; (c) *Staphylococcus*; (d) *Sarcina ventriculi*.



Jenis-jenis bakteri berdasarkan jumlah flagel: (a) monorik; (b) lofotrik; (c) subpolar; (d) peritrik.

3. Reproduksi Bakteri

- Bakteri dapat berkembang biak secara asexual dengan membelah diri pada lingkungan yang tepat atau sesuai. Proses pembelahan diri pada bakteri terjadi secara biner melintang. Pembelahan biner melintang adalah pembelahan yang diawali dengan terbentuknya dinding melintang yang memisahkan satu sel bakteri menjadi dua sel anak.
- Perkembangbiakan paraseksual bakteri dapat terjadi dengan tiga cara, yaitu transformasi, konjugasi, dan transduksi.
 - a. Transformasi adalah pemindahan potongan materi genetik atau DNA dari luar ke sel bakteri penerima.
 - b. Konjugasi adalah penggabungan antara DNA pemberi dan DNA penerima melalui kontak langsung. Jadi, untuk memasukkan DNA dari sel pemberi ke sel penerima, harus terjadi hubungan langsung.
 - c. Transduksi adalah pemindahan DNA dari sel pemberi ke sel penerima dengan perantaraan virus.

4. Macam-macam Bakteri

a. Berdasarkan Cara Memperoleh Makanannya

1) Bakteri Heterotrof

- Bakteri yang hidup dan memperoleh makanan dari lingkungannya karena tidak dapat membuat makanan sendiri.

- Dapat hidup secara saprofit dan parasit.
- Bakteri saprofit adalah bakteri yang hidup pada jasad yang sudah mati. Misalnya pada sampah, bangkai, atau kotoran.
- Bakteri parasit adalah bakteri yang hidup menumpang pada makhluk hidup lain. Bakteri ini biasanya bersifat merugikan makhluk hidup yang ditumpanginya karena dapat menimbulkan penyakit.

2) Bakteri Autotrof

- Bakteri yang dapat membuat makanannya sendiri. Berdasarkan asal energi yang digunakan, bakteri autotrof dapat dibedakan menjadi dua, yaitu bakteri yang bersifat kemoautotrof dan bakteri yang bersifat fotoautotrof.
- Bakteri kemoautotrof adalah bakteri yang membuat makanannya dengan bantuan energi yang berasal dari reaksi-reaksi kimia, misalnya, proses oksidasi senyawa tertentu.
- Bakteri fotoautotrof adalah bakteri yang membuat makanannya dengan bantuan energi yang berasal dari cahaya matahari. Bakteri ini adalah bakteri yang mengandung zat warna hijau, sehingga dapat melakukan fotosintesis, seperti tumbuhan hijau.

b. Berdasarkan Kebutuhan Oksigennya

Berdasarkan kebutuhan oksigennya, bakteri dapat dibedakan menjadi bakteri aerob dan bakteri anaerob.

1) Bakteri Aerob

Bakteri aerob adalah bakteri yang hidupnya memerlukan oksigen bebas.

2) Bakteri Anaerob

- Bakteri anaerob adalah bakteri yang dapat hidup tanpa oksigen bebas, misalnya: bakteri asam susu, bakteri *Lactobacillus bulgaricus*, dan *Clostridium tetani*.
- Jika bakteri tersebut dapat hidup tanpa kebutuhan oksigen secara mutlak atau dapat hidup tanpa adanya oksigen, bakteri itu disebut bakteri anaerob fakultatif.

5. Peran Bakteri bagi Kehidupan Manusia

a. Bakteri yang Menguntungkan

Bakteri yang menguntungkan bagi kehidupan manusia, antara lain sebagai berikut:

- *Rhizobium* bersimbiosis pada akar leguminosarum untuk mengikat nitrogen.
- *Azotobacter* hidup di dalam tanah dan dapat mengikat nitrogen, sehingga dapat menyuburkan tanah.
- *E. coli* membantu pembusukan makanan di dalam usus besar dan penghasil vitamin K yang membantu pembekuan darah.

- *Lactobacillus sp.* dimanfaatkan untuk proses pembuatan susu yoghurt dan susu keju.
- *Acetobacter xylium* dimanfaatkan untuk pembuatan *nata de coco*.
- *Acetobacter* dimanfaatkan untuk mengubah air cuka menjadi alkohol dan alkohol menjadi asam cuka.
- Bakteri saprofit anaerob dimanfaatkan untuk pembuatan gas bio atau biogas.
- *Streptococcus griceus* dimanfaatkan untuk penghasil antibiotik streptomisin, sehingga banyak dimanfaatkan dalam industri obat-obatan.

b. Bakteri yang Merugikan

Bakteri yang merugikan bagi kehidupan manusia, antara lain, sebagai berikut:

- *Salmonella typhosa* penyebab penyakit tifus
- *Shigella dysenteriae* penyebab penyakit disentri
- *Neisseria meningitidis* penyebab penyakit meningitis
- *Neisseria gonorrhoeae* penyebab penyakit kencing nanah
- *Mycobacterium tuberculosis* penyebab penyakit tuberkulosis
- *Mycobacterium leprae* penyebab penyakit lepra

6. Sterilisasi

Sterilisasi adalah pembebasan alat dan bahan makanan dari bakteri dan mikroorganisme atau pencucian alat dan bahan makanan dari hama.

B. Ganggang Biru (*Cyanobacteria*)

1. Ciri-ciri Ganggang Biru

- Ada yang bersel satu dan ada yang berkoloni bersel banyak membentuk untaian beberapa sel dengan struktur tubuh yang masih sederhana, berwarna biru kehijauan.
- Mengandung klorofil a (autotrof) dan pigmen biru (fikosianin).

2. Cara Reproduksi Ganggang Biru

- Berkembang biak dengan pembelahan sel.
- Selain dengan pembelahan sel, ganggang biru juga dapat berkembang biak dengan cara fragmentasi dan pembentukan spora khusus yang disebut akinet.
- Fragmentasi merupakan cara berkembang biak dengan jalan memutuskan salah satu bagian tubuh ganggang dan membentuk fragmen-fragmen.
- Pembelahan sel terjadi pada ganggang biru bersel tunggal, sedangkan fragmentasi terjadi pada ganggang biru yang berbentuk filamen.

3. Peranan Ganggang Biru bagi Manusia

- Contoh ganggang biru yang menguntungkan, antara lain, *gloeocapsa*, *nostoc*, dan *anabaena* yang dapat menangkap nitrogen di udara.
- Contoh ganggang biru yang merugikan adalah *anabaena flosaquae* dan *microcystis* yang menyebabkan kematian makhluk hidup dalam air. Ganggang biru yang menempel pada tembok atau batu dapat menyebabkan pelapukan.

Latihan Soal

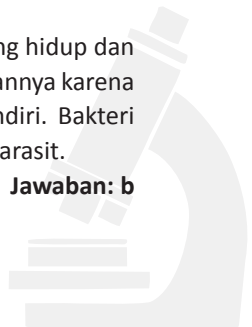


1. Makhluk hidup yang tidak dapat membuat makanan sendiri, sehingga bahan makanan diperoleh dari makhluk hidup lain atau lingkungannya adalah
 - a. Autotrof
 - b. Heterotrof
 - c. Aerob
 - d. Anaerob

Pembahasan:

Bakteri heterotrof adalah bakteri yang hidup dan memperoleh makanan dari lingkungannya karena tidak dapat membuat makanan sendiri. Bakteri ini dapat hidup secara saprofit dan parasit.

Jawaban: b



2. Cara reproduksi yang tidak dilakukan oleh ganggang biru adalah
- Fragmentasi
 - Membentuk spora
 - Pembentukan kuncup
 - Pembelahan sel

Pembahasan:

Seperti halnya bakteri, ganggang biru juga berkembang biak dengan pembelahan sel. Selain dengan pembelahan sel, ganggang biru juga dapat berkembang biak dengan cara fragmentasi dan pembentukan spora khusus yang disebut akinet. Ganggang biru juga berkembang biak secara seksual.

Jawaban: c



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB 5

PROTISTA



Pengertian Protista

- Makhluk hidup bersel satu atau bersel banyak dan telah memiliki membran inti (selnya bersifat eukariot).
- Bukan merupakan hewan ataupun tumbuhan, tetapi hanya mempunyai sifat yang menyerupai hewan, menyerupai tumbuhan, ataupun menyerupai jamur.
- Biasanya ditemukan di dalam air, dapat berupa plankton yang melayang-layang di dalam air atau melekat di dasar sungai, laut, atau danau.

1. Protista yang Menyerupai Tumbuhan

Protista dikatakan menyerupai tumbuhan karena ia bersifat autotrof, memiliki klorofil, dan dengan bantuan cahaya matahari mampu melakukan fotosintesis.

2. Protista yang Menyerupai Hewan

Dikatakan menyerupai hewan karena Protista ini bersifat heterotrof. Protista ini dapat memasukkan makanan dengan cara menelan melalui mulut pada membran selnya. Protista ini tidak dapat membuat makanan sendiri karena tidak mengandung klorofil.

3. Protista yang Menyerupai Jamur

Protista ini melakukan pencernaan makanan di luar sel, kemudian terjadi penyerapan sari-sari makanan hasil pencernaan makanan oleh tubuh.

A. Protista Menyerupai Tumbuhan (Ganggang atau *Algae*)

- Adalah Protista yang menyerupai tumbuhan, berwarna hijau, dan berbentuk seperti benang-benang halus.
- Reproduksi ganggang dapat dilakukan secara seksual dan aseksual. Secara seksual dilakukan dengan cara isogami dan oogami.
- Isogami terjadi jika antara sel betina dan sel kelamin jantan mempunyai ukuran yang sama dan sulit dibedakan.
- Oogami terjadi jika antara sel kelamin jantan dan sel kelamin betina mempunyai bentuk dan ukuran yang berbeda dan mudah dibedakan. Dari peleburan dua sel kelamin tersebut, akan terjadi pembuahan yang menghasilkan zigot. Zigot akan terus berkembang menjadi individu baru.

1. Filum Euglenophyta

Euglenophyta merupakan ganggang bersel satu. *Euglena* biasa hidup di air tawar, misalnya air kolam, sawah, sungai, atau parit.

a. Ciri-ciri *Euglena*

Euglena mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- Berwarna hijau karena mengandung klorofil.
- Sel berbentuk oval memanjang.
- Di salah satu ujungnya terdapat mulut sel.
- Dari mulutnya muncul satu flagela (cambuk) yang berfungsi sebagai alat gerak.

- Mempunyai bintik mata yang terletak di dekat mulut sel yang berfungsi untuk membedakan antara gelap dan terang.

b. Cara Euglena Memperoleh Makanan

Sebagai organisme yang menyerupai tumbuhan, Euglena dapat membuat makanan sendiri dengan melakukan fotosintesis.

c. Cara Euglena Bereproduksi

Reproduksi Euglena dilakukan dengan membelah diri. Dari pembelahan ini akan dihasilkan dua sel anak.

2. Filum Ganggang Hijau (Chlorophyta)

- Ganggang yang mengandung klorofil dan karotena berwarna kuning, sehingga warnanya menjadi hijau kekuningan.
- Hidup di air tawar, seperti air kolam, air danau, ataupun air sungai.

a. Ciri-ciri Chlorophyta

Ganggang hijau (Chlorophyta) mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- Berwarna hijau. Sel mengandung kloroplas yang berisi klorofil a, b, karotena, dan xantofil.
- Hidup melayang-layang di air tawar atau air laut.
- Merupakan makhluk hidup bersel satu yang berbentuk benang, lembaran, dan berkoloni.

- Tubuhnya mengandung klorofil dan memiliki dinding sel.
- Cadangan makanan disimpan di suatu rongga yang berbentuk bulat. Rongga ini terletak di dekat kloroplas yang disebut pirenoid.

b. Cara Mendapatkan Makanan

Ganggang hijau mengandung klorofil dan dapat melakukan fotosintesis untuk mendapatkan makanannya.

c. Cara Chlorophyta Bereproduksi

- Reproduksi seksual dilakukan dengan cara peleburan sel kelamin jantan dan betina serta ada juga yang secara konjugasi.
- Reproduksi secara aseksual dilakukan tanpa adanya peleburan sel jantan dan betina, tetapi dilakukan dengan pembelahan biner (ganggang bersel satu), fragmentasi (ganggang berbentuk benang dan berkoloni), serta pembentukan zoospora (spora kembara).

3. Filum Ganggang Cokelat (Phaeophyta)

- Selain mengandung klorofil juga memiliki zat warna cokelat (fukosantin).
- Ganggang ini hidup di air laut.
- Berkembang biak secara aseksual dengan fragmentasi.
- Secara seksual dilakukan dengan cara pembentukan konseptakel jantan yang

mengandung anteridium penghasil spermatozoid dan konseptakel betina yang mengandung oogonium penghasil ovum.

4. Filum Ganggang Pirang atau Keemasan (Chrysophyta)

- Ada yang berwarna kuning kecokelatan, hijau kekuningan, dan kuning keemasan (diatom).
- Reproduksi aseksual dilakukan dengan membentuk zoospora.
- Secara seksual dengan peleburan sperma dan ovum yang menghasilkan zigot.

5. Filum Ganggang Merah (Rhodophyta)

- Merupakan makhluk hidup bersel banyak.
- Berwarna merah tua karena selain mengandung klorofil, juga mengandung zat warna merah (fikoeritrin).
- Hidup di laut, memiliki bentuk seperti rumput, maka sering disebut rumput laut (*sea weed*) dan bersel banyak (berbentuk seperti lembaran).
- Berkembang biak secara seksual dengan peleburan sperma dan ovum yang menghasilkan zigot.

6. Filum Ganggang Api (Pyrrhophyta)

- Sering disebut dengan dinoflagelata.
- Sebagian besar hidup di laut dan ada juga yang hidup di air tawar dan berkembang biak dengan cara membelah diri.

Manfaat ganggang bagi kehidupan manusia adalah sebagai berikut:

- a. Ganggang hijau merupakan sumber fitoplankton yang digunakan sebagai pakan ikan dan hewan air lainnya.
- b. Ganggang coklat (*Macrocystis pyrifera*) mengandung yodium yang mengandung Na, P, N, dan Ca yang dapat dimanfaatkan sebagai suplemen untuk hewan ternak. Selain itu, ganggang coklat yang mengandung asam alginat dapat dimanfaatkan sebagai pengental produk makanan, industri, dan alat-alat kecantikan
- c. Ganggang merah dapat dimanfaatkan untuk makanan suplemen kesehatan (*Porphyra*), sumber makanan (*Rhodymenia palmata*), dan pembuatan agar (*Gellidium*).
- d. Dinding sel diatom mengandung zat kersik sehingga ganggang keemasan sering disebut juga ganggang kersik. Zat kersik ini sangat berguna bagi industri, seperti bahan penggosok, penyaring, industri kaca, dan bahan isolasi.

B. Protista yang Menyerupai Hewan (Protozoa)

- Merupakan makhluk hidup yang menyerupai hewan.
- Protozoa hidup di air tawar (selokan, parit, sungai, dan waduk), air laut, permukaan

tanah yang lembap, rendaman jerami, dan di dalam tubuh makhluk hidup lain atau di dalam jasad yang mati.

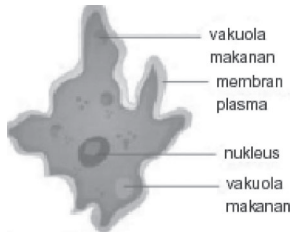
- Dapat berkembang biak dengan cara aseksual dan seksual, secara aseksual dilakukan dengan membelah diri dan secara seksual dengan konjugasi.

1. Rhizopoda atau Sarcodina (Berkaki Semu)

- Rhizopoda adalah protozoa yang mempunyai alat gerak berupa kaki semu (pseudopodia).
- Salah satu contoh *rhizopoda* adalah *amoeba* *sp.*

Amoeba

- Bentuk tubuh amoeba dapat berubah-ubah.
- Bersel satu dan hidup bebas di tempat-tempat yang becek, berair, dan mengandung makanan.
- Dengan kaki semunya, amoeba dapat menangkap dan mengambil makanan.
- Amoeba dapat berkembang biak dengan pembelahan biner tanpa melalui tahap-tahap mitosis.



Gambar Amoeba

2. Kelompok Flagellata atau Mastigophora (Bercambuk)

- Adalah protozoa yang mempunyai alat gerak berupa bulu cambuk (*flagela*).
- Flagellata dapat hidup bebas di dalam air atau sebagai parasit pada makhluk hidup lain.

3. Kelompok Ciliata (Berambut Getar)

- Adalah protozoa yang mempunyai alat gerak berupa rambut getar (*cilia*).
- Rambut getar ini adalah bulu-bulu halus yang melekat pada membran sel.
- Dengan menggunakan rambut getar, makhluk hidup dapat bergerak bebas ke segala arah di dalam air.

Paramecium caudatum

- Adalah ciliata yang hidup bebas.
- Bentuk selnya seperti sandal, ukuran kira-kira 250 mikron, mempunyai *sitostom* (celah mulut) pada membran plasma, dan selnya diselubungi oleh pelikel.
- Dapat berkembang biak secara aseksual dengan membelah diri menjadi dua anak sel (pembelahan biner) dan secara seksual dengan konjugasi.



Gambar *Paramecium*

4. Kelompok Sporozoa (Penghasil Spora)

- Tidak memiliki alat gerak.
- Hidup sebagai parasit pada makhluk hidup lain.
- Contoh makhluk hidup yang termasuk dalam sporozoa adalah *plasmodium malariae* dan *plasmodium vivax*.
- Plasmodium berkembang biak secara aseksual dengan pembentukan spora terjadi di dalam tubuh manusia dan berkembang biak secara seksual dengan pembentukan gamet.

C. Protista Menyerupai Jamur

Protista yang menyerupai jamur ini mempunyai struktur tubuh dan cara reproduksi yang tidak sama dengan kelompok fungi.

1. Filum Jamur Air (Oomycota)

Jamur ini memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Dinding sel berupa selulosa.
- Mempunyai banyak inti yang terdapat dalam benang-benang hifa yang tidak bersekat.
- Berkembang biak secara aseksual dengan pembentukan zoospora. Zoospora ini dilengkapi dengan alat berenang berupa dua buah flagel.

2. Filum Jamur Lendir (Mycomycota)

Ciri-ciri jamur lendir adalah sebagai berikut:

- Bentuk tubuh seperti lendir (plasmodium) yang merupakan massa protoplasma tidak berdinding.
- Berinti banyak, bersel satu atau bersel banyak.
- Struktur tubuh vegetatif menyerupai amoeba, berbentuk seperti lendir (plasmodium), tetapi cara berkembang biaknya menyerupai fungi.
- Berkembang biak secara aseksual dan seksual. Pencernaan makanan yang dilakukan pada fase vegetatif (aseksual) dilakukan menyerupai amoeba.
- Biasa hidup di hutan-hutan basah, tanah lembap, batang kayu yang membusuk, kayu lapuk, atau sampah basah.

a. Acrasiomycota (Jamur Lendir Bersekat)

- Dinamakan juga jamur lendir bersekat.
- Pada saat plasmodium membesar dan inti sel membelah sel individu tetap terpisah dan saat bergabung membentuk *pseudoplasmodium*.

b. Myxomycota (Jamur Lendir Tidak Bersekat)

- Merupakan jamur lendir yang tidak bersekat
- Berinti banyak, setiap intinya tidak dipisahkan oleh adanya sekat, bersifat uniseluler ataupun multiseluler, dan dapat bergerak bebas.
- Berkembang biak dengan cara vegetatif dan generatif.
- Fase vegetatif plasmodium bergerak amoeboid mengelilingi dan menelan makanan berupa bahan organik.
- Jika telah dewasa, plasmodium membentuk sporangium (kotak spora). Sporangium yang masak akan pecah dan spora tersebar dengan bantuan angin. Spora yang berkecambah akan membentuk sel gamet yang bersifat haploid, kemudian sel gamet ini melakukan *singami*.

Latihan Soal



1. Protista mempunyai sel yang bersifat
 - a. Eukariotik
 - b. Prokariotik
 - c. Tunggal
 - d. Ganda

Pembahasan:

Protista merupakan makhluk hidup bersel satu atau bersel banyak dan telah memiliki membran inti (selnya bersifat eukariot).

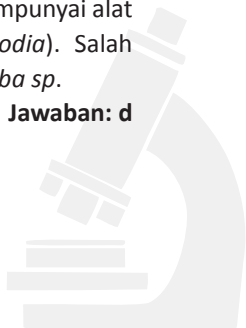
Jawaban: a

2. Kaki semu merupakan alat gerak pada
 - a. Flagellata
 - b. Ciliata
 - c. Sporozoa
 - d. Rhizopoda

Pembahasan:

Rhizopoda adalah protozoa yang mempunyai alat gerak berupa kaki semu (*pseudopodia*). Salah satu contoh Rhizopoda adalah *Amoeba sp.*

Jawaban: d



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB

6

FUNGI (JAMUR)



A. Ciri-ciri Jamur

Ciri-ciri jamur adalah sebagai berikut.

- Mempunyai membran inti (eukariot), tetapi tidak dapat membuat makanan sendiri karena tidak mengandung klorofil. Jamur memperoleh makanan dari lingkungan di sekitarnya.
- Jamur bersel banyak (multiseluler) terdiri atas benang-benang halus yang disebut hifa.
- Cabang dari hifa disebut dengan miselium yang berfungsi menyerap makanan dari substratnya.
- Bersifat saprofit dan parasit.
- Berkembang biak secara aseksual dan seksual.
- Perkembangbiakan secara aseksual dilakukan oleh jamur yang bersel tunggal (uniseluler), yaitu dengan pertunasan dan pemutusan hifa (fragmentasi).
- Perkembangbiakan secara seksual dilakukan dengan membentuk askus spora.

B. Klasifikasi Jamur

1. Zygomycota

Nama Zygomycota berasal dari jenis perbanyakan diri seksual, terutama pada pembentukan zigospora. Ciri-ciri jamur yang termasuk dalam divisi Zygomycota adalah:

- Biasa hidup sebagai saprofit.
- *Miselium* bercabang banyak dan hifa tidak bersekat, sehingga terlihat seperti pipa atau buluh.
- Dinding sel terdiri atas kitin, tidak memiliki *zoospora*, sehingga sporanya merupakan sel-sel yang berdinding. Spora inilah yang tersebar ke mana-mana.
- Perkembangbiakan secara aseksual dilakukan dengan spora yang berasal dari sporangium yang telah pecah.
- Perkembangbiakan secara seksual dilakukan dengan peleburan dua hifa, yaitu hifa betina dan hifa jantan. Hifa jantan adalah hifa yang memberikan isi selnya. Hifa betina adalah hifa yang menerima isi selnya.

2. Ascomycota

Ascomycota adalah kelompok jamur yang berkembang biak dengan membentuk spora di dalam selnya (kantung kecil) yang disebut askus. Pembentukan askus inilah yang menjadi ciri *Ascomycota*. Perkembangbiakan secara seksual dilakukan dengan pembentukan askospora melalui beberapa tahap, yaitu:

- Perkawinan (kopulasi) antara gametangium jantan dan gametangium betina,
- Bersatunya plasma kedua gametangium yang disebut dengan plasmolisis.

- Bersatunya inti yang berasal dari gametangium yang disebut dengan kariogami.
- Kariogami yang menyebabkan terjadinya pembelahan reduksi, dilanjutkan dengan pembentukan askospora secara endogen menurut pembentukan sel bebas.

Perkembangbiakan secara aseksual dapat dilakukan dengan pembentukan konidium, fragmentasi, dan pertunasan.

a. *Saccharomycota*

- Hidup sebagai saprofit dan sering dimanfaatkan untuk pembuatan kue, tape, alkohol, roti, bersifat uniseluler, sel berbentuk bulat, tidak berhifa, dan berkembang biak dengan pertunasan.
- Ragi atau *Sacharomyces cereviceae* dimanfaatkan untuk mengembangkan adonan roti dan pembuatan alkohol.

b. *Penicillium sp.*

- Dapat memberi cita rasa yang khas untuk keju *rokefort* dan *kamembert*
- Sedangkan *penicillium notatum* dan *penicillium chrysogenum* adalah pembuat penisilin karena bersifat racun yang dapat menghasilkan zat mematikan, yaitu antibiotika.

c. *Neurospora crassa*

- Merupakan jamur yang dimanfaatkan untuk pembuatan oncom.
- Berwarna oranye dan sering tumbuh di kayu yang telah terbakar.

3. Basidiomycota

- *Basidiomycota* merupakan kelompok jamur yang pembentukan sporanya terjadi di atas sel yang disebut basidium.
- Basidium terdiri dari beberapa sel yang masing-masing membentuk satu basidiospora.
- Jamur kelompok ini dapat berkembang biak secara aseksual dengan membentuk konidium dan berkembang biak secara seksual dengan membentuk spora basidium.
- Contoh jamur yang termasuk dalam basidiomycota adalah jamur merang (*Volvariella volvacea*) yang dapat dimakan dan dikembangkan; jamur kuping (*Auricularia polytricha*) yang hidup dikayu lapuk, dapat dimakan dan dikembangkan; jamur tiram (*Pleurotes*) dapat dimakan; jamur api yang dapat merusak tanaman tebu; jamur beracun (*Amanita phalloides*) berwarna putih dan merah, hidup di tanah; jamur upas (*Corticium salmonella*).

4. Deuteromycota (Jamur Imperfeksi)

- Jamur Deuteromycota adalah jamur yang berkembang biak dengan konidia dan belum diketahui tahap seksualnya.
- Tidak termasuk dalam kelas jamur Ascomycota dan Basidiomycota. Oleh karena itu, jamur ini merupakan jamur yang tidak sempurna (jamur imperfeks).
- Jamur-jamur yang tergolong pada jamur imperfeksi ini banyak yang menimbulkan penyakit, seperti jamur *Helminthosporium oryzae*, *Sclerotium rolfsii*, dan *Monilia sitophila* atau sekarang bernama *Neurospora sitophila*.

Peranan Jamur bagi Kehidupan Manusia

Jamur yang menguntungkan antara lain:

- Khamir *Saccharomyces* berguna sebagai fermentor dalam industri keju, roti, dan bir.
- *Penicillium notatum* berguna sebagai penghasil antibiotik.
- *Higroporus* dan *Lycoperdon perlatum* berguna sebagai dekomposer.
- *Volvariella volvacea* (jamur merang) berguna sebagai bahan pangan berprotein tinggi.
- *Rhizopus* dan *Mucor* berguna dalam industri bahan makanan, yaitu dalam pembuatan tempe dan oncom.

Jamur yang merugikan, antara lain:

- *Pneumonia carinii* menyebabkan penyakit pneumonia pada paru-paru manusia.
- *Albugo* merupakan parasit pada tanaman pertanian.
- *Candida sp.* penyebab keputihan dan sariawan pada manusia.

Simbiosis Jamur

1. Lumut Kerak (*Lichenes*)

- Lumut kerak tersusun atas simbiosis lumut dan ganggang.
- Ganggang yang bersimbiosis mutualisme dengan lumut disebut gonidium.
- Ada yang bersel satu dan ada yang berkoloni.
- Umumnya gonidium ini adalah ganggang biru (*Cyanophyta*), misalnya, *Chroococcus* dan *Nostoc*, tetapi ada juga yang bersimbiosis dengan ganggang hijau (*Chlorophyta*), misalnya, *Cystococcus* dan *Trentepohlia*.
- Jamur memperoleh makanan fotosintesis ganggang hijau (autotrof), sedangkan jamur yang heterotrof dapat menyediakan air, mineral, melakukan pertukaran gas, dan melindungi ganggang. Selain itu, lumut kerak juga dapat mengikat nitrogen udara.
- Reproduksi aseksual lumut kerak dilakukan dengan fragmentasi.

- Reproduksi seksual dilakukan oleh tiap-tiap makhluk hidup tersebut. Jamur ataupun ganggang melakukan reproduksi seksual sendiri-sendiri. Jika spora jamur jatuh di atas ganggang, kemungkinan akan terjadi lagi simbiosis dan akan tumbuh lumut kerak baru.
- Lumut kerak dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai bahan pembuat obat, penambah rasa dan aroma, serta indikator pencemaran udara. Pigmennya dapat digunakan sebagai bahan kertas lakmus celup atau indikator pH. Di daerah batu-batuan, lumut kerak dapat melapukkan batuan sebagai awal pembentukan tanah.

2. Mikoriza

- Mikoriza adalah suatu istilah yang digunakan untuk menyebut jamur yang bersimbiosis dengan akar tanaman.
- Simbiosis antara jamur dan akar tanaman ini merupakan simbiosis mutualisme.
- Jamur diuntungkan karena mendapat zat organik, sedangkan tanaman mendapatkan air dan unsur hara. Keduanya saling bergantung. Jika salah satu mati, yang lain tidak dapat hidup.

Latihan Soal



1. Kumpulan benang-benang halus pada jamur disebut....
 - a. Sporangium
 - b. Askospora
 - c. Miselium
 - d. Basidiospora

Pembahasan:

Jamur bersel banyak (multiseluler) terdiri atas benang-benang halus yang disebut hifa. Cabang dari hifa disebut dengan miselium yang berfungsi menyerap makanan dari substratnya.

Jawaban: c

2. Dengan adanya Mikoriza pada akar, tumbuhan pinus akan mendapatkan
 - a. Karbon dioksida
 - b. Bahan-bahan organik
 - c. Enzim pencernaan makanan
 - d. Air dan bahan organik

Pembahasan:

Simbiosis antara jamur dan akar tanaman ini merupakan simbiosis mutualisme. Jamur

Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

diuntungkan karena mendapat zat organik, sedangkan tanaman mendapatkan air dan unsur hara.

Jawaban: d

Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB 7

TUMBUHAN



A. Lumut (Bryophyta)

Tumbuhan lumut dikenal dengan nama tumbuhan perintis, hal ini dikarenakan lumut dapat hidup pada tempat di mana tumbuhan lainnya belum dapat hidup.

Karakteristik lumut

- Memiliki struktur mirip akar untuk melekat dan menyerap air, disebut *rizoid*
- Merupakan tanaman perintis di beberapa tempat
- Hidup di tempat lembap dan terlindung dari cahaya. Mulai dari daerah tropis sampai padang tundra di daerah kutub
- Dapat hidup mandiri maupun epifit
- Dapat beradaptasi dengan lingkungan darat
- Tubuhnya dilapisi lilin untuk mengurangi penguapan air
- Berkembang biak secara aseksual dan seksual
 - ✓ Seksual: Membentuk sel kelamin jantan dan betina, terjadi pembuahan. Pembentukan sel kelamin tersebut mengelompokkan lumut menjadi dua bagian, yaitu lumut homotalik (dalam satu tubuh terdapat *anteridium* dan *arkegonium* (berumah satu) dan lumut *heterotalik* (hanya memiliki anteridium saja atau arkegonium saja (berumah dua)). Anteridium adalah penghasil sel kela-

min jantan dan arkegonium penghasil sel kelamin betina.

- ✓ Aseksual: Membetuk stolon atau geragih
- Memiliki pergiliran keturunan (**metagenesis**) antara fase gametofit dan fase sporofit. Fase gametofit dinamakan fase seksual, sedangkan fase sporofit dinamakan fase vegetatif

Contoh keanekaragaman lumut sebagai berikut:

1. Lumut Hati (*Hepaticeae*)

Ciri-ciri lumut hati antara lain sebagai berikut:

- Hidup menempel di bebatuan, tanah, atau dinding yang tua dan lembap.
- Bentuk tubuh berupa lembaran dan banyak lekukan.
- Memiliki struktur serupa akar, batang, dan daun
- Jenis yang paling terkenal adalah *Marchantia* dengan sifat berumah dua. Pada talusnya terdapat bentuk seperti mangkuk (cekung), disebut gamma. Pada bagian ini akan muncul anteridium (*anteridiofor*) ataupun arkegonium (*arkegoniofor*) yang bentuknya lebih terbuka.
- Jenis ini berkembang biak secara aseksual dan seksual:
 - ✓ Aseksual: Gamma akan lepas dari induknya dan tumbuh menjadi talus baru

- ✓ Seksual: Menghasilkan sel kelamin jantan dan betina. Zigot yang akan tumbuh menjadi sporofit.

2. Lumut Daun (*Musci*)

Ciri khusus lumut daun sebagai berikut:

- Memiliki struktur mirip akar, batang, dan daun.
- Memiliki struktur gametofit (struktur generatif) dan juga menghasilkan spora (struktur vegetatif).
- Tinggi tanaman \pm 5 inci.
- Perkembangbiakan dilakukan secara bergantian sebagai berikut:

Seksual dan aseksual: Sel sperma yang dihasilkan oleh Anteredium mencapai sel telur di dalam arkegonium dengan bantuan air. Hasil fertilisasi berupa zigot yang berkembang menjadi embrio. Embrio tumbuh menjadi sporangium yang ditutupi operculum. Sporangium tumbuh membentuk tangkai yang ujungnya terdapat kapsul bertudung (kaliptra). Ketika spora matang, kapsul pecah dan tumbuh menjadi filamen berwarna hijau dan disebut Protonema dan tumbuh menjadi penghasil gamet (gametofit).

3. Lumut Tanduk

Lumut tanduk memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Anggotanya sekitar 100 jenis.
- Hidup di tempat lembap, seperti di tepi sungai dan danau.
- Termasuk tumbuhan uniseksual, jadi berkembang biak secara seksual maupun aseksual.
- Contoh lumut tanduk, yaitu *Anthoceros*.

B. Paku-pakuan (Pteridophyta)

Tumbuhan paku-pakuan memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Merupakan tumbuhan berpembuluh (*Tracheophyta*) yang paling sederhana, yaitu memiliki xilem dan floem.
- Termasuk tumbuhan kromofita karena bagian tubuh sudah dapat dibedakan akar, batang, dan daun.
- Hidup di tempat lembap dan berjumlah sangat banyak, serta dapat hidup secara epifit (menempel).
- Tumbuhan paku ada yang mengandung spora, ada yang tidak. Daun paku yang mengandung spora dinamakan daun fertil (sporofil). Yang tidak mengandung spora dinamakan daun steril (tropofil). Tumbuhan paku ada yang berkembang biak secara aseksual, yaitu secara:

- ✓ Fragmentasi dilakukan oleh *Pteridium*.
- ✓ Pembentukan tunas dilakukan oleh *Asplenium*.
- ✓ Pembentukan umbi batang dilakukan oleh semanggi (*Marsilea*).

Klasifikasi Paku

- ***Psilophytinae* (Paku Purba)**
 - ✓ Merupakan paku telanjang (tidak berdaun) atau memiliki daun kecil-kecil (mikrofil) yang belum terdeferensiasi.
 - ✓ Ada sebagian yang belum memiliki akar, bercabang menggarpu dengan sporangium pada ujung batang dan bersifat homospor.
- ***Lycopodinae* (Paku Rambut)**
 - ✓ Daunnya kecil-kecil, tidak bertangkai, dan bertulang satu.
 - ✓ Daun ada yang berbentuk seperti jarum dan tersusun rapat menurut garis spiral serta tidak mengandung klorofil, sehingga tidak dapat berfotosintesis.
 - ✓ Makanan diperoleh dari jamur yang bersimbiosis dengannya. Tumbuhan ini biasa hidup dengan menempel pada batang pohon.

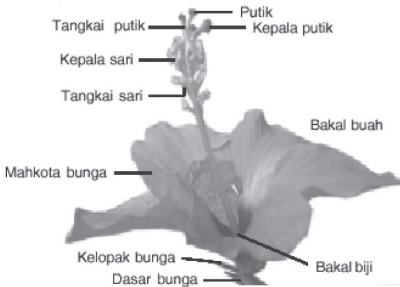
- ***Equisetinae* (Paku Ekor Kuda)**
 - ✓ Dapat ditemukan khususnya di tempat-tempat yang lembap.
 - ✓ Batangnya bercabang, berkarang, beruas-ruas, dan mengandung zat kersik yang dapat dijadikan bahan penggosok, contohnya: *Equisetum*.
- ***Filicinae* (Paku Sejati)**
 - ✓ Disebut dengan tumbuhan paku benar.
 - ✓ Merupakan kelompok tumbuhan paku yang sering kita jumpai karena sering dijadikan tanaman hias, seperti suplir (*Adiantum cuneatum*), simbar menjangan (*Platycterium coronatum*), dan paku sarang burung (*Asplenium nidus*).

C. Tumbuhan Biji (Spermatophyta)

- Adalah jenis tumbuhan yang paling sempurna, baik alat tubuh maupun alat perkembangbiakannya.
- Tumbuhan biji memiliki alat tubuh yang lengkap yang terdiri dari akar, batang, dan daun.
 - ✓ Akar berfungsi untuk menyerap air dan mineral dari dalam tanah. Pada tumbuhan berkeping dua (dikotil), sistem per-

akarannya merupakan akar tunggang. Pada tumbuhan berkeping satu (monokotil) sistem perakarannya merupakan akar serabut.

- ✓ Batang merupakan bagian tanaman yang berfungsi untuk menopang dedaunan yang menghasilkan pangan dan menghubungkannya dengan akar yang menyerap air dan unsur hara. Selain itu, batang juga berfungsi sebagai alat penyimpan makanan.
- ✓ Daun yang banyak mengandung klorofil berfungsi sebagai tempat pembuatan makanan bagi tumbuhan melalui proses fotosintesis. Selain itu, daun juga berfungsi untuk transpirasi.
- ✓ Fotosintesis adalah proses pembentukan karbohidrat atau energi oleh klorofil, karbon dioksida dari udara, dan air dari dalam tanah diubah menjadi karbohidrat dengan bantuan cahaya matahari.
- ✓ Transpirasi adalah hilangnya air dari tubuh tanaman dalam bentuk uap melalui stomata.
- ✓ Bunga merupakan organ yang penting untuk perkembangbiakan tumbuhan. Pada tumbuhan biji, bunga merupakan organ untuk perkembangbiakannya.



Bagian-bagian Bunga

1. Tumbuhan Berbiji Terbuka (*Gymnospermae*)

- *Gymnospermae* adalah tumbuhan yang letak bakal bijinya terbuka dan tidak terlindungi oleh daun buah.
- Biasanya mempunyai akar tunggang meskipun ada juga yang berakar serabut, seperti pakis haji.
- Bunganya tidak mempunyai perhiasan bunga, tetapi hanya mempunyai alat perkembangbiakan yang disebut sporofil.
- Dibagi menjadi tiga ordo, yaitu sebagai berikut:

a) *Cycadinae*

- ✓ Dicitrakan dengan bentuk dan susunan daun yang mirip dengan pohon palem.
- ✓ Batang tidak bercabang, akar serabut, dan ujung daun mudanya menggulung

seperti daun tumbuhan paku muda, termasuk dalam tumbuhan berumah dua.

- ✓ Alat kelamin jantan dan alat kelamin betina terdapat pada pohon yang berbeda.

b) *Gnetinae*

- ✓ Dicirikan dengan batang pohon yang lurus kira-kira 20 meter dan bercabang.
- ✓ Akarnya tunggang.
- ✓ Tulang daun menyirip, tipis dan melebar. Berumah dua karena strobilus jantan dan betina terletak pada pohon yang berbeda.

c) *Coniferae*

- ✓ Mempunyai alat perkembangbiakan berbentuk runjung yang terletak pada strobilus.
- ✓ Runjung jantan berbentuk kerucut sebagai penghasil sperma.

2. Tumbuhan Berbiji Tertutup (*Angiospermae*)

a) Tumbuhan Berkeping Satu (*Monokotil*)

- Monokotil adalah tumbuhan yang hanya mempunyai satu daun lembaga pada bijinya.
- Mempunyai ciri biji berkeping satu, berakar serabut, batang tidak bercabang, dan tidak

berkambium, ruas-ruas batang jelas terlihat, tulang daun sejajar dan melengkung, dengan letak daun yang berseling.

- Umumnya bagian bunga berjumlah tiga atau kelipatannya.

b) Tumbuhan Berkeping Dua (Dikotil)

- Merupakan tumbuhan yang bijinya mempunyai dua daun lembaga.
- Mempunyai akar tunggang, batang bercabang dengan ruas-ruas batang yang tidak tampak.
- Daun mempunyai tulang daun menyirip atau menjari dengan letak yang menyebar atau berkarang, bagian bunga berjumlah 2, 4, 5, atau kelipatannya, serta mempunyai kambium dan berkas pembuluh.

Latihan Soal



1. Monokotil dan dikotil dibedakan karena jumlah
 - a. Lembaga
 - b. Bunga
 - c. Daun
 - d. Biji lembaga



Pembahasan:

Menurut jumlah kepingnya, tumbuhan biji tertutup dapat dibedakan menjadi tumbuhan berkeping satu (monokotil) dan tumbuhan berkeping dua (dikotil).

Jawaban: d

2. Tumbuhan monokotil mempunyai perakaran
- a. Tunggang
 - b. Tunggang dan serabut
 - c. Umbi
 - d. Serabut

Pembahasan:

Tumbuhan monokotil mempunyai ciri biji berkeping satu, berakar serabut, batang tidak bercabang dan tidak berkambium, ruas-ruas batang jelas terlihat, tulang daun sejajar dan melengkung, dengan letak daun yang berseling, dan umumnya bagian bunga berjumlah tiga atau kelipatannya.

Jawaban: d



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB 8

HEWAN

A. Hewan Invertebrata

Invertebrata adalah hewan yang tidak mempunyai tulang belakang dan susunan sarafnya terletak di bawah saluran pencernaan.

1. Hewan Berpori (Porifera)

- Sebagian besar hewan berpori hidup di laut, hanya sebagian yang hidup di air tawar.
- Ciri utama hewan berpori adalah tubuhnya yang berpori-pori, berbentuk seperti vas bunga, pipih, atau bercabang, dan melekat di dasar air.
- Pori-pori ini berfungsi sebagai tempat untuk masuknya air yang mengandung bahan makanan ke dalam tubuh.
- Termasuk hewan multiseluler, tetapi belum mempunyai jaringan, organ, dan sistem organ. Porifera mempunyai ruang gastral sebagai kloaka.
- Dapat dikatakan bahwa tubuhnya yang berpori-pori tersebut berfungsi untuk menangkap makanannya.

Cara berkembang biak

- Dapat berkembang biak secara vegetatif dan generatif.
- Secara vegetatif, perkembangbiakan dilakukan dengan membentuk kuncup dalam koloni. Kuncup muncul dari pangkal kaki porifera.

- Pembiakan secara generatif dilakukan dengan pembuahan antara ovum dan spermatozoid. Porifera termasuk hewan yang hermafrodit (berkelamin ganda).

a. Kelas *Calcarea*

Porifera yang termasuk dalam kelas ini adalah bunga karang dengan spikulum dari kapur, misalnya: *Grantia* dan *Leucosoelenia*.

b. Kelas *Hexactinellida*

Porifera yang masuk dalam kelas ini terkenal dengan nama bunga karang gelas (*Hyalospongiae*).

c. Kelas *Demospongia*

- Dapat hidup di air laut dan air tawar.
- Spikulanya berbentuk serabut sebagai spongia atau silika yang tersusun menjadi enam jejari.
- Contoh Demospongia adalah *Spongilla sp.* (air tawar) sebagai komoditas perdagangan dan *Euspongia sp.* Yang digunakan sebagai pembersih kulit pada saat mandi.
- Porifera merupakan hewan penyusun terumbu karang (koral), sehingga memiliki fungsi ekologis yang penting bagi ekosistem perairan laut.

2. Hewan Berongga (Coelenterata)

- Berasal dari kata *coelon* yang artinya berongga dan *enteron* yang artinya perut.

- Dapat diartikan sebagai hewan perut berongga.
- Struktur tubuh coelenterata memiliki dua lapisan sel tunas, yaitu lapisan luar sebagai epidermis dan lapisan dalam sebagai gastrodermis
- Mempunyai satu lubang yang berfungsi sebagai mulut dan juga sebagai anus serta sel penyengat pada epidermisnya.
- Polip berbentuk silindris, bagian proksimal melekat, bagian distal memiliki mulut yang dilingkupi tentakel, berkoloni, serta gonad dapat eksternal dan dapat pula internal.
- Medusa berbentuk menyerupai payung atau lonceng dengan tentakel menggantung di permukaannya. Ruang digesti berupa saluran radial, bercabang empat, dan bermuara di saluran sirkular. Gonad menggantung di saluran radial dan bermuara di saluran sirkular.

a. Kelas *Hydrozoa*

- Hewan ini membentuk koloni kecil berbentuk polip dominan, sebagian membentuk medusa yang mempunyai laci dan payung melalui pembentukan tunas. Contoh: *Hydra*, *Gonionemus*, dan *Obelia*.
- Hewan ini dapat berkembang biak secara seksual dan aseksual (pertunasan).



b. Kelas *Scyphozoa*

- Contoh hewan yang termasuk kelas ini adalah ubur-ubur.
- Ubur-ubur adalah medusa yang pinggirnya berlekuk, tidak bercadar, saluran radialnya bercabang majemuk, dan mempunyai kantung ruang gastrikum yang berisi gonad.
- Contoh Scyphozoa adalah *Aurelia*.
- Reproduksi aseksual dilakukan dengan pembentukan tunas (strobilasi), sedangkan reproduksi seksual dengan medusa.

c. Kelas *Anthozoa*

- Memiliki tubuh yang berbentuk seperti polip, tidak membentuk medusa, tidak bertangkai, terbungkus skeleton eksternal (karang), serta memiliki tentakel yang banyak dan tersusun di sekitar mulut.
- Mulut bermuara ke stomodaeum.
- Dapat berkembang biak secara aseksual dan seksual.
- Contohnya: anemon dan hewan karang laut.

d. Kelas *Ctenophora*

- Tubuhnya berbentuk seperti sisir, buah kenari, atau pipih, tembus cahaya.
- Mempunyai delapan baris papan dayung bersilia, mempunyai dua buah tentakel.
- Berenang maju dengan menggunakan mulut.
- Ruang gastrovaskuler dilengkapi dengan stomodaeum yang sebagian dilengkapi dengan lubang ekskresi.
- Bersifat hermafrodit.
- Reproduksi dilakukan dengan seksual.

3. Platyhelminthes (Cacing Pipih)

- Tubuh Platyhelminthes tersusun atas tiga lapisan embrional, yaitu ektoderma, mesoderma, dan endoderma.
- Sel mesoderma tidak mengalami perkembangan dan terdiri atas sel yang seragam, sehingga disebut sel parenkim. Tubuhnya simetri bilateral.
- Cacing memiliki saluran pencernaan dari mulut, faring, menuju kerongkongan. Akan tetapi, cacing pipih tidak memiliki saluran pencernaan.
- Platyhelminthes tidak memiliki anus. Pengeluaran dilakukan melalui mulut.
- Berkembang biak secara asexual dan secara seksual.

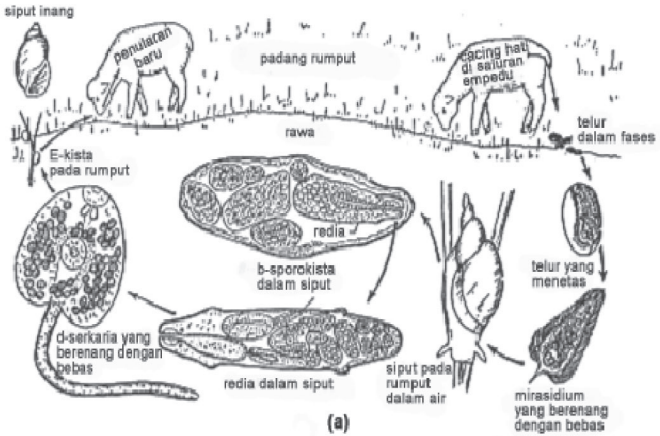
- Secara aseksual dilakukan dengan pembelahan tubuh.
- Secara seksual dilakukan dengan perkawinan silang meskipun cacing pipih bersifat hermafrodit.

a. Kelas *Turbellaria*

- Biasa hidup mandiri di air tawar, air laut, atau tanah yang basah, jarang sebagai parasit, epitel bersilia, berlendir, dan tubuh berbentuk tongkat, misalnya planaria.
- Sistem reproduksinya majemuk karena bersifat hermafrodit. Selain itu, planaria juga dapat melakukan pembuahan sendiri dan ada beberapa di antaranya yang melakukan fragmentasi.

b. Kelas *Trematoda*

- Hampir semua trematoda hidup sebagai parasit, tidak bersilia, diselimuti kutikula, serta memiliki batil isap mulut dan batil isap perut.
- Cacing ini ada yang hidup sebagai ektoparasit, misalnya pada ikan.
- Ada juga yang hidup sebagai endoparasit, misalnya, cacing hati (*fasciola hepatica*) pada saluran pencernaan sapi dan domba, *Clonorchis sp.*
- Pada manusia, *Fasciolopsis sp.* pada saluran pencernaan, *Paragonimus sp.* pada paru-paru, dan *Schistosoma* pada saluran darah.



Daur Hidup Trematoda

c. Kelas *Cestoda* (Cacing Pita)

- Anggota cacing ini adalah semua cacing pita yang ada di dalam saluran usus vertebrata
- Contohnya *Taenia saginata* dan *Taenia solium* yang berada di usus manusia, *Taenia echinococcus* dalam usus anjing, *Choanotaenia fundibulum* dalam usus ayam, serta *Moniezia expansa* dalam usus herbivora.

aktivitas manusia karena menyebabkan rasa gatal.

b. *Ascaris lumbricoides* (Cacing Askaris)

Cacing ini akan mengambil makanan dan mengisap darah penderita cacingan, sehingga keadaan orang yang menderita cacingan akan terlihat pucat dan perutnya buncit.

c. *Ancylostoma duodenale* (Cacing Tambang)

- Cacing ini akan mengisap darah penderita, sehingga penderita menjadi pucat karena kekurangan darah.
- Cacing akan masuk ke dalam tubuh manusia melalui kulit kaki yang kemudian masuk ke dalam jantung, paru-paru, dan tenggorokan.

5. Cacing Gelang (Annelida)

- Peranan terhadap lingkungan, spesies-spesies dari kelas Olygochaeta, khususnya cacing tanah (*Lumbricus terrestris*), mampu menguraikan bahan-bahan organik menjadi anorganik serta mampu memperbaiki aerasi dalam tanah.
- Peranan Annelida terhadap kehidupan manusia, antara lain, beberapa spesies cacing *Polychaeta*, dapat digunakan sebagai bahan makanan. Kemudian, dari kelas Hirudinae, khususnya *Hirudo medicinalis* dapat menghasilkan zat hirudin yang bersifat anti pembekuan darah.

- Pada zaman dahulu, lintah digunakan untuk pengobatan, yaitu menyerap racun atau bisa yang masuk ke dalam tubuh manusia.

a. Kelas *Polychaeta*

- Biasa hidup di dalam pasir atau menggali batu-batuan di daerah pasang surut dan aktif di waktu malam.
- Contoh dari cacing ini adalah cacing palolo (*Eunice viridis*) dan cacing wawo (*Lysidice oele*).
- Kedua cacing ini mengandung protein yang tinggi dan banyak terdapat di Maluku. Pada saat musim tertentu, akan muncul di permukaan laut dalam jumlah yang besar.

b. Kelas *Oligochaeta*

- Sebagian besar cacing ini hidup di dalam air tawar atau di darat.
- Contohnya *Aelosoma sp.*, *Chaetogaster sp.*, *Rhinodrilus fafneri*, *Megacolides australis*, dan *Lumbricus terrestris* (cacing tanah).

c. Kelas *Hirudinea*

- Hidup di air tawar atau di darat.
- Mempunyai anggota yang hidup parasitis atau predator dan tidak mempunyai parapodia atau setae-setae.
- Contohnya *Hirudo medicinalis sp.* (lintah).

6. Mollusca (Hewan Lunak)

- Umumnya hidup di laut meskipun ada juga yang hidup di darat.
- Tubuhnya lunak, berlendir, dan bermantel, biasanya dilindungi oleh cangkang zat kapur.
- Cangkang ini juga berfungsi untuk melindungi organ yang ada di dalam isi perut.
- Berdasarkan alat geraknya, mollusca dibagi menjadi tiga kelas, yaitu sebagai berikut:

a. Kelas *Amphineura* (kiton)

- ✓ Merupakan hewan yang simetris bilateral, kaki ventral memanjang
- ✓ Mempunyai ruang mantel yang mengandung insang.
- ✓ Permukaan dorsal tertutup oleh spikula berlendir.
- ✓ Bersifat hermafrodit, hidup di laut, dan larva trokofor.
- ✓ Contohnya adalah *Cryptochiton sp.*

b. Kelas *Gastropoda* (Hewan Berkaki Perut)

- ✓ Bekicot (*Helix aspersa*), siput laut (*Fisurella sp.*), dan siput air tawar (*Lymnaea javanica*) termasuk dalam kelas ini.
- ✓ Gastropoda mempunyai rumah berbentuk spesial dan kaki untuk merayap, bentuk kepala jelas, serta memiliki tentakel dan mata.

c. Kelas *Cephalopoda* (Hewan Berkaki Kepala)

- ✓ Cumi-cumi (*Argonauta sp.* dan *Loligo sp.*) serta gurita (*Nautilus pompilius* dan *Octopus sp.*) merupakan contoh hewan kelas ini .
- ✓ Hewan ini biasanya mempunyai kelenjar tinta, kelamin terpisah, dan tidak ada stadium larva dalam hidupnya. Ketika hewan-hewan muda menetas langsung berenang dan terlihat seperti miniatur hewan dewasa.

d. Kelas *Scaphopoda* (Siput Gading Gajah)

- ✓ Contoh kelas ini adalah *Dentalium sp.*
- ✓ Rumahnya berbentuk seperti gading gajah dan kedua ujungnya berlubang.

e. Kelas *Pelecypoda* (Hewan Berkaki Pipih)

- ✓ Contoh hewan kelas ini adalah tiram (*Ostrea sp.*), ketam (*Anodonta sp.*), dan remis (*Buccinus sp.*).
- ✓ Tiram dapat dimakan.
- ✓ Jenis yang dapat dimakan adalah *Crassostrea virginica* (Amerika), *Ostrea edulis* (Eropa), *O. lurida* (Pasifik), dan *C. gigas* (Jepang dan Asia Tenggara).
- ✓ Jenis tiram penghasil mutiara adalah *Margaritifera sp.* (Asia) dan *Meleagrina sp.* (Jepang dan Indonesia).

7. Hewan Berbuku-buku (Arthropoda)

- Memiliki ciri dengan kakinya yang beruas-ruas atau bersegmen dengan bentuk tubuh simetris bilateral dan terlindungi oleh rangka luar yang kaku berupa kutikula yang mengandung zat kitin (eksoskeleton).
- Contohnya, udang, laba-laba, kepiting, serangga, dan kaki seribu.
- Arthropoda dapat hidup di sebagian besar tempat, dapat di darat, air tawar, air laut, di udara, menempel di pohon, bahkan dapat hidup di atas kepala manusia. Ada yang hidup bebas dan ada yang parasit.

a. *Crustacea* (Udang-udangan)

- ✓ Peranan *Crustacea* bagi kehidupan manusia antara lain dalam pemanfaatan ikan, udang, kepiting, dan rajungan sebagai sumber protein bagi manusia.
- ✓ Hanya sedikit dari kelas ini yang menjadi musuh bagi manusia, misalnya ketam kenari yang merusak tanaman kelapa.

b. *Insecta* (Serangga)

Insecta terbagi menjadi beberapa ordo, antara lain, sebagai berikut:

- ✓ Ordo *Thysanura*, contohnya, kutu buku (*Troces sp.*)
- ✓ Ordo *Orthoptera*, contohnya, walang nona (*Stagmomantis sp.*) tempiris dan

tongkat berjalan (*Anisomorpha sp.*), belalang (*Disostura sp.*), jangkrik (*Gryllus sp.*), dan katidid (*Microcentrum sp.*).

- ✓ Ordo Isoptera, contohnya, *Reticuli termes sp.* yang hidup di dalam tanah dan kayu, *Kaloterme* di kayu kering, *Zootermes* di kayu basah yang dapat memamatkan pohon, *Amitermes* di tanah kering, *Macrotermes* membentuk rumah tanah, dan *Nasutitermes* yang membentuk rumah seperti karton di daerah tropis.
- ✓ Ordo Homoptera, contohnya, cikada (*Magicialada septemdecem*).
- ✓ Ordo Hemiptera, contohnya, kalajengking air (*Ranatra sp.*), kutu busuk (*Cimexlecturalius*), dan kepinding air (*Lethocerus*).
- ✓ Ordo Odonata, contohnya, capung (*Aeshna sp.* dan *Libellula sp.*).
- ✓ Ordo Lepidoptera, contohnya, kupu tomat (*Protoparce sexta*, *Aegeria sp.*, dan *Papilia polyxetes*), serta kupu ulat sutra (*Attacus sp.* dan *Bombyx mori*) yang dipelihara di Indonesia.
- ✓ Ordo Diptera, contohnya, nyamuk (*Culex sp.*, *Aedes sp.* dan *Anopeles sp.*), lalat rumah (*Musca sp.*), lalat buah (*Drosophila melanogaster*, *Ceratitis capitata*, dan *Dacus dorcalis*), lalat kandang (*Stomoxys sp.*), lalat kuda (*Tabanus sp.*), lalat pasir

(*Phlebotomus sp.*), serta merutu (*Chironomus*).

- ✓ Ordo Siphonoptera, contohnya, pinjal anjing (*Ctenocephalus canis*), pinjal kucing (*Ctenocephalus felis*), pinjal manusia (*Pulex irritans*), dan pinjal tikus (*Xenopsylla cheopis*).
- ✓ Ordo Hymenoptera, contohnya, lebah madu (*Apis mellifera*), semut hitam (*Monomorium sp.*), lebah dengung (*Bombus sp.*), dan lalat gergaji (*Endelomya*).

Serangga sangat berperan bagi kehidupan manusia, terutama serangga yang memberi keuntungan, contoh:

- ✓ Lebah madu menghasilkan madu.
- ✓ Ulat sutra menghasilkan sutra.
- ✓ Serangga yang membantu penyerbukan bunga, misalnya, lebah dan kupu-kupu.
- ✓ Serangga predator yang dapat memakan hama secara biologi.
- ✓ Serangga yang membantu menguraikan sampah.

c. *Chilopoda* (lipan)

Chilopoda merupakan hewan karnivora yang memakan hewan lain. Bentuk tubuh pipih dengan segmen yang jelas.

d. *Arachnoidea* (laba-laba)

- ✓ Hidup di darat dan sebagian kecil hidup di air.
- ✓ Sebagian besar arthropoda merupakan hewan pengganggu bagi sistem pertanian
- ✓ Ada beberapa hewan arthropoda yang menguntungkan bagi manusia karena merupakan sumber makanan, misalnya belalang, Crustacea (udang-udangan), tetapi beberapa Arachnida merupakan musuh alami bagi hama sistem pertanian.

8. Hewan berkulit duri (*Echinodermata*)

- Hewan ini hidup di laut dan tidak ada yang hidup di air tawar.
- Hewan ini juga mempunyai ciri dengan jumlah organ tubuh kelipatan lima.
- Rangka tubuhnya merupakan lempeng zat kapur.
- Sistem saluran air yang dimiliki oleh hewan berkulit duri ini adalah sistem ambulakral. Sistem ini berfungsi untuk bergerak, menangkap mangsa, dan melakukan pernapasan.
- Dalam ekosistem laut berperan sebagai pemakan sampah di laut.
- Dalam kehidupan manusia, sebagian echinodermata merupakan sumber bahan makanan.

- Berdasarkan bentuk tubuhnya, echinodermata diklasifikasikan menjadi beberapa kelas, yaitu sebagai berikut:
 - ✓ Kelas asteroidea disebut juga dengan bintang laut.
 - ✓ Kelas ophiuroidea. Contohnya *ophiothrix fragillis* (bintang ular laut).
 - ✓ Kelas echinoidea disebut juga dengan kelas landak laut, contohnya *echinocardium cordatum* (landak laut).
 - ✓ Kelas holothuroidea. Contohnya *Cucumari planci* (teripang).
 - ✓ Kelas crinodea, contohnya *antodon tanella*.

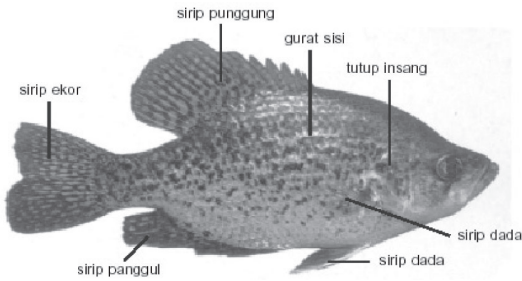
B. Hewan Vertebrata

Vertebrata adalah hewan yang mempunyai tulang belakang.

1. Ikan (Pisces)

- Tubuh ikan diselimuti oleh sisik yang berlendir. Ikan bergerak dengan menggunakan sirip.
- Ikan juga mempunyai gurat sisi yang berfungsi untuk mengetahui tekanan air.
- Ikan berkembang biak dengan bertelur dan pembuahannya terjadi di dalam air, di luar tubuh induknya. Pembuaian di luar tubuh induk disebut dengan pembuaian eksternal.

Berikut ini bagian-bagian tubuh ikan:



2. Katak (Amphibia)

- Katak merupakan hewan yang dapat hidup di darat dan di air.
- Katak muda hidup di air dan bernapas dengan insang. Katak dewasa hidup di darat dan bernapas menggunakan paru-paru.
- Katak berkembang biak dengan bertelur. Pembuahannya terjadi secara eksternal. Pertemuan antara sel telur dan sperma terjadi di dalam air. Katak mengalami metamorfosis dari zigot-embrio-kecebong-katak kecil-katak dewasa.
- Amphibi terbagi menjadi tiga ordo, yaitu:
 - ✓ Ordo Urodela, contohnya, Salamander (katak berekor),
 - ✓ Ordo Anura, contohnya, katak hijau (*Rana pipiens*) dan katak darat (*Bufo terrestris*), dan
 - ✓ Ordo Apoda (Salamander tidak berkaki), contohnya, *Ichthyosis glutinous*.

3. Hewan Melata (Reptilia)

- Reptilia adalah hewan darat yang dapat hidup di air.
- Hewan ini bernapas dengan paru-paru.
- Kulit reptilia sangat keras, kering, dan bersisik.
- Reptilia berkembang biak dengan bertelur dan ada juga yang bertelur dan beranak. Pembuahan terjadi dalam tubuh induk betina (internal). Reptilia dibagi menjadi empat ordo, yaitu:
 - ✓ Ordo Ophidia (bangsa ular), contohnya ular pohon, ular piton, dan ular sawah.
 - ✓ Ordo Crocodilia (bangsa buaya), contohnya buaya dan aligator.
 - ✓ Ordo Lacertilia (bangsa kadal), contohnya kadal, komodo, bunglon, biawak, dan tokek.
 - ✓ Ordo Chelonia (bangsa kura-kura), contohnya kura-kura dan penyu.

4. Burung (Aves)

- Mempunyai bagian tubuh berupa ekor, badan, leher, dan kepala.
- Ciri yang paling terlihat adalah adanya bulu yang menutupi seluruh tubuhnya.
- Bulu-bulu tersebut, selain untuk terbang, juga berfungsi untuk menghangatkan tubuhnya.
- Burung berkembang biak dengan bertelur.

Pembuahan terjadi di dalam induk betinanya (internal). Contoh Aves adalah berbagai jenis burung dan ayam.

5. Hewan Menyusui (Mamalia)

- Bernapas dengan paru-paru.
- Mamalia berkembang biak dengan melahirkan anaknya. Pembuahan terjadi di dalam tubuh mamalia betina, tepatnya di dalam saluran telur (oviduk). Mamalia mempunyai kelenjar susu, perkembangan otak paling sempurna, merupakan golongan hewan menyusui, dan homoiterm (berdarah panas).
- Alat geraknya berupa kaki, sedangkan yang hidup di air berupa sirip.
- Bernapas dengan paru-paru dan peredaran darahnya tertutup.
- Tubuh atau kulitnya ditumbuhi rambut dan menghasilkan kelenjar keringat.

Beberapa ordo anggota kelas mamalia:

A. Monotremata

- ✓ Merupakan mamalia bertelur dan kelenjar susunya tidak dilengkapi dengan puting susu.
- ✓ Contohnya platypus.

B. Masupialia

- ✓ Merupakan hewan berkantong, bersifat vivipar (melahirkan anak), dan tidak mempunyai plasenta.
- ✓ Contohnya *Macropus sp.* (kanguru) dan koala.

C. Insektivora

- ✓ Merupakan mamalia pemakan serangga
- ✓ Mempunyai banyak gigi serta memiliki mulut yang panjang dan mudah digerakkan.
- ✓ Contohnya *Suncus marinus* (tikus celurut).

D. Chiroptera

- ✓ Merupakan mamalia bersayap.
- ✓ Sayap berasal dari selaput yang menghubungkan jari kaki depan dan belakang.
- ✓ Aktif pada malam hari.
- ✓ Contohnya *Rhinolophus affinis* (kelelawar) dan *Pteropus vampyrus* (kalong).

E. Rodentia

- ✓ Termasuk dalam kelompok mamalia pengerat.
- ✓ Contohnya *Rattus sp.* (tikus) dan *Cavia cobaya* (marmut).

F. Karnivora

- ✓ Mamalia pemakan daging.
- ✓ Contohnya *Canis familiaris* (anjing), *Felis tigris* (harimau), *Canis lupus* (serigala), dan *Paradous sp.* (musang).

G. Proboscidae

- ✓ Gigi serinya termodifikasi menjadi gading.
- ✓ Bibir atas dan hidungnya berubah menjadi belalai.
- ✓ Contohnya *Elephas sp.* (gajah).

H. Primata

- ✓ Mamalia berderajat paling tinggi.
- ✓ Mata menghadap ke depan, ibu jari dan kaki berkembang baik.
- ✓ Contohnya *Troglodytes sp.* (simpanse), *Gorilla gorilla* (gorila), dan *Simia satyrus* (orang utan).

Latihan Soal



1. Tubuh yang terlindungi oleh bulu-bulu merupakan ciri dari
 - a. Pisces
 - b. Mamalia
 - c. Reptilia
 - d. Aves



Pembahasan:

Aves mempunyai bagian tubuh berupa ekor, badan, leher, dan kepala. Ciri yang paling terlihat adalah adanya bulu yang menutupi seluruh tubuhnya. Bulu-bulu tersebut, selain untuk terbang, juga berfungsi untuk menghangatkan tubuhnya.

Jawaban: d

2. Katak dan ikan melakukan pembuahan secara
- a. Internal
 - b. Dalam tubuh
 - c. Eksternal
 - d. Saluran telur

Pembahasan:

Ikan berkembang biak dengan bertelur dan pembuahannya terjadi di dalam air, di luar tubuh induknya. Pembuahan di luar tubuh induk disebut dengan pembuahan eksternal. Katak berkembang biak dengan bertelur. Pembuahannya terjadi secara eksternal.

Jawaban: c



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

**BAB
9**

EKOSISTEM

A. Satuan-satuan dalam Ekosistem

- Ekosistem tersusun atas makhluk hidup dan makhluk tak hidup.
- Dalam ekosistem, terdapat satuan-satuan makhluk hidup. Individu, populasi, komunitas, biosfer merupakan satuan makhluk hidup dalam satu ekosistem, dan sinar matahari sangat berperan terhadap kelangsungan hidup satuan-satuan ekosistem tersebut.

1. Individu

Individu adalah satuan makhluk hidup tunggal.

2. Populasi

Populasi adalah sekumpulan individu sejenis yang hidup dalam suatu habitat tertentu.

a. Kepadatan Populasi

- ✓ Besarnya populasi ditunjukkan oleh jumlah individu di dalam suatu populasi per satuan luas.
- ✓ Besarnya populasi per satuan luas ini disebut kepadatan populasi.

b. Perubahan Populasi

- ✓ Perubahan ini terjadi karena adanya penambahan atau pengurangan jumlah populasi.
- ✓ Berkurang atau bertambahnya populasi ini dapat disebabkan oleh beberapa hal,

misalnya, perubahan musim, imigrasi, ataupun emigrasi.

3. Komunitas

- ✓ Komunitas adalah sekumpulan berbagai macam populasi makhluk hidup yang hidup dalam suatu wilayah tertentu.
- ✓ Suatu komunitas tersusun dari semua populasi yang hidup dan saling berinteraksi antara satu dengan yang lain dalam suatu wilayah dan waktu tertentu.

4. Ekosistem

- Ekosistem adalah kesatuan komunitas dan lingkungan hidupnya yang saling berinteraksi dan membentuk hubungan timbal balik.
- Ekosistem disebut juga sistem lingkungan.
- Tipe-tipe ekosistem adalah ekosistem darat, ekosistem air tawar, dan ekosistem air laut.
- Ekosistem darat meliputi ekosistem gurun, ekosistem padang rumput, ekosistem hutan gugur, dan ekosistem taiga.
- Ekosistem air tawar meliputi ekosistem danau dan ekosistem sungai.
- Ekosistem air laut meliputi ekosistem laut, ekosistem pantai, ekosistem estuary, dan ekosistem terumbu karang.
- Berdasarkan proses terjadinya, ekosistem dapat dibedakan menjadi dua, yaitu ekosistem alami dan ekosistem buatan.

- Ekosistem alami adalah ekosistem yang terbentuk karena pengaruh alam sekitar dan bukan karena campur tangan manusia, contohnya, sungai, laut, danau, hutan, dan gunung,
- Ekosistem buatan adalah ekosistem yang dibentuk oleh manusia, contohnya, kolam ikan, akuarium, waduk, dan sawah.

5. Biosfer

Seluruh ekosistem di muka bumi ini akan membentuk satu ekosistem yang lebih besar yang disebut biosfer.

B. Komponen Penyusun Ekosistem

1. Komponen Biotik

- Merupakan bagian ekosistem yang terdiri atas makhluk hidup, seperti tumbuhan, hewan, ataupun makhluk hidup pengurai. Dibedakan menjadi:

a. Produsen

- Merupakan makhluk hidup yang dapat menghasilkan bahan organik dari bahan anorganik yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup lainnya.

b. Konsumen

- Merupakan makhluk hidup yang berperan sebagai pemakan bahan organik atau energi yang dihasilkan oleh produsen yang bertujuan untuk menjaga kelangsungan hidupnya.
- Konsumen adalah pemakan.
- Konsumen dapat dibagi menjadi beberapa tingkatan, yaitu sebagai berikut:
 - ✓ Konsumen tingkat pertama (konsumen primer) merupakan konsumen yang memakan tumbuhan secara langsung, misalnya, hewan pemakan tumbuhan (herbivora), seperti zooplankton, ulat, belalang, tikus, sapi, kerbau, kambing, dan kuda.
 - ✓ Konsumen tingkat kedua (konsumen sekunder) merupakan konsumen yang memakan konsumen tingkat pertama, misalnya, burung pemakan ulat dan ular pemakan tikus. Biasanya adalah hewan pemakan daging (karnivora).
 - ✓ Konsumen tingkat ketiga (konsumen tersier) merupakan konsumen yang memakan konsumen tingkat kedua, misalnya, burung elang pemakan ular atau burung alap-alap pemakan burung pemakan ulat.

- ✓ Konsumen tingkat keempat (konsumen puncak) merupakan konsumen yang memakan konsumen tingkat ketiga. Manusia sebagai pemakan tumbuhan dan daging (omnivora) berada pada tingkatan konsumen tingkat empat.

c. Dekomposer (Pengurai)

- Makhluk hidup kecil ini adalah mikroorganisme pengurai atau sering disebut dengan dekomposer.

2. Komponen Abiotik

- a. Cahaya Matahari
- b. Oksigen dan Karbon dioksida
- c. Air
- d. Tanah
- e. Suhu
- f. Kelembapan

C. Keseimbangan Ekosistem

Dalam suatu ekosistem, terdapat suatu keseimbangan yang disebut dengan homeostatis, yaitu kemampuan ekosistem untuk menahan berbagai perubahan dalam sistem secara keseluruhan.

D. Saling Ketergantungan (Interdependensi)

1. Saling Ketergantungan antara Komponen Penyusun Ekosistem

Saling ketergantungan antara komponen penyusun ekosistem tersebut terbagi menjadi:

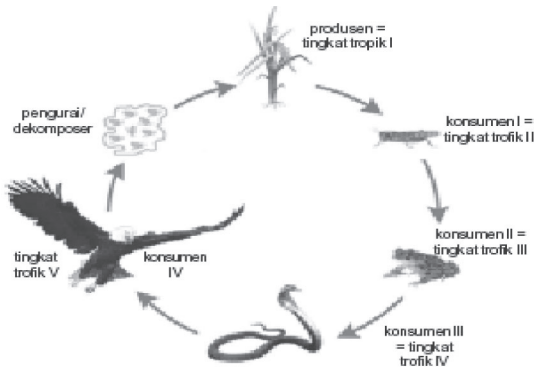
- a) Saling ketergantungan antara komponen biotik dan komponen abiotik.
- b) Saling ketergantungan antarkomponen biotik:
 - Saling ketergantungan antara makhluk hidup sejenis (interspesies).
 - Saling ketergantungan antara makhluk hidup yang berbeda jenis (antarspesies).

2. Saling Ketergantungan antara Produsen, Konsumen, dan Dekomposer

- Saling ketergantungan antara produsen, konsumen, dan dekomposer terjadi dalam suatu ekosistem.
- Gejala ini terjadi pada peristiwa makan dan dimakan.
- Peristiwa ini akan membentuk rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan piramida makanan.

a. Rantai Makanan

- ✓ Dalam satu ekosistem terdapat hubungan makan dan dimakan, sehingga terbentuklah rantai makanan.
- ✓ Rantai makanan dapat diartikan pula sebagai pengalihan energi dari tumbuhan melalui beberapa makhluk hidup yang makan dan dimakan.



b. Jaring-jaring Makanan

- ✓ Rantai makanan dapat saling berhubungan satu dengan yang lain, sehingga dapat membentuk suatu jaring-jaring yang sangat kompleks.
- ✓ Keadaan inilah yang disebut dengan jaring-jaring makanan.

3. Bentuk Interaksi Makhluk Hidup

a. Simbiosis

1) Simbiosis Mutualisme

- Simbiosis mutualisme adalah hidup bersama antara dua makhluk hidup yang keduanya saling diuntungkan.
- Misalnya: simbiosis antara bunga dan lebah, jamur dan ganggang, burung jalak dan badak, serta kacang tanah dan bakteri Rhizobium.

2) Simbiosis Parasitisme

- Simbiosis parasitisme adalah hidup bersama antara dua makhluk hidup berbeda jenis, tetapi satu makhluk hidup diuntungkan (parasit) dan satu makhluk hidup dirugikan (inang).
- Misalnya: simbiosis antara cacing pita dengan tubuh manusia, jamur dengan tubuh manusia, kutu kepala dengan tubuh manusia, dan benalu dengan tubuh manusia.
- Makhluk hidup yang diuntungkan biasa disebut parasit dan makhluk hidup yang dirugikan disebut inang.

3) Simbiosis Komensalisme

- Simbiosis komensalisme adalah hidup bersama antara dua makhluk hidup berlainan jenis, salah satu makhluk hidup diuntungkan dan makhluk hidup yang lain tidak dirugikan.

- Misalnya: simbiosis antara anggrek dan pohon mangga; antara ikan hiu dan ikan remora.

b. Antibiosis

- Antibiosis adalah interaksi antara makhluk hidup, salah satu makhluk hidupnya mengeluarkan zat antibiotik yang dapat membahayakan makhluk hidup yang lain.
Contohnya: interaksi antara jamur *Penicillium* dengan mikroorganismenya lainnya. Jamur ini mengeluarkan racun yang dapat menghambat atau mematikan makhluk hidup yang lainnya.

c. Predatorisme

- Predatorisme adalah hubungan antara makhluk hidup yang satu dengan makhluk hidup yang lain.
- Makhluk hidup yang satu memangsa makhluk hidup yang lain.
- Misalnya: kucing memangsa tikus, elang memangsa ular, dan harimau memangsa zebra.

d. Kompetisi

- Kompetisi adalah hubungan antara makhluk hidup dalam satu ekosistem di saat makhluk hidup yang satu dengan makhluk hidup yang

lain saling bersaing untuk mendapatkan makanannya.

- Persaingan ini disebabkan makhluk hidup tersebut mempunyai kesamaan bahan makanannya.
- Contohnya: domba, sapi, kuda, zebra, dan rusa yang hidup di dalam ekosistem padang rumput saling bersaing untuk mendapatkan rumput sebagai bahan makanannya.



Latihan Soal

1. Kesatuan komunitas dan lingkungan hidupnya yang saling berinteraksi dan membentuk hubungan timbal balik disebut
 - a. Ekologi
 - b. Habitat
 - c. Populasi
 - d. Ekosistem

Pembahasan:

Ekosistem adalah kesatuan komunitas dan lingkungan hidupnya yang saling berinteraksi dan membentuk hubungan timbal balik

Jawaban: d

2. Hidup bersama antara dua makhluk hidup berlainan jenis yang salah satu diuntungkan dan satunya dirugikan disebut simbiosis
- Mutualisme
 - Parasitisme
 - Komensalisme
 - Antibiosis

Pembahasan:

Simbiosis parasitisme adalah hidup bersama antara dua makhluk hidup berbeda jenis, tetapi satu makhluk hidup diuntungkan (parasit) dan satu makhluk hidup dirugikan (inang).

Jawaban: b



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB 10

KESEIMBANGAN LINGKUNGAN DAN PERUBAHANNYA

A. Pengaruh Kegiatan Manusia terhadap Keseimbangan Lingkungan

- Keseimbangan lingkungan merupakan keadaan ketika terjadi keseimbangan antara jumlah energi yang masuk dan keluar, bahan makanan yang terbentuk dan yang digunakan, serta keseimbangan antara komponen abiotik dan biotiknya.
- Keseimbangan lingkungan akan terganggu jika terjadi gangguan pada salah satu komponennya.
- Dalam suatu sistem lingkungan, terdapat dua daya, yaitu daya lenting dan daya dukung.
- Daya lenting adalah kemampuan lingkungan untuk kembali pada keseimbangan lingkungan
- Daya dukung lingkungan adalah kemampuan lingkungan dalam memberikan sumber daya alam kepada makhluk hidup yang hidup di dalamnya secara normal.

B. Perubahan Lingkungan dan Faktor-faktor Penyebabnya

- Dapat mengarah kepada perbaikan lingkungan atau kerusakan lingkungan.
- Perbaikan lingkungan mengarah pada keseimbangan lingkungan.

- Kerusakan lingkungan dapat disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor alam dan faktor manusia.

C. Pencemaran Lingkungan

- Merupakan satu dari beberapa faktor yang dapat memengaruhi kualitas lingkungan.
- Pencemaran lingkungan adalah masuknya bahan-bahan ke dalam lingkungan yang dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup di dalamnya.
- Zat yang dapat mencemari lingkungan dan dapat mengganggu kelangsungan hidup makhluk hidup disebut dengan polutan.
- Polutan ini dapat berupa zat kimia, debu, suara, radiasi, atau panas yang masuk ke dalam lingkungan.

1. Jenis Pencemaran Lingkungan

a. Pencemaran Air

- Pencemaran air adalah masuknya polutan ke dalam air atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai pada tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya (PP RI No. 82 tahun 2001).

Sumber Utama Pencemaran Air

a) *Infection Agent*

- ✓ Merupakan bahan pencemar yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan manusia (penyakit).
- ✓ Bahan pencemar ini berupa mikroorganisme patogen yang berasal dari ekskreta manusia dan hewan yang tidak dikelola dengan baik.

b) Zat-zat Pengikat Oksigen

- ✓ *Dissolved Oxygen* atau jumlah oksigen terlarut adalah indikator yang baik untuk menentukan kualitas air.

c) Sedimen

- ✓ Sedimen terdiri atas tanah dan pasir yang masuk ke air dari erosi atau banjir dan dapat menimbulkan pendangkalan aliran sungai.

d) Nutrisi atau Unsur Hara (Nitrat dan Fosfat)

- ✓ Nutrisi atau unsur hara dapat mengakibatkan peningkatan produktivitas primer yang ditimbulkan oleh adanya penyaringan air dengan unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan (eutrofikasi).
- ✓ Keadaan ini dapat meningkatkan populasi ganggang dan bakteri dalam perairan tersebut.

e) Pencemar Anorganik

- ✓ Bahan pencemar anorganik adalah logam, garam, asam, dan basa.
- ✓ Merkuri, kadmium, timbal, dan nikel adalah logam dengan kadar yang relatif kecil sudah dapat mengakibatkan pencemaran.

f) Zat Kimia Organik

- ✓ Banyak zat kimia organik yang mempunyai toksisitas yang tinggi.
- ✓ Kontaminasi antara zat kimia organik dengan air dapat mengancam kesehatan.

g) Energi Panas

- ✓ Air yang panas pada permukaan air dapat menghambat masuknya oksigen ke dalam air di level bawah.

h) Zat Radioaktif

- ✓ Zat radioaktif yang teraplikasi dalam teknologi nuklir yang digunakan pada berbagai bidang dapat menimbulkan sisa pembuangan.
- ✓ Dapat saja sisa zat radioaktif tersebut terbawa ke dalam lingkungan air.

Untuk mengurangi terjadinya pencemaran air, dapat dilakukan usaha-usaha pencegahan, antara lain, sebagai berikut:

- tidak membuang sampah di sembarang tempat, baik itu di parit maupun di sungai.
- tidak membuang limbah sembarangan dengan cara membuat tempat pengolahan limbah cair; air limbah diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan, sehingga air limbah tersebut tidak berbahaya bagi ekosistem air.
- tidak membuang atau menggunakan pupuk pertanian secara berlebihan.

Dampak Pencemaran Air

- a) Penurunan kualitas lingkungan
- b) Gangguan kesehatan
- c) Mengganggu pemandangan
- d) Mempercepat proses kerusakan benda

Parameter dalam Air Limbah

a) *Biochemical oxygen demand (BOD)*

- ✓ Merupakan banyaknya oksigen dalam mg/l yang diperlukan oleh mikroba untuk menguraikan bahan organik pada suhu 20°C selama lima hari.

b) *Chemical oxygen demand (COD)*

- ✓ Menunjukkan total jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses oksidasi bahan

organik secara kimiawi baik yang *biodegradable* maupun yang *nonbiodegradable*.

c) Oksigen terlarut (*dissolved oxygen = DO*)

- ✓ Menunjukkan jumlah kandungan oksigen di dalam air yang diukur dalam 1 mg/1 lt.

d) *Total suspended solid (tss), mixed liquor suspended solid (mlss), dan mixed liquor volatile suspended solid (mlvss)*

- ✓ Menunjukkan jumlah berat dalam mg/1 kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah dilakukan penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron.

e) Kekeruhan (*turbidity*)

- ✓ Dapat diukur dengan menggunakan efek cahaya.

f) pH air

- ✓ Dapat dijadikan indikasi apakah air tersebut tercemar atau tidak dan seberapa besar tingkat pencemarannya.

g) Indikator biologi

- ✓ Dapat dimanfaatkan untuk mengukur kualitas air atau seberapa besar tingkat pencemarannya.

- ✓ Makhluk hidup atau organisme yang ada didalam perairan tersebut dapat dijadikan indikator ada tidaknya pencemaran di dalam perairan tersebut.

Pengolahan Air Limbah

a) Secara alami

- ✓ Dapat dilakukan dengan pembuatan kolam stabilisasi.
- ✓ Dalam kolam stabilisasi, air limbah diolah secara alamiah untuk menetralisasi zat-zat pencemar sebelum air limbah dialirkan ke sungai.

b) Secara bantuan

- ✓ Pengolahan air limbah dengan bantuan alat dilakukan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

Pengelolaan *Excreta*

- Banyak terkandung dalam air limbah rumah tangga.
- Banyak mengandung bakteri patogen penyebab penyakit.
- Jika tidak dikelola dengan baik, *excreta* dapat menimbulkan berbagai jenis penyakit.
- Pengelolaan *excreta* dapat dilakukan dengan menampung dan mengolahnya pada jamban atau septik tank yang ada di sekitar tempat tinggal, dialirkan ke tempat pengelolaan, atau dilakukan secara kolektif.

2. Pencemaran Udara

- Pencemaran udara adalah masuknya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga terjadi penurunan kualitas udara sampai tingkat tertentu.

Jenis-jenis Pencemaran Udara

- **Karbon Monoksida (CO)**
 - ✓ Gas ini dapat berikatan dengan hemoglobin dalam tubuh, sehingga pengikatan oksigen oleh darah menjadi terganggu.
- **Karbon Dioksida (CO₂)**
 - ✓ CO₂ diperlukan oleh tumbuhan dalam proses fotosintesis.
 - ✓ Jika jumlah CO₂ di udara terlalu banyak, CO₂ tersebut akan naik ke atmosfer dan menghalangi pemancaran panas dari bumi, sehingga panas dipantulkan kembali ke bumi.
- **Hidrokarbon (HC) dan Nitrogen Oksida (NO)**
 - ✓ Dipengaruhi oleh sinar matahari, akan membentuk *smog* yang berupa gas yang sangat pedih jika mengenai mata.
 - ✓ Juga sebagai penyebab penyakit kanker.
- **Sulfur Oksigen (SO)**
 - ✓ SO yang bereaksi dengan uap air di udara dapat menyebabkan hujan asam.

- ✓ Asam bersama air hujan akan jatuh ke bumi sebagai hujan asam yang dapat mengakibatkan kerusakan atau kematian hewan dan tumbuhan serta dapat merusak bangunan, khususnya yang terbuat dari kayu dan besi (memicu terjadinya perkaratan).
- **Chloroflourocarbon (CFC)**
 - ✓ Merupakan gas yang sukar terurai, sehingga sulit dihilangkan dari udara.
 - ✓ Di lapisan atas atmosfer, gas ini bereaksi dengan ozon-lapisan ozon adalah lapisan yang melindungi bumi dari sinar ultraviolet.
 - ✓ Reaksi antara CFC dan ozon akan membentuk lubang ozon.

3. Pencemaran Tanah

- Merupakan pencemaran yang disebabkan oleh masuknya polutan yang berupa zat cair atau zat padat ke dalam tanah.
- Bahan cair yang berupa limbah rumah tangga, pertanian, dan industri ini akan meresap masuk ke dalam tanah. Bahan-bahan ini akan membunuh mikroorganisme di dalam tanah.
- Jika makhluk hidup tersebut merupakan bakteri pengurai, penyediaan humus akan berkurang dan sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang mati tidak akan terurai lagi

menjadi unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan.

4. Pencemaran Suara

Pencemaran suara dapat ditimbulkan oleh adanya suara bising yang disebabkan oleh suara mesin pabrik, mesin penggilingan padi, mesin las, pesawat, dan lain-lain.

a. Jenis-jenis Kebisingan

Jenis-jenis kebisingan ada empat macam, yaitu:

- Kebisingan yang terus-menerus dengan jangkauan frekuensi yang sempit, misalnya: mesin gergaji.
- Kebisingan yang terputus-putus, misalnya, suara arus lalu lintas atau pesawat terbang.
- Kebisingan impulsif, misalnya: tembakan, bom, atau suara ledakan.
- Kebisingan impulsif berulang, misalnya: suara mesin tempa.

b. Dampak pencemaran suara (kebisingan)

- Dapat menyebabkan terganggunya pendengaran manusia.
- Lama-kelamaan suara bising ini akan menimbulkan berbagai keluhan pada tubuh kita, misalnya, pusing, mual, jantung berdebar-debar, sulit tidur, badan kaku, dan naiknya tekanan darah.

5. Pencemaran Limbah Padat

Limbah padat adalah segala sesuatu yang tidak terpakai dan berbentuk padat atau setengah padat

No.	Sumber	Tempat	Jenis
1.	Domestik	Rumah tangga	Sisa makanan dan pembungkus makanan
2.	Komersial	Pertokoan, restoran, hotel, dan institusi	Kertas, kardus, dan abu
3.	Industri	Pabrik, Pertambangan, kilang minyak, dan lain-lain.	Limbah industri, bahan berbahaya, dan beracun
4.	Konstruksi		Tanah, semen, dan baja

Jenis Limbah Padat



Latihan Soal

1. Masuknya bahan-bahan ke dalam lingkungan yang dapat mengganggu makhluk hidup di dalamnya disebut

- a. Polutan
- b. Ozon
- c. Polusi
- d. Asap

Pembahasan:

Pencemaran lingkungan (polusi) adalah masuknya bahan-bahan ke dalam lingkungan yang dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup di dalamnya.

Jawaban: c

2. Lapisan yang berguna untuk melindungi bumi dari sinar ultraviolet adalah
- a. Atmosfer
 - b. Ozon
 - c. Litosfer
 - d. Hidrosfer

Pembahasan:

Lapisan ozon adalah lapisan yang melindungi bumi dari sinar ultraviolet langsung. Jika lapisan ozon rusak, maka akan berpengaruh pada iklim di bumi.

Jawaban: b



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB 11

SEL

- Sel merupakan unit organisasi terkecil yang menjadi dasar kehidupan.
- Semua fungsi kehidupan diatur dan berlangsung di dalam sel.
- Untuk melakukan fungsinya sel telah dilengkapi dengan berbagai organel.

A. Teori Sel

- Kata sel itu sendiri dikemukakan oleh **Robert Hooke** (1635 – 1703) yang berarti *kotak-kotak kosong*, setelah ia mengamati sayatan gabus dengan mikroskop.
- Selanjutnya disimpulkan bahwa sel terdiri dari kesatuan zat yang dinamakan protoplasma.
- Istilah protoplasma pertama kali dipakai oleh **Johannes Purkinje**. Menurut Johannes Purkinje protoplasma dibagi menjadi dua bagian, yaitu sitoplasma dan nukleoplasma.
- **Schwann** dan **Schleiden** (1838), menyatakan bahwa tumbuhan dan hewan mempunyai persamaan, yaitu tubuhnya tersusun oleh sel-sel. Selanjutnya, teori tersebut dikembangkan menjadi suatu teori sebagai berikut:
 - ✓ Sel merupakan satuan struktural terkecil organisme hidup.
 - ✓ Sel merupakan satuan fungsional terkecil organisme hidup.
 - ✓ Organisme tersusun oleh sel.

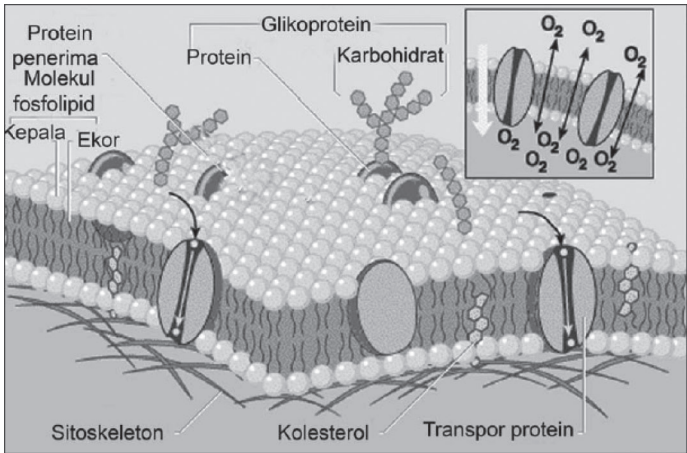
B. Struktur dan Fungsi Bagian-bagian Sel

- Sel bervariasi tergantung fungsinya.
- Bentuk sel juga tergantung fungsinya.
- Berdasarkan jumlah sel penyusunnya, maka organisme dibedakan menjadi organisme uniseluler (terdiri atas satu sel, misalnya *bakteri*, *Archaea*, serta sejumlah *fungi* dan *Protozoa*) dan multiseluler (terdiri atas banyak sel).
- Sel yang hidup mempunyai struktur yang sama, yaitu: membran sel/ membran plasma, inti sel (*nukleus*), sitoplasma, dan organel sel.

1. Membran Sel/Membran Plasma

- Adalah selaput yang terletak paling luar dan tersusun dari senyawa kimia *lipoprotein* (gabungan dari senyawa lemak atau lipid dengan senyawa protein).
- Membran sel disebut juga membran plasma atau selaput plasma.
- Fungsi dari membran sel ini adalah sebagai pintu gerbang yang dilalui zat, baik menuju atau meninggalkan sel.
- Khusus pada sel tumbuhan, selain mempunyai selaput plasma masih ada satu struktur lagi yang letaknya di luar selaput plasma yang disebut dinding sel.

- Pada dinding sel tumbuhan kadang-kadang terdapat celah yang disebut *noktah*. Pada noktah/pit sering terdapat penjurulan sitoplasma yang disebut *plasmodesma* yang berfungsi menghubungkan sel satu dengan yang lain.



Membran Plasma

2. Inti Sel (Nukleus)

- Bertugas mengontrol kegiatan yang terjadi di sitoplasma.
- Fungsi dari inti sel adalah mengatur semua aktivitas (kegiatan) sel, karena di dalam inti sel terdapat kromosom yang berisi DNA untuk mengatur sintesis protein. Inti sel terdiri dari bagian-bagian, yaitu:
 - ✓ Selaput inti (karioteka).

- ✓ Nukleoplasma (kariolimfa).
- ✓ Kromatin/kromosom.
- ✓ Nukleolus (anak inti).

3. Sitoplasma dan Organel Sel

- Bagian yang cair dalam sel dinamakan sitoplasma.
- Khusus untuk cairan yang berada dalam inti sel dinamakan *nukleoplasma*.
- Penyusun utama dari sitoplasma adalah air (90%),
- Berfungsi sebagai pelarut zat-zat kimia serta sebagai media terjadinya reaksi kimia sel.
- Organel sel adalah benda-benda yang terdapat di dalam sitoplasma dan bersifat hidup serta menjalankan fungsi-fungsi kehidupan.

a. Ribosom (ergastoplasma)

Ribosom merupakan organel sel terkecil di dalam sel. Fungsi dari ribosom adalah tempat sintesis protein.

b. Retikulum endoplasma (RE)

Retikulum endoplasma yaitu struktur berbentuk benang-benang yang bermuara di inti sel. Dikenal dua jenis retikulum endoplasma, yaitu:

- ✓ Retikulum endoplasma granuler (retikulum endoplasma kasar). RE kasar tampak kasar karena ribosom menonjol di permukaan sitoplasmik membran.

- ✓ Retikulum endoplasma agranuler (retikulum endoplasma halus). RE halus diberi nama demikian karena permukaan sitoplasmanya tidak mempunyai ribosom. Fungsi retikulum endoplasma adalah sebagai alat transportasi zat-zat di dalam sel itu sendiri. Struktur retikulum endoplasma hanya dapat dilihat dengan mikroskop elektron.

c. Mitokondria

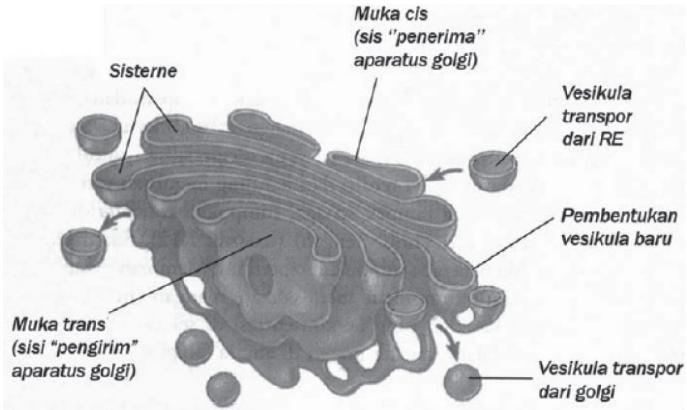
- Fungsi mitokondria adalah sebagai pusat respirasi seluler yang menghasilkan banyak energi ATP.
- Secara garis besar, tahap respirasi pada tumbuhan dan hewan melewati jalur yang sama, yang dikenal sebagai daur atau *siklus Krebs* yang berlangsung di dalam mitokondria.

d. Lisosom

Fungsi dari organel ini adalah sebagai penghasil dan penyimpan enzim pencernaan seluler.

e. Badan golgi (aparatus golgi/diktiosom)

- Badan golgi berhubungan dengan fungsi menyortir dan mengirim produk sel.
- Badan golgi berperan penting dalam sel-sel yang secara aktif terlibat dalam sekresi.



Gambar Badan Golgi

- Muka cis berfungsi sebagai penerima vesikula transpor dari RE.
- Muka trans berfungsi mengirim vesikula transpor.
- Vesikula transpor adalah bentuk transfer dari protein yang disintesis RE.

f. Sentrosom (sentriol)

Struktur sentrosom berbentuk bintang yang berfungsi dalam pembelahan sel baik mitosis maupun meiosis.

g. Plastida

Plastida berperan dalam fotosintesis. Plastida adalah bagian dari sel yang bisa ditemui pada alga dan tumbuhan (kingdom *plantae*). Dikenal tiga jenis plastida, yaitu:

1) *Leukoplas*

Plastida jenis ini berwarna putih berfungsi sebagai penyimpan makanan, terdiri atas:

- Amiloplas, berfungsi untuk menyimpan amilum.
- Elaioplas (lipidoplas), berfungsi untuk menyimpan lemak/minyak.
- Proteoplas, berfungsi untuk menyimpan protein.

2) *Kloroplas*

Kloroplas adalah plastida berwarna hijau. Plastida ini berfungsi menghasilkan klorofil dan sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis.

3) *Kromoplas*

Kromoplas merupakan plastida yang mengandung pigmen, misalnya:

- Karoten (kuning).
- Fikosianin (biru).
- Fikosantin (cokelat).
- Fikoeritrin (merah).

h. Vakuola (rongga sel)

Vakuola berisi:

- Garam-garam organik
- Glikosida
- Tanin (zat penyamak)
- Minyak eteris (misalnya *jasmine* pada melati, *roseine* pada mawar, *zingiberine* pada jahe)

- Alkaloid (misalnya kafein, kinin, nikotin, likopersin, dan lain-lain)
- Enzim
- Butir-butir pati

i. Mikrotubulus

- Mikrotubulus berfungsi untuk mempertahankan bentuk sel dan sebagai rangka sel.
- Selain itu mikrotubulus berguna dalam pembentukan sentriol, agela, dan silia.

j. Mikro lamen

- Terbentuk dari komponen utamanya, yaitu protein aktin dan miosin (seperti pada otot).
- Mikro lamen berperan dalam pergerakan sel.

k. Peroxisom (badan mikro)

Organel ini senantiasa berasosiasi dengan organel lain, dan banyak mengandung enzim *oksidase* dan *katalase* (banyak disimpan dalam sel-sel hati).

C. Macam-macam Sel

Berdasarkan ada tidaknya dinding/selaput inti, maka sel dibedakan menjadi dua, yaitu: struktur sel prokariotik dan struktur sel eukariotik

Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

Bagian sel	Prokariot	Eukariot
Inti sel	Tanpa membran/ selaput disebut nukleoid	Selaput inti ada, disebut inti sel (nukleus)
Penutup sel	Berupa kapsul (fungsi berbeda dengan dinding sel pada tumbuhan)	Tidak ada pada hewan, pada tumbuhan ada dinding sel
Retikulum endoplasma	Tidak ada	Ada
Badan golgi	Tidak ada	Ada
Mitokondria	Tidak ada	Ada
Lisosom sentriol	Tidak ada	Ada
Ribosom	Ada pada sitoplasma	Ada (pada sitoplasma dan retikulum endoplasma)
DNA (bahan gen)	Berbentuk cincin bercampur dengan sitoplasma	Berbentuk pita spiral ganda (<i>double helix</i>) terdapat pada inti, mitokondria, dan kloroplas (pada tumbuhan)

Perbedaan struktur sel prokariotik dan struktur sel eukariotik.

Ada dua macam sel eukariotik yang mempunyai materi penyusun relatif berbeda, yaitu sel hewan dan sel tumbuhan.

1. Sel tumbuhan

a) Dinding sel

- Dinding sel tipis dan berlapis-lapis.
- Lapisan inilah yang merekatkan sel-sel yang berdekatan.

b) Vakuola

Vakuola atau rongga sel adalah suatu rongga atau kantung berisi cairan yang dikelilingi oleh membran.

- Memasukkan air melalui tonoplas untuk membangun turgor sel.
- Adanya pigmen antosian memberikan kemungkinan warna cerah yang menarik pada bunga, pucuk daun, dan buah.
- Kadangkala vakuola tumbuhan mengandung enzim hidrolitik yang dapat bertindak sebagai lisosom waktu sel masih hidup.
- Menjadi tempat penimbunan sisa-sisa metabolisme.
- Tempat penyimpanan zat makanan.

c) Plastida

- Merupakan organel yang hanya ditemukan pada sel tumbuhan berupa butir-butir yang

mengandung pigmen atau zat warna.

- Plastida dapat dibedakan menjadi 3, yaitu:

1. Leukoplas

Leukoplas adalah plastida yang berwarna putih atau tidak berwarna. Berdasarkan fungsinya, leukoplas dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

- ✓ *Amiloplas*, yaitu leukoplas yang berfungsi membentuk dan menyimpan amilum.
- ✓ *Elaioplas*, yaitu leukoplas yang berfungsi untuk membentuk dan menyimpan lemak.
- ✓ *Proteoplas*, yaitu leukoplas yang berfungsi menyimpan protein.

2. Kloroplas

- ✓ Kloroplas adalah benda terbesar dalam sitoplasma sel tumbuhan.
- ✓ Kloroplas yang berkembang dalam sel daun dan batang yang berwarna hijau mengandung pigmen yang berwarna hijau atau klorofil.
- ✓ Klorofil berfungsi menyerap energi cahaya matahari untuk melangsungkan proses fotosintesis dan mengubahnya menjadi energi kimia dalam bentuk glukosa.

3. Kromoplas

Kromoplas adalah plastida yang memberikan warna yang khas bagi masing-masing tumbuhan.

b. Sel Hewan

Berbeda dengan sel tumbuhan, sel hewan tidak mempunyai dinding sel.

Komponen	Sel tumbuhan	Sel hewan
Ukuran	Sel tumbuhan lebih besar daripada sel hewan	Sel hewan lebih kecil daripada sel tumbuhan
Bentuk	Tetap	Tidak tetap
Dinding sel	Ada	Tidak tetap
Plastid	Ada	Tidak tetap
Lisosom	Tidak ada	Ada (untuk pencernaan makanan secara pinositosis/fagositosis)
Sentrida	Tidak ada	Ada
Badan golgi	Duktiosom	Badan golgi
Vakuola	Pada sel muda kecil dan banyak, pada sel dewasa tunggal dan besar	Tidak mempunyai vakuola, walaupun terkadang beberapa sel hewan uniseluler memiliki vakuola yang berukuran kecil baik pada sel muda maupun sel dewasa
Flagela/Silia	Tidak ada	Ada tetapi tidak semua
Klorofil	Ada	Tidak ada

Perbedaan antara Sel Tumbuhan dan Sel Hewan

Transpor Molekul melalui Membran

- Transpor molekul melalui membran dapat terjadi secara pasif (transpor pasif) dan dapat pula terjadi secara aktif (transpor aktif).
- Transpor pasif merupakan transpor yang tidak memerlukan energi, meliputi difusi, difusi terfasilitasi, dan osmosis.
- Transpor aktif adalah transpor melalui membran dengan melawan kecenderungan alami, yaitu melawan gradien konsentrasi dengan menggunakan energi ATP.
- Transpor melalui membran jenis lain adalah endositosis dan eksositosis.
- Prinsip-prinsip dasar transpor melalui membran adalah setiap molekul memiliki kecenderungan untuk menempati ruang secara merata.

1. Transpor Pasif

a. Difusi

- ✓ Dapat diartikan perpindahan zat (padat, cair, dan gas) dari larutan konsentrasi tinggi (hipertonis) ke larutan dengan konsentrasi rendah (hipotonis).
- ✓ Dengan kata lain setiap zat akan berdifusi menuruni gradien konsentrasinya.
- ✓ Hasil dari difusi adalah konsentrasi yang sama antara larutan tersebut dinamakan *isotonis*.

b. Difusi terfasilitasi

- ✓ Melibatkan difusi dari molekul polar dan ion melewati membran dengan bantuan protein transpor.
- ✓ Protein transpor merupakan protein khusus yang menyediakan suatu ikatan fisik bagi molekul yang sedang bergerak.

c. Osmosis

- ✓ Osmosis merupakan difusi air melalui selaput *semipermeabel*.
- ✓ Tekanan osmosis dapat diukur dengan suatu alat yang disebut *osmometer*.

2. Transpor Aktif

- Pada transpor aktif diperlukan energi dari dalam sel untuk melawan gradien konsentrasi.
- Transpor aktif sangat diperlukan untuk memelihara keseimbangan molekul-molekul di dalam sel.

Transpor aktif primer dan sekunder

- ✓ Transpor aktif primer membutuhkan energi dalam bentuk ATP.
- ✓ Sedangkan transpor aktif sekunder memerlukan transpor yang tergantung pada potensial membran.
- ✓ Kedua jenis transpor tersebut saling berhubungan erat karena transpor aktif primer akan menciptakan potensial membran dan

ini memungkinkan terjadinya transpor aktif sekunder.

3. Endositosis dan Eksositosis

a. Eksositosis

- ✓ Eksositosis dapat diartikan, keluarnya zat dari dalam sel.
- ✓ Vesikel dari dalam sel berisi senyawa atau sisa metabolisme.

b. Endositosis

- ✓ Endositosis merupakan proses pemasukan zat dari luar sel ke dalam sel.
- ✓ Endositosis memiliki dua macam bentuk yaitu pinositosis dan fagositosis.
- ✓ Pinositosis merupakan proses pemasukan zat ke dalam sel yang berupa cairan.
- ✓ Fagositosis (fago = makan) merupakan pemasukan zat padat atau sel lainnya ke dalam tubuh sel.



Latihan Soal

1. Fungsi mitokondria adalah
 - a. Tempat pembentukan ribosom dan untuk sintesis protein
 - b. Tempat pembentukan amilum dan protein

- c. Sebagai alat sintesis sekret dan pencernaan intrasel
- d. Tempat terjadinya respirasi sel dan sumber energi bagi sel

Pembahasan:

Fungsi mitokondria adalah sebagai pusat respirasi seluler yang menghasilkan banyak energi ATP.

Jawaban: d

2. Organel sel yang berfungsi untuk mensintesis protein adalah
- a. Mitokondria
 - b. Lisosom
 - c. Kromosom
 - d. Ribosom

Pembahasan:

Ribosom merupakan organel sel terkecil di dalam sel. Fungsi dari ribosom adalah tempat sintesis protein.

Jawaban: d



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB 12

JARINGAN

Secara mikroskopis tumbuhan dan hewan memiliki tubuh yang tersusun atas banyak sel yang menyatu, sehingga membentuk jaringan.

A. Jaringan Tumbuhan

1. Jaringan Meristem

Sifat-sifat jaringan meristem adalah sebagai berikut:

- Terdiri atas sel-sel muda dalam fase pembelahan dan pertumbuhan.
- Biasanya tidak ditemukan adanya ruang antarsel di antara sel-sel meristem.
- Bentuk sel bulat, lonjong, atau poligonal dengan dinding sel yang tipis.
- Masing-masing sel kaya akan sitoplasma dan mengandung satu atau lebih dari satu inti sel.
- Vakuola sel sangat kecil atau mungkin tidak ada.

Berdasarkan asal-usulnya, jaringan meristem dapat dikelompokkan menjadi tiga macam:

a. Promeristem

Promeristem adalah jaringan meristem yang telah ada ketika tumbuhan masih dalam tingkat embrio.

b. Jaringan meristem primer

Jaringan meristem primer merupakan jaringan meristem yang mengalami perkembangan lebih lanjut dari pertumbuhan embrio.

c. Jaringan meristem sekunder

Jaringan meristem sekunder adalah jaringan meristem yang berasal tidak secara langsung dari perkembangan jaringan meristem pada embrio.

Berdasarkan posisinya dalam tubuh tumbuhan, meristem dibedakan menjadi tiga, yaitu:

- *Meristem apikal (meristem ujung)*, terdapat di ujung akar dan ujung batang tumbuhan.
- *Meristem interkalar*, terdapat di antara ruas-ruas batang. Pertumbuhan yang diakibatkan oleh aktivitas meristem interkalar menyebabkan penambahan panjang pada ruas-ruas batang.
- *Meristem lateral (meristem samping)*, terletak sejajar dengan lingkaran organ tempat ditemukannya dan merupakan meristem yang menghasilkan pertumbuhan sekunder, contohnya kambium.

2. Jaringan dewasa

Jaringan dewasa adalah jaringan yang sudah berhenti membelah.

a. Jaringan epidermis

- Jaringan epidermis merupakan jaringan yang letaknya paling luar pada organ-organ tumbuhan seperti akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji.
- Jaringan epidermis berfungsi untuk menutupi permukaan tubuh tumbuhan.

- Ciri-ciri jaringan epidermis pada tumbuhan adalah:
 - ✓ Terdiri atas sel-sel hidup.
 - ✓ Berbentuk persegi panjang.
 - ✓ Sel-selnya rapat dan tidak memiliki ruang antarsel.
 - ✓ Umumnya tidak memiliki klorofil, kecuali pada epidermis tumbuhan paku.
 - ✓ Dinding sel jaringan epidermis bagian luar yang berbatasan dengan udara mengalami penebalan, namun dinding sel epidermis bagian dalam yang berbatasan dengan jaringan lain tetap tipis.
 - ✓ Mampu membentuk derivat jaringan epidermis.

b. Jaringan parenkim

- Merupakan jaringan yang terbentuk dari sel-sel hidup dengan struktur morfologis dan fisiologis yang bervariasi.
- Ciri-ciri jaringan parenkim adalah:
 - ✓ Sel-selnya merupakan jaringan hidup yang berukuran besar dan tipis, serta umumnya berbentuk segienam.
 - ✓ Memiliki banyak vakuola.
 - ✓ Letak inti sel mendekati dasar sel.
 - ✓ Mampu bersifat embrional atau meristematik karena dapat membelah diri.
 - ✓ Memiliki ruang antarsel yang banyak, sehingga letaknya tidak rapat.

c. Jaringan penyokong

- Fungsi jaringan ini adalah memberikan kekuatan bagi tumbuhan agar dapat berdiri dengan kokoh.
- Jaringan ini terdiri atas jaringan *kolenkim* dan jaringan *sklerenkim*.
- Jaringan kolenkim berperan penting sebagai jaringan penguat, terutama pada organ-organ tumbuhan yang masih aktif mengadakan pertumbuhan dan perkembangan.
- Jaringan sklerenkim merupakan jaringan penguat dinding sekunder yang tebal.

d. Jaringan pengangkut

- Jaringan pengangkut bertugas mengangkut zat-zat yang dibutuhkan oleh tumbuhan.
- Ada dua macam jaringan, yaitu *xilem* atau pembuluh kayu dan *floem* atau pembuluh lapis/pembuluh kulit kayu.
- Xilem bertugas mengangkut air dan garam-garam mineral terlarut dari akar ke seluruh bagian tubuh tumbuhan.
- Xilem ada 2 macam, yaitu *trakea* dan *trakeid*.
- Trakeid adalah sel-sel tumbuhan yang dindingnya mengalami *lignifikasi* (penebalan oleh senyawa lignin) dan sel-selnya akan mati setelah dewasa.
- Floem bertugas mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tubuh tumbuhan.
- Floem dicirikan dengan adanya komponen pembuluh tapis dan sel pengiring.

- Xilem dan floem membentuk berkas pembuluh angkut.
- Beberapa tipe ikatan pembuluh angkut yang dapat ditemukan antara lain *tipe kolateral*, *tipe konsentris*, *tipe bikolateral*, serta *tipe radial*.
 - ✓ *Ikatan Pembuluh Kolateral*, merupakan suatu ikatan pembuluh angkut yang terbentuk dari xilem dan floem yang letaknya bersebelahan dalam satu jari-jari yang sama.

Tipe ini dibedakan menjadi:

- *Kolateral terbuka*, apabila antara xilem dan floem terdapat kambium.
- *Kolateral tertutup*, apabila antara xilem dan floem tidak terdapat kambium. Contoh: pada tumbuhan monokotil.
- ✓ *Ikatan Pembuluh Konsentris*, merupakan suatu ikatan pembuluh angkut yang terdiri atas xilem dan floem yang membentuk cincin silindris. Tipe ini dibedakan menjadi:
 - *Amfikiribal*, xilem berada di tengah dan dikelilingi oleh floem.
 - *Amfivasal*, floem berada di tengah dan dikelilingi oleh xilem.
- ✓ *Ikatan Pembuluh Tipe Bikolateral*, merupakan tipe ikatan pembuluh di mana xilem diapit oleh floem luar dan floem dalam.

- ✓ *Ikatan Pembuluh Tipe Radial*, yaitu tipe ikatan pembuluh yang memperlihatkan kedudukan xilem dan floem bersebelahan pada jari-jari yang berbeda.

e. Jaringan gabus

- Fungsi jaringan gabus adalah untuk melindungi jaringan lain agar tidak kehilangan banyak air.
- Bersifat kedap air.

3. Sistem Jaringan Tumbuhan

a. Sistem jaringan dermal

- Dindingnya terdiri atas zat lilin, kitin, dan suberin yang ada hubungannya dengan fungsi dan letak yang merupakan bagian di luar tubuh.

b. Sistem jaringan pembuluh

- Terlibat dalam pengangkutan air dan makanan ke seluruh tubuh tumbuhan.

c. Sistem jaringan dasar

- Jaringan dasar pada tumbuhan adalah jaringan parenkim.

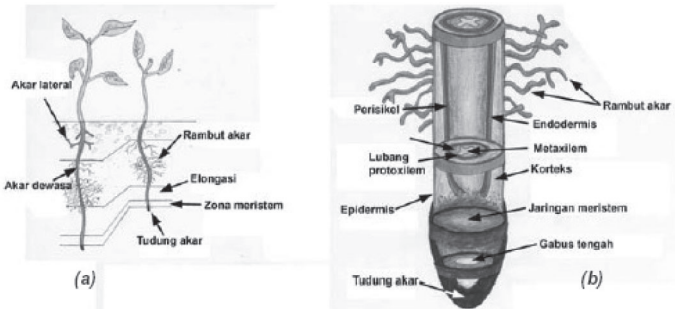
4. Organ Tumbuhan

a. Akar

- Asal akar adalah dari akar lembaga (*radix*).
- Akar monokotil dan dikotil ujungnya dilindungi oleh tudung akar atau *kaliptra*,

yang fungsinya melindungi ujung akar sewaktu menembus tanah.

- Akar pada tumbuhan memiliki fungsi bermacam-macam. Fungsi akar pada tumbuhan antara lain:
 - ✓ Untuk mengikat tubuh tumbuhan pada tanah.
 - ✓ Dapat berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan.
 - ✓ Menyerap air dan garam-garam mineral terlarut.



Struktur akar (a) struktur morfologi (b) struktur anatomi

b. Batang

- Berfungsi sebagai penyangga.
- Batang juga terdiri atas pembuluh yang menyalurkan air dan mineral yang penting ke seluruh bagian tumbuhan.
- Fungsi batang yang lain adalah memastikan tumbuhan mendapat sinar matahari.

1) Struktur luar

a) Batang tumbuhan herba

- Biasanya, berwarna hijau, jaringan kayu sedikit atau tidak ada, ukuran batang kecil.
- Umumnya relatif pendek.

b) Batang tumbuhan kayu

- Umumnya keras
- Umurnya relatif panjang.
- Permukaan batang keras dan di bagian tertentu terdapat *lentisel*.

2) Struktur dalam

a) Batang dikotil

Pada batang dikotil terdapat lapisan-lapisan dari luar ke dalam adalah:

(1) Epidermis

- ✓ Fungsi epidermis untuk melindungi jaringan di bawahnya.
- ✓ Lentisel berfungsi sebagai tempat pertukaran gas dan penguapan.

(2) Korteks

- ✓ Korteks batang disebut juga kulit pertama
- ✓ Terdiri atas beberapa lapis sel, yang dekat dengan lapisan epidermis tersusun atas jaringan kolenkim, makin ke dalam tersusun atas jaringan parenkim.

(3) Stele/silinder pusat

- ✓ Stele merupakan lapisan terdalam dari batang.
- ✓ Lapis terluar dari stele disebut *perisikel* atau *perikambium*.

b) Batang monokotil

- Meristem apikal tumbuhan monokotil berukuran lebih kecil dari meristem apikal tumbuhan dikotil.
- Tersusun atas lapisan epidermis, korteks, dan stele.

(1) Epidermis

- ✓ Epidermis batang tumbuhan monokotil memiliki dinding sel yang lebih tebal dari tumbuhan dikotil.

(2) Korteks

- ✓ Korteks batang tumbuhan monokotil berupa jaringan yang terdapat di bawah epidermis.

(3) Stele

- ✓ Stele batang tumbuhan monokotil merupakan jaringan di bawah korteks.

c) Daun

- Daun terletak di bagian atas tumbuhan dan melekat pada batang.
- Daun merupakan modifikasi dari batang.

1) Struktur daun.

a) Struktur luar

Secara morfologi daun terdiri dari:

- Helai daun (*lamina*).
- Tangkai daun (*petiolus*), terdapat bagian yang menempel pada batang disebut pangkal tangkai daun.
- Pelepah daun (*folius*), pada tumbuhan monokotil pangkal daun pipih dan lebar serta membungkus batangnya. Misalnya: pelepah daun pisang dan pelepah daun talas. Pada lembaran permukaan daun terdapat tulang atau urat daun.
- Tipe tulang daun ada empat macam, yaitu:
 - ✓ Menyirip, misalnya pada daun mangga.
 - ✓ Menjari, misalnya pada daun pepaya.
 - ✓ Melengkung, misalnya pada daun gadung.
 - ✓ Sejajar, misalnya pada daun jagung.
- Tumbuhan dikotil umumnya memiliki daun dengan susunan tulang daun menyirip dan menjari.
- Sedangkan tumbuhan monokotil memiliki daun dengan susunan tulang daun sejajar atau melengkung.

b) Struktur dalam

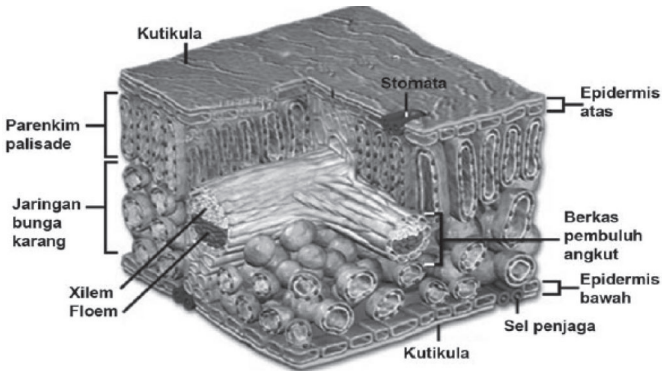
(1) Epidermis

- Epidermis merupakan lapisan terluar daun.
- Untuk mencegah penguapan yang terlalu

besar, lapisan epidermis dilapisi oleh lapisan *kutikula*.

(2) Mesofil

- Mesofil daun merupakan jaringan dasar yang tersusun atas dua lapisan sel, yakni *palisade* (jaringan pagar) dan *spons parenkim* (jaringan bunga karang).



Struktur dalam daun.

(3) Jaringan pembuluh

- Jaringan pembuluh daun (xilem dan floem) merupakan lanjutan dari jaringan batang dan tangkai daun.

B. Jaringan Hewan

1. Jaringan Epitel

- Jaringan epitel adalah jaringan yang melapisi permukaan tubuh (*epitelium*), membatasi antarorgan (*mesotelium*), atau membatasi organ dengan rongga dalam tubuh (*endotelium*).
- Epitel memiliki fungsi mengangkut bahan-bahan dari dan ke jaringan dan rongga yang dipisahkannya.

a. Epitel pipih

Berdasarkan lapisan penyusunnya, jaringan epitel pipih dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

1) *Epitel pipih selapis*

- ✓ Jaringan ini berfungsi dalam proses difusi, osmosis, filtrasi, dan sekresi.
- ✓ Contoh: pada pembuluh darah, alveolus, pembuluh limfa, glomerulus, dan ginjal.

2) *Epitel pipih berlapis banyak*

- ✓ Fungsi jaringan ini adalah sebagai pelindung.
- ✓ Contoh: pada kulit, rongga mulut, dan vagina.

b. Epitel batang (silindris)

Epitel batang berbentuk seperti batang, nukleusnya bulat, dan terletak di dasar sel.

1) *Epitel silindris selapis*

- ✓ Jaringan epitel silindris selapis disusun oleh selapis sel yang berbentuk batang.
- ✓ Contoh: pada lambung,

2) *Epitel silindris berlapis banyak*

- ✓ Jaringan epitel silindris berlapis banyak disusun oleh lebih dari satu sel yang berbentuk batang.
- ✓ Contoh: pada saluran kelenjar ludah dan uretra.

c. **Epitel kubus**

- Epitel kubus berbentuk seperti kubus, nukleusnya bulat, besar, dan terletak di tengah.
- Berdasarkan lapisan penyusunnya, maka epitel kubus dibagi menjadi:

Epitel kubus selapis

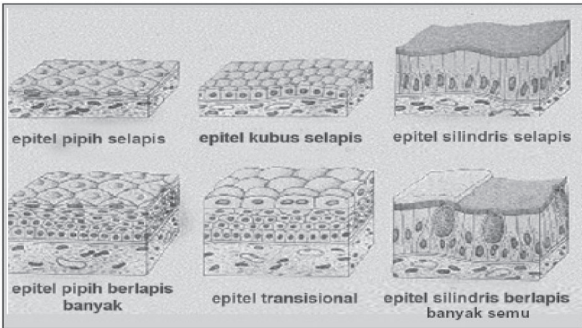
- Jaringan ini berfungsi dalam sekresi dan sebagai pelindung. Contoh: pada kelenjar tiroid, permukaan ovarium, dan lensa mata.

Epitel kubus berlapis banyak

- Jaringan ini berfungsi dalam sekresi dan absorpsi. Contoh: pada saluran kelenjar minyak dan kelenjar keringat pada kulit.

Epitel kubus berlapis banyak semu

- Jaringan epitel kubus berlapis banyak semu berfungsi sebagai perlindungan, sekresi, dan gerakan zat yang melewati permukaan.



Macam-macam jaringan epitel pada hewan

d. Epitel transisional

- Epitel ini memiliki bentuk sel yang berubah-ubah dan berlapis lapis.
- Bila jaringan ini menggelembung, maka sel-sel bagian dasar berbentuk kubus atau silindris.

2. Jaringan Pengikat (Konektif)

- Disebut juga jaringan penyokong atau jaringan penunjang.
- Jaringan ikat terdiri atas serabut, sel-sel, dan cairan ekstraseluler.
- Cairan ekstraseluler dan serabut disebut matriks.

- Serabut pada jaringan ikat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:
 - ✓ *Serabut kolagen*, tersusun dari kolagen, bersifat tidak elastis, dan tidak gampang sobek jika ditarik memanjang.
 - ✓ *Serabut elastis*, tersusun oleh protein yang disebut elastin dan bersifat seperti karet.
 - ✓ *Serabut retikuler*, sangat tipis, bercabang, serat tersusun oleh kolagen dan dilanjutkan oleh serabut-serabut kolagen.
- Fungsi jaringan ikat adalah mengikat atau mempersatukan jaringan-jaringan menjadi organ dan berbagai organ menjadi sistem organ serta menjadi selubung organ dan melindungi jaringan atau organ tubuh.

Berdasarkan struktur dan fungsinya jaringan ikat dibedakan menjadi berikut ini:

a. Jaringan ikat longgar

- Ciri-ciri jaringan ikat longgar adalah sel-selnya jarang dan sebagian jaringannya tersusun atas matriks yang mengandung serabut kolagen dan serabut elastis.
- Fungsi jaringan ikat longgar untuk membungkus organ-organ tubuh, pembuluh darah, dan saraf.

b. Jaringan ikat padat

- Jaringan ini terdapat pada selaput urat, selaput pembungkus otot, fasia, ligamen, dan tendon.
- Fasial adalah jaringan ikat berbentuk lembaran yang menyelimuti otot.
- Ligamen adalah jaringan ikat yang berperan sebagai penghubung antartulang.
- Tendon adalah ujung otot yang melekat pada tulang.
- Fungsi jaringan ikat padat untuk menghubungkan berbagai organ tubuh seperti otot dengan tulang-tulang, tulang dengan tulang, juga memberikan perlindungan terhadap organ tubuh.

c. Jaringan tulang rawan (kartilago)

- Jaringan tulang rawan pada anak-anak berasal dari jaringan embrional yang disebut *mesenkim*.
- Pada orang dewasa berasal dari selaput tulang rawan atau *perikondrium* yang banyak mengandung *kondroblas* atau pembentuk sel-sel tulang rawan.
- Fungsinya untuk menyokong kerangka tubuh.

Ada 3 macam jaringan tulang rawan, yaitu:

1) *Kartilago hialin*

- Kartilago hialin merupakan bagian terbesar dari kerangka embrio.
- Selain itu kartilago hialin juga membantu pergerakan persendian, menguatkan saluran

pernapasan, memberi kemungkinan pertumbuhan memanjang tulang pipa, dan memberi kemungkinan tulang rusuk bergerak saat bernapas.

2) *Kartilago brosa*

- Fungsi utama untuk memberikan proteksi dan penyokong.

3) *Kartilago elastis*

- Jaringan ini terdapat pada daun telinga, epiglotis, pembuluh, dan laring.

d. Jaringan tulang sejati

Tulang sejati dapat dibagi menjadi 2 macam, yaitu:

- *Tulang padat (kompak)*, bila matriks tulang rapat dan padat. Contoh: tulang pipa.
- *Tulang spons*, bila matriksnya berongga. Contoh: tulang pendek.

e. Jaringan lemak

- Jaringan ini terdapat di seluruh tubuh.
- Fungsinya untuk menyimpan lemak, untuk cadangan makanan, dan mencegah hilangnya panas secara berlebihan.

f. Jaringan darah

Jaringan darah merupakan jaringan ikat istimewa, karena berupa cairan. Bagian-bagian dari jaringan darah adalah:

1) Sel darah

- ✓ Sel darah merah (*eritrosit*) berfungsi untuk mengangkut oksigen.
- ✓ Sel darah putih (*leukosit*) berfungsi untuk melawan benda-benda asing yang masuk ke dalam tubuh.

2) Keping-keping darah (*trombosit*)

- ✓ Berfungsi dalam proses pembekuan darah.

3) Plasma darah

- ✓ Komponen terbesar adalah air, berperan mengangkut sari makanan, hormon, zat sisa hasil metabolisme, antibodi, dan lain-lain.

g. Jaringan limfa/ getah bening

- Fungsi jaringan limfa selain untuk kekebalan tubuh juga untuk mengangkut cairan jaringan, protein, lemak, garam mineral, dan zat-zat lain dari jaringan ke sistem pembuluh darah.

3. Jaringan Otot

- Jaringan otot tersusun atas sel-sel otot yang fungsinya menggerakkan organ-organ tubuh.
- Jaringan otot dapat dibedakan menjadi 3 macam, yaitu otot polos, otot lurik, dan otot jantung.

a. Jaringan otot polos

- ✓ Otot polos berkontraksi secara refleks dan di bawah pengaruh saraf otonom.
- ✓ Bila otot polos dirangsang, reaksinya lambat.
- ✓ Otot polos terdapat pada saluran pencernaan, dinding pembuluh darah, dan saluran pernapasan.

b. Jaringan otot lurik

- ✓ Nama lain otot lurik adalah jaringan otot kerangka karena sebagian besar jenis otot ini melekat pada kerangka tubuh.
- ✓ Fungsi otot lurik untuk menggerakkan tulang dan melindungi kerangka dari benturan keras.

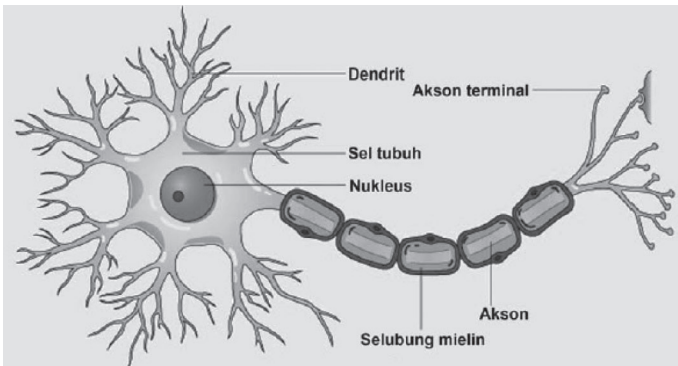
c. Jaringan otot jantung/miokardium

- ✓ Fungsi otot jantung adalah untuk memompa darah ke luar jantung.

4. Jaringan Saraf

- Jaringan saraf tersusun atas sel-sel saraf atau neuron.
- Terdapat 3 macam sel saraf yaitu sel saraf sensorik, sel saraf motorik, dan sel saraf penghubung.
 - ✓ *Sel saraf sensorik*, berfungsi menghantarkan rangsangan dari reseptor (penerima rangsangan) ke sumsum saraf pusat.

- ✓ *Sel saraf motorik*, berfungsi menghantarkan impuls motorik dari susunan saraf pusat ke efektor.
- ✓ *Sel saraf penghubung*, merupakan penghubung sel saraf yang satu dengan sel saraf yang lain.
- Sel saraf mempunyai kemampuan iritabilitas dan konduktivitas.
- *Iritabilitas* artinya kemampuan sel saraf untuk bereaksi terhadap perubahan lingkungan.
- *Konduktivitas* artinya kemampuan sel saraf untuk membawa impuls-impuls saraf.



Jaringan saraf.

5. Organ Hewan

- Kumpulan dari berbagai macam jaringan yang melaksanakan suatu tugas tertentu disebut dengan organ.

- Derajat dari organisme ditentukan dari makin beragamnya organ yang dimiliki.

6. Sistem Organ

- Kumpulan dari berbagai organ dan menjalankan tugas tertentu disebut sistem organ.
- Setiap organ memegang peranan yang sangat penting dalam menjalankan fungsinya.
- Contoh sistem organ adalah otot, rangka, pencernaan, dan lain-lain.



Latihan Soal

1. Pada akar tanaman dikotil titik-titik kaspari terdapat pada
 - a. Oeterma
 - b. Aksodermis
 - c. Endodermis
 - d. Xilem

Pembahasan:

Sel-sel endodermis dapat mengalami penebalan zat gabus pada dindingnya dan membentuk seperti titik-titik, dinamakan *titik kaspari*.

Jawaban: c



2. Fungsi tudung akar pada bagian ujung akar adalah
 - a. Menyerap unsur hara
 - b. Melindungi titik tumbuh akar
 - c. Membantu membelah batuan
 - d. Membantu menembus tanah

Pembahasan:

Akar monokotil dan dikotil ujungnya dilindungi oleh tudung akar atau *kaliptra*, yang fungsinya melindungi ujung akar sewaktu menembus tanah.

Jawaban: d



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB 13

SISTEM GERAK MANUSIA

- Gerak adalah hasil interaksi antara tulang, otot, dan persendian tulang.
- Alat gerak pada manusia meliputi alat *gerak pasif* berupa tulang dan alat *gerak aktif* berupa otot.
- Alat gerak pasif manusia yang berupa tulang terdiri atas tulang rawan dan tulang keras.
- Sementara alat gerak aktif manusia yang berupa otot, terdiri atas otot polos, otot lurik, dan otot jantung.

A. Kerangka Tubuh Manusia

- Kerangka manusia tersusun dari tulang-tulang, baik tulang yang panjang maupun tulang pendek.
- Tulang-tulang tersebut membentuk rangka dalam (endoskeleton) yang berfungsi:
 - ✓ Memberikan bentuk tubuh.
 - ✓ Menahan dan menegakkan tubuh.
 - ✓ Menjaga agar organ tubuh tetap berada di tempatnya.
 - ✓ Melindungi organ-organ tubuh seperti otak, jantung, dan paru-paru.
 - ✓ Untuk bergerak ketika dikehendaki otot.
 - ✓ Menghasilkan sel darah di dalam sum-sum tulang.

Endoskeleton pada manusia dibagi menjadi 2, yaitu:

- ✓ Kerangka sumbu (skeleton aksial): tengkorak dan badan.
- ✓ Kerangka apendikular (tangan dan kaki)

1. Jenis Tulang

Berdasarkan jenisnya, tulang dibedakan menjadi dua, yaitu tulang rawan (kartilago) dan tulang keras (tulang/osteon/sejati).

a. Tulang rawan

- Bersifat lentur, tersusun atas sel-sel tulang rawan (*kondrosit*) yang mensekresikan matriks (*kondrin*) berupa hialin atau kolagen.
- Misalnya, pada bagian persendian, daun telinga, cuping hidung, dan ruas-ruas tulang belakang.
- Tulang rawan memiliki tiga tipe, yaitu hialin, fibrosa, dan elastis.

1) Tulang rawan hialin

- Merupakan penyusun rangka embrio yang akan berkembang menjadi tulang keras.
- Selain pada embrio, tulang rawan hialin juga terdapat pada sendi gerak ujung tulang rusuk, hidung, bronki, dan trakea.

2) Tulang rawan fibrosa

- Tulang rawan fibrosa terdapat pada tendon dan ligamen.

3) Tulang rawan elastis

- Tulang rawan elastis terdapat pada daun telinga.

b. Tulang keras (tulang sejati)

- Tersusun dari jaringan tulang keras, yang terdiri dari sel-sel tulang (*osteosit*) yang membentuk lingkaran.
- Di tengah-tengah sel tulang terdapat *saluran havers*.
- Di dalam saluran havers terdapat pembuluh kapiler yang berfungsi untuk mengangkut sari makanan dan oksigen pada sel tulang.
- Pada tulang keras banyak mengandung zat kapur (kalsium) dan sedikit mengandung zat perekat.
- Sel-sel tulang keras yang telah mati akan membentuk rongga bekas sel tulang yang disebut *lakuna*.
- Tulang keras terdapat pada seluruh tulang anggota gerak.

2. Bentuk Tulang

a. Tulang pipa

Tulang pipa mempunyai ciri-ciri:

- ✓ Bentuknya bulat panjang seperti pipa.
- ✓ Pada kedua ujungnya berbonggol.
- ✓ Di dalamnya berisi sumsum kuning dan lemak. Sumsum kuning merupakan

cadangan untuk pembentukan sumsum merah.

- ✓ Contoh: tulang paha, tulang lengan atas, tulang kering, tulang betis, ruas-ruas jari tangan/ruas jari kaki, tulang hasta, dan tulang pengumpil.

Tulang pipa terbagi menjadi 3 bagian, yaitu:

- ✓ Bagian ujung yang disebut epifisis.
- ✓ Bagian tengah yang disebut diafisis.
- ✓ Di antara episis dan diafisis terdapat cakra epifisis (*discus epiphysealis*). Cakra ini kaya akan osteoblas dan menentukan pertumbuhan tinggi.

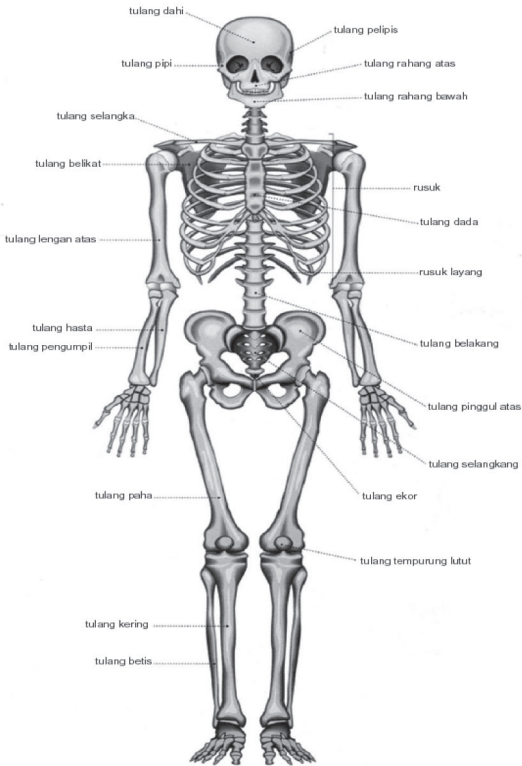
b. Tulang pipih

- Berbentuk pipih atau tipis.
- Di dalamnya berisi sumsum merah, tempat pembuatan sel darah merah dan sel darah putih.
- Contoh: tulang kepala (tengkorak), tulang rusuk, tulang dada, dan tulang belikat.

c. Tulang pendek

- Bentuk pendek dan bulat.
- Di dalamnya berisi sumsum merah, tempat pembuatan sel darah merah dan sel darah putih.
- Contoh: ruas-ruas tulang belakang, tulang pergelangan tangan, dan pergelangan kaki.

3. Susunan Tulang



Rangka tubuh manusia

Tulang-tulang yang menyusun rangka tubuh tersebut terdiri atas tiga kelompok besar, yaitu:

a. Tulang tengkorak (*cranium*)

- Tulang tengkorak berbentuk pipih, saling berhubungan, dan membentuk rongga.

- Tulang-tulang ini mengelilingi dan melindungi otak yang ada di dalamnya.
- Tulang tengkorak terdiri atas 22 tulang. Delapan tulang membentuk tengkorak bagian kepala/tempurung kepala dan 14 tulang tengkorak bagian muka/wajah.
- Tulang tempurung kepala tersusun dari tulang dahi (*os.frontal*), tulang kepala belakang (*os. oksipital*), tulang ubun-ubun (*os.parietal*), tulang baji (*os.sphenoid*), tulang tapis (*os.ethmoid*), dan tulang pelipis (*os.temporal*).
- Di bagian bawah tempurung kepala terdapat rongga khusus yang disebut *foramen magnum* yang menjadi tempat masuk dan keluarnya pembuluh saraf serta darah yang kemudian menuju ke sumsum tulang belakang.
- Tulang muka terdiri atas dua tulang rahang atas (*maksila*), dua tulang rahang bawah (*mandibula*), dua tulang pipi (*zigomatik*), dua tulang air mata (*lakrimal*), dua tulang hidung (*nasal*), dua tulang langit-langit (*palatum*), dan satu tulang pangkal lidah (*hioid*).

b. Tulang Badan

- Tulang belakang berada di bagian tengah tubuh yang berfungsi untuk menopang seluruh tubuh, dan tempat pelekatan tulang rusuk. Tulang belakang berbentuk tulang pendek dan berjumlah 33 ruas yang terdiri atas:

- ✓ Tujuh ruas tulang leher (*vertebra servikalis*),
 - ✓ Dua belas ruas tulang punggung (*vertebra dorsalis*),
 - ✓ Lima ruas tulang pinggang (*vertebra lumbalis*),
 - ✓ Lima ruas tulang kelangkang (*vertebra sakralis*),
 - ✓ Empat ruas tulang ekor (*coxigeus*).
- Tulang dada merupakan tempat melekatnya tulang rusuk bagian depan. Tulang dada terdiri atas 3 bagian, yaitu bagian hulu dada (*manubrium sterni*), bagian dada (*corpus sterni*), dan bagian taju pedang (*prosesus xyphoideus*).
 - Tulang rusuk (iga), terdiri atas tiga jenis tulang, yaitu tujuh pasang tulang rusuk sejati, tiga pasang tulang rusuk palsu, dan dua pasang tulang rusuk melayang.
 - Tulang gelang bahu, terdiri atas dua tulang belikat dan dua tulang selangka. Tulang belikat melekat pada tulang rusuk. Sedangkan tulang selangka melekat pada tulang dada.
 - Tulang gelang panggul, terdiri atas dua tulang pinggul, dua tulang duduk, dan dua tulang kemaluan.

c. Tulang anggota gerak

- Tulang anggota gerak bagian atas:
 - ✓ Terdiri atas gelang bahu
 - ✓ Dua tulang lengan atas
 - ✓ Dua tulang pengumpil
 - ✓ Dua tulang hasta
 - ✓ Enam belas tulang pergelangan tangan
 - ✓ Sepuluh tulang telapak tangan
 - ✓ Dan 28 tulang jari tangan.
- Tulang anggota gerak bagian bawah:
 - ✓ Terdiri atas gelang panggul
 - ✓ Dua tulang paha
 - ✓ Dua tulang tempurung lutut
 - ✓ Dua tulang kering
 - ✓ Dua tulang betis
 - ✓ Empat belas tulang pergelangan kaki
 - ✓ Sepuluh tulang telapak kaki
 - ✓ Dan 28 tulang jari kaki.

4. Sumsum tulang

- Sumsum tulang mengisi rongga bagian dalam tulang.
- Ada dua macam sumsum tulang, yaitu:
 - ✓ Sumsum tulang merah (*medulla ossia rubra*), merupakan tempat pembuatan sel darah merah.

- ✓ Sumsum tulang kuning (*medulla ossia*), terdapat pada tulang anggota gerak orang dewasa.

5. Sendi

- Hubungan antartulang dinamakan *artikulasi*.
- Hubungan antartulang yang memungkinkan pergerakan disebut *persendian*.

Dari sifat gerakannya, maka persendian dapat dibagi menjadi 3 macam, yaitu:

- ***Sendi mati (sinartrosis)*** adalah hubungan antartulang yang sudah tidak dapat digerakkan lagi, misalnya persendian pada tulang tengkorak kepala. Sinartrosis terdiri atas:
 - ✓ *Sinkondrosis*: kedua ujung tulang dihubungkan dengan kartilago.
 - ✓ *Sinfibrosis*: kedua ujung tulang dihubungkan dengan serabut.
- ***Sendi kaku (amfiartrosis)*** adalah hubungan antartulang yang memungkinkan adanya sedikit gerakan (terbatas). Misalnya persendian pada pergelangan tangan dan kaki.
- ***Sendi gerak (diartrosis)*** adalah hubungan antartulang yang memungkinkan gerakan lebih bebas. Mangkuk sendi berisi cairan sendi (minyak sinovial) yang berfungsi sebagai minyak pelumas.

Sendi gerak dapat dibedakan sebagai berikut:

- **Sendi engsel**

- ✓ Adalah persendian yang memungkinkan gerakan satu arah, seperti gerakan pada pintu
- ✓ Contohnya pada siku dan lutut.

- **Sendi peluru**

- ✓ Merupakan hubungan dua tulang, yang satu berbentuk mangkuk sendi, sedangkan tulang yang lain berbentuk bonggol yang bersesuaian.
- ✓ Misalnya persendian pada lengan atas dengan gelang bahu, tulang paha dengan gelang pinggul.

- **Sendi putar**

- ✓ Merupakan persendian yang mengakibatkan salah satu tulang dapat berputar terhadap tulang yang lain sebagai poros sendi.
- ✓ Misalnya persendian pada tulang atlas dan tulang pemutar, serta tulang hasta dan tulang pengumpil.

- **Sendi pelana**

- ✓ Merupakan persendian yang memungkinkan gerakan ke dua arah.
- ✓ Misalnya persendian pada tulang telapak tangan dengan ibu jari.

- **Sendi ovoid/elips**

- ✓ Kedua ujung tulang berbentuk oval.
- ✓ Misalnya pada pergelangan tangan.

B. Otot Manusia

1. Macam-macam Otot

Menurut bentuk dan cara kerjanya, terdapat 3 macam otot, yaitu: *Otot polos*, *Otot lurik/serat lintang*, *Otot jantung/miokardium (involunter)*

Perbedaan	Otot lurik	Otot polos	Otot jantung
Bentuk	Panjang, silindris	Gelondong, ujung meruncing	Panjang, silindris bercabang-cabang
Jumlah inti sel	Banyak, terletak di tepi sel	Satu, terletak di tengah sel	Banyak terletak di tengah serabut
Kerja	Dipengaruhi kesadaran	Tidak dipengaruhi kesadaran	Tidak dipengaruhi kesadaran
Gerak dan ketahanan	Cepat, tidak terlalu teratur, cepat lelah	Lambat, teratur, dan tidak cepat lelah	Teratur dan tidak cepat lelah

Perbedaan antara Otot Lurik, Otot Polos, dan Otot Jantung

2. Bagian-bagian Otot

Otot-otot merupakan sebuah jaringan di dalam tubuh yang memiliki 3 karakteristik, yaitu:

- ✓ **Kontraktibilitas:** kemampuan untuk memendek.
- ✓ **Ekstensibilitas:** kemampuan untuk memanjang.
- ✓ **Elastisitas:** kemampuan untuk kembali ke ukuran semula setelah memendek atau memanjang.

Apabila dilihat tanpa bantuan mikroskop, maka otot terdiri dari:

- **Tendon:** urat otot, bagian ujung otot yang mengecil.
- **Ventrikel:** empal otot, bagian tengah otot yang menggembung.
- **Origo:** ujung otot yang melekat pada tempat yang tidak bergerak.
- **Inersio:** ujung otot yang melekat pada tempat yang bergerak.
- **Diskus interkalaris:** bagian khas otot jantung yang merupakan batas.

3. Cara Kerja Otot

- Tulang-tulang dapat digerakkan karena adanya otot yang berkontraksi.
- Bagian otot yang berkontraksi sebenarnya adalah sel-sel otot.

- Otot berkontraksi karena pengaruh suatu rangsangan melalui saraf.
- Rangsangan yang tiba ke sel otot akan memengaruhi suatu zat (asetilkolin) yang peka terhadap rangsangan.
- Asetilkolin adalah zat pemindah rangsangan yang dihasilkan pada bagian ujung saraf.
- Otot yang sedang berkontraksi menjadi besar, memendek, dan mengeras.
- Bila otot berkontraksi, maka tulang-tulang tempat otot melekat akan tertarik, sehingga tulang turut bergerak.

4. Sifat Kerja Otot

Sifat kerja otot ada yang berlawanan (antagonis) dan ada yang bersamaan (sinergis).

a. Otot antagonis

- Otot antagonis adalah dua otot yang bekerja saling berlawanan, yaitu apabila satu otot berkontraksi, maka otot yang lain relaksasi.

Macam-macam gerak antagonis adalah:

1) Fleksi dan ekstensi

- Fleksi merupakan gerak menekuk atau membengkokkan.
- Sebaliknya, ekstensi merupakan gerak meluruskan.
- Contohnya gerak pada siku.

2) Adduksi dan abduksi

- Adduksi merupakan gerak mendekati tubuh
- Abduksi merupakan gerak menjauhi tubuh.
- Contohnya gerak meregangkan jari-jari tangan.

3) Elevasi dan depresi

- Elevasi merupakan gerak mengangkat.
- Depresi merupakan gerak menurunkan.
- Contohnya gerak membuka dan menutup mulut.

4) Supinasi dan pronasi

- Supinasi merupakan gerak menengadahkan tangan.
- Pronasi merupakan gerak menelungkupkan tangan.

5) Inversi dan eversi

- Inversi merupakan gerak memiringkan (membuka) telapak kaki ke arah dalam tubuh.
- Eversi merupakan gerak memiringkan (membuka) telapak kaki ke arah luar.

b. Otot sinergis

- Otot sinergis adalah dua otot yang bekerja bersamaan, yaitu sama-sama berkontraksi atau sama-sama relaksasi.
- Contoh: otot-otot pronator yang terdapat pada lengan bawah.

C. Gangguan dan Kelainan pada Sistem Gerak

1. Gangguan dan Kelainan pada Rangka

a. Gangguan fisik

- Gangguan fisik yang paling sering terjadi pada tulang adalah: patah tulang (fraktura) atau retak tulang (fisura).
- Tulang yang patah keluar dari permukaan kulit disebut *patah tulang terbuka*
- Sedangkan bila tulang yang patah di dalam kulit dan otot disebut *patah tulang tertutup*.

b. Gangguan Fisiologis

Gangguan fisiologis pada tulang dapat disebabkan oleh kelainan fungsi hormon atau vitamin.

1) Rakitis

- ✓ Rakitis merupakan penyakit tulang di mana kaki melengkung menyerupai huruf O atau X.

2) Mikrosefalus

- ✓ Mikrosefalus merupakan gangguan pertumbuhan tulang tengkorak, sehingga kepala berukuran kecil disebabkan karena pada masa bayi kekurangan kalsium.

3) Osteoporosis

- ✓ Osteoporosis merupakan gangguan tulang dengan gejala penurunan massa tulang, sehingga tulang menjadi rapuh.

c. Gangguan tulang belakang

- Gangguan tulang belakang terjadi karena adanya perubahan posisi tulang belakang (*spina*), sehingga menyebabkan perubahan kelengkungan batang tulang belakang.
- Kelainan atau gangguan tulang belakang, antara lain:
 - ✓ **Skoliosis**, tulang punggung bengkok ke kiri atau ke kanan.
 - ✓ **Lordosis**, tulang punggung terlalu bengkok ke depan.
 - ✓ **Kifosis**, tulang punggung terlalu bengkok ke belakang.
- Kelainan tulang punggung tersebut di atas disebabkan kebiasaan duduk yang kurang baik.

d. Gangguan persendian

1) Dislokasi

- Merupakan gangguan yang terjadi karena pergeseran tulang penyusun sendi dari posisi awal karena jaringan ligamen yang sobek atau tertarik.

2) Terkilir

- Merupakan gangguan karena tertariknya ligamen sendi oleh gerakan tiba-tiba atau gerakan yang tidak biasa dilakukan.

3) Ankilosis

- Merupakan gangguan yang terjadi karena tidak berfungsinya persendian.

4) Arthritis

- Merupakan gangguan yang disebabkan adanya peradangan sendi.
- Arthritis dibedakan menjadi:

a. Rematoid

- ✓ Merupakan penyakit menurun yang dapat timbul di segala umur.
- ✓ Penyakit ini ditandai oleh jaringan penghubung yang tumbuh di dalam sendi dan kemudian mengeras.
- ✓ Akibatnya, kedua tulang pada sendi menyatu, sehingga tidak dapat digerakkan.

b. Osteoarthritis

- ✓ Merupakan penipisan tulang rawan yang menghubungkan persendian.

c. Gautarthritis

- ✓ Gangguan gerak akibat kegagalan metabolisme asam urat, sehingga terjadi penimbunan asam urat pada persendian.

2. Gangguan dan Kelainan pada Sistem Otot

a. Kram

- Kram disebabkan oleh kejang otot.
- Otot tiba-tiba berkontraksi sangat kuat, sehingga sakit.

b. Nyeri otot

- Nyeri otot biasanya diderita orang berusia lanjut.
- Penyakit ini mungkin disebabkan pembengkakan jaringan penghubung otot.

c. Polio

- Polio disebabkan infeksi virus pada saraf yang mengendalikan gerakan otot rangka.
- Orang yang terserang penyakit polio dapat menjadi lumpuh.

d. Sawan

- Sawan adalah kontraksi pada beberapa kelompok otot yang tidak terkoordinasi.
- Sawan bisa terjadi akibat gangguan pada otak.

e. Keseleo

- Keseleo terjadi di daerah sendi dan ligamen sendi.
- Otot atau tendon dapat putus akibat tarikan yang tiba-tiba dan kuat.



Latihan Soal

1. Gerakan yang terjadi antara tulang ibu jari dan tulang telapak tangan adalah dua arah, ke depan dan ke belakang atau ke kiri dan ke kanan. Sendi yang menghubungkan tulang ini termasuk
 - a. Sendi engsel
 - b. Sendi putar
 - c. Sendi peluru
 - d. Sendi pelana

Pembahasan:

Sendi pelana merupakan persendian yang memungkinkan gerakan ke dua arah. Misalnya persendian pada tulang telapak tangan dengan ibu jari.

Jawaban: d

2. Yang tidak termasuk fungsi rangka tubuh adalah
 - a. Tempat melekatnya otot/daging
 - b. Sebagai pelindung organ-organ tubuh yang penting
 - c. Pemberi bentuk tubuh
 - d. Sebagai alat gerak aktif

Pembahasan:

Fungsi rangka tubuh:

- ✓ Memberikan bentuk tubuh.
- ✓ Menahan dan menegakkan tubuh.
- ✓ Menjaga agar organ tubuh tetap berada di tempatnya.
- ✓ Melindungi organ-organ tubuh seperti otak, jantung, dan paru-paru.
- ✓ Untuk bergerak ketika dikehendaki otot.
- ✓ Menghasilkan sel darah di dalam sum-sum tulang.

Sementara alat gerak aktif manusia yang berupa otot, terdiri atas otot polos, otot lurik, dan otot jantung.

Jawaban: d



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB 14

SISTEM SIRKULASI (PEREDARAN DARAH)

- Sistem peredaran darah dan sistem peredaran getah bening merupakan satu kesatuan dalam sistem sirkulasi atau transportasi.
- Dinamakan sistem transportasi karena darah berfungsi mengangkut zat-zat makanan dan mengedarkan gas-gas pernapasan ke seluruh tubuh.
- Sistem peredaran getah bening juga berfungsi untuk mengangkut lemak.

A. Organ Penyusun Sistem Peredaran Darah

Darah selalu beredar di dalam pembuluh darah, yaitu pembuluh nadi dan pembuluh balik, sehingga disebut dengan peredaran tertutup.

1. Darah

- Darah berbentuk cairan yang berwarna merah dan agak kental.
- Terbentuk dari beberapa komponen, yaitu plasma darah, sel darah merah, sel darah putih, dan keping darah.

a. Plasma darah

- Merupakan komponen terbesar dalam darah, karena lebih dari separuh darah mengandung plasma darah.
- Hampir 90% bagian dari plasma darah adalah air.

- Plasma darah berfungsi untuk mengangkut sari makanan ke sel-sel serta membawa sisa pembakaran dari sel ke tempat pembuangan.
- Fungsi lainnya adalah menghasilkan zat kekebalan tubuh terhadap penyakit atau zat antibodi.

b. Sel darah merah (eritrosit)

- Merupakan bagian utama dari sel darah.
- Jumlah pada pria dewasa sekitar 5 juta sel/cc darah dan pada wanita sekitar 4 juta sel/cc darah.
- Warna merah disebabkan oleh hemoglobin (Hb) yang berwarna merah tua.
- Hemoglobin berfungsi untuk mengikat oksigen.
- Fungsi utama hemoglobin adalah mengangkut oksigen dari paru-paru membentuk *oksihemoglobin* yang beredar ke seluruh jaringan-jaringan tubuh.

c. Sel darah putih (leukosit)

- Sel darah putih bentuknya tidak tetap.
- Sel darah putih dibuat di sumsum merah dan kelenjar limpa.
- Jumlah sel pada orang dewasa berkisar antara 6.000 - 9.000 sel/cc darah. Leukosit berumur 12 hari.
- Fungsi utama dari sel tersebut adalah untuk fagosit (pemakan) bibit penyakit/benda asing yang masuk ke dalam tubuh.

- Fungsi fagosit sel darah tersebut terkadang harus mencapai benda asing/kuman jauh di luar pembuluh darah.

Leukosit dibagi menjadi:

1. *Granulosit:*

- Leukosit yang di dalam sitoplasmanya memiliki butir-butir kasar (granula).
- Jenisnya adalah eosinofil, basofil, dan netrofil.
 - ✓ Eosinofil mengandung granula berwarna merah (warna eosin) disebut juga asidofil. Berfungsi pada reaksi alergi (terutama infeksi cacing).
 - ✓ Basofil mengandung granula berwarna biru (warna basa). Berfungsi pada reaksi alergi.
 - ✓ Neutro I (ada dua jenis sel, yaitu neutrofil batang dan neutrofil segmen). Disebut juga sebagai sel-sel PMN (Poly Morpho Nuclear). Berfungsi sebagai fagosit.

2. *Agranulosit:*

- Leukosit yang sitoplasmanya tidak memiliki granula. Jenisnya adalah limfosit dan monosit.
 - ✓ Limfosit (ada dua jenis sel, yaitu sel T dan sel B). Keduanya berfungsi untuk menyelenggarakan imunitas (kekebalan) tubuh.

- ✓ Monosit merupakan leukosit dengan ukuran paling besar. Monosit dapat berpindah dari darah ke jaringan. Di dalam jaringan, monosit membesar dan bersifat fagosit menjadi *makrofag*.

d. Keping darah (trombosit)

- Bentuk keping darah tidak teratur dan tidak mempunyai inti.
- Diproduksi pada sumsum merah, serta berperan penting pada proses pembekuan darah.
- Trombosit disebut juga sel darah pembeku.

Golongan darah

- Darah dibagi menjadi beberapa golongan berdasarkan tipe antigen yang terdapat di dalam sel.
- **Karl Landsteiner** (1868– 1943)
Mengelompokkan golongan darah manusia berdasarkan ada tidaknya *aglutinogen*, yaitu golongan darah A, B, AB, dan O.

Golongan Darah	Aglutinogen	Aglutinin
A	A	B
B	B	A
AB	AB	-
O	-	A dan B

*Golongan Darah dan Unsur Pokok
Aglutinogen dan Aglutinin*

- Transfusi darah adalah pemberian darah seseorang kepada orang lain.
- Orang yang berperan sebagai pemberi darah disebut *donor* dan yang menerima darah disebut *resipien*.

Golongan Darah	Aglutinogen	Aglutinin
A	+	-
B	-	+
AB	+	+
O	-	-

Aglutinasi Sel-sel dari Berbagai Golongan Darah dengan Aglutinin anti A dan anti B

- Golongan Darah O merupakan *donor universal*, karena golongan darah O dapat memberikan darahnya pada semua jenis golongan darah yang lain.
- Sedangkan golongan darah AB merupakan *resipien universal* karena golongan darah AB dapat menerima darah dari semua jenis golongan darah yang lain.

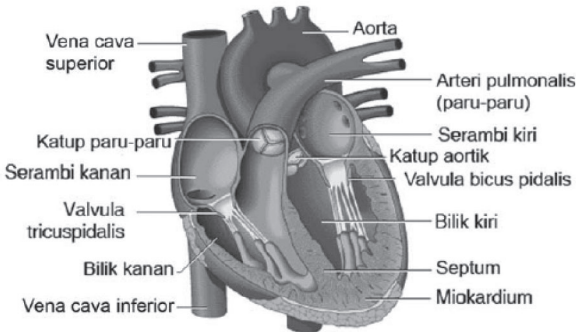
2. Alat Peredaran Darah

- Fungsi darah dalam metabolisme tubuh kita, antara lain:
 - ✓ Sebagai alat transportasi/pengangkut sari makanan, oksigen, karbon dioksida, sampah, dan air.

- ✓ Termoregulasi (pengatur suhu tubuh).
 - ✓ Immunologi (mengandung antibodi tubuh)
 - ✓ Homeostasis (mengatur keseimbangan zat, pH regulator).
- Darah didukung berbagai alat yang disebut alat peredaran darah untuk melakukan tugas-tugasnya.

a. Jantung

- Jantung terletak di rongga dada sebelah kiri dan terdiri atas tiga lapisan, yaitu *perikardium* (lapisan luar), *miokardium* (lapisan tengah/otot jantung), dan *endokardium* (lapisan dalam).
- Jantung berfungsi sebagai alat pemompa darah. Oleh karena itu, jantung mempunyai otot yang kuat.



Jantung dan bagian-bagiannya.

Cara kerja jantung adalah sebagai berikut:

- Darah dari paru-paru yang banyak mengandung oksigen masuk ke dalam serambi kiri. Dari serambi kiri darah diteruskan ke bilik kiri. Selanjutnya darah di bilik kiri dipompa keluar dari jantung menuju ke seluruh tubuh, membawa oksigen.
- Setelah oksigen digunakan untuk proses pembakaran di dalam sel-sel tubuh, darah kembali ke jantung dengan membawa karbon dioksida dan air.
- Darah dari seluruh tubuh masuk ke serambi kanan. Dari serambi kanan darah masuk ke bilik kanan. Selanjutnya dari bilik kanan, darah dipompa keluar dari jantung menuju ke paru-paru untuk melepaskan karbon dioksida dan mengambil oksigen.

b. Pembuluh darah

- Pembuluh darah adalah suatu saluran yang berfungsi untuk mengalirkan darah dari jantung ke seluruh tubuh dan dari seluruh tubuh kembali ke jantung.
- Berdasarkan fungsinya, pembuluh darah terdiri atas: pembuluh nadi (arteri), pembuluh balik (vena), dan pembuluh kapiler.

No.	Ciri-ciri	Pembuluh nadi	Pembuluh balik
1.	Arah aliran	Dari jantung	Menuju jantung
2.	Dinding pembuluh	Tebal dan elastis	Tipis dan tidak elastis
3.	Denyut	Terasa	Tidak terasa
4.	Letak	Di dalam, jauh dari permukaan kulit	Dekat permukaan kulit
5.	Katup	Satu, di dekat jantung	Banyak, sepanjang pembuluh
6.	Jika terluka	Darah memancar	Darah menetes

Perbedaan Pembuluh Nadi dan Pembuluh Balik

Pembuluh kapiler

- ✓ Pembuluh kapiler merupakan pembuluh darah yang sangat halus dan langsung berhubungan dengan sel-sel jaringan tubuh.
- ✓ Pembuluh kapiler menghubungkan ujung pembuluh nadi yang terkecil dan ujung pembuluh balik yang terkecil.
- ✓ Pembuluh kapiler sangat halus dan tipis karena hanya terdiri dari satu lapis sel.

B. Sistem Peredaran Darah Manusia

1. Peredaran Darah Besar (*Peredaran Darah Sistemik*)

- Peredaran darah besar adalah peredaran darah dari jantung ke seluruh tubuh, kecuali paru-paru.
- Peredaran darah besar dimulai dari bilik kiri jantung menuju ke tubuh bagian atas dan bagian bawah dengan membawa oksigen ke seluruh sel-sel tubuh.
- Selanjutnya, darah masuk kembali ke jantung melalui serambi kanan dengan membawa karbon dioksida.
- Pada sistem peredaran darah besar, ada suatu sistem peredaran darah yang disebut sistem *porta hepatica*.
- Dalam sistem porta ini, sebelum darah kembali ke jantung darah terlebih dahulu masuk ke dalam hati untuk dibersihkan dari racun-racun yang diserap oleh usus halus. Selanjutnya, darah kembali ke jantung melalui pembuluh balik (vena).

2. Peredaran Darah Kecil (*Peredaran Darah Pulmonalis*)

- Peredaran darah kecil adalah peredaran darah dari jantung ke paru-paru dan kembali ke jantung.

- Peredaran darah kecil dimulai dari bilik kanan jantung, mengangkut karbon dioksida menuju ke paru-paru kanan dan paru-paru kiri. Selanjutnya darah kembali ke jantung melalui serambi kiri.

Sistem Limfatik atau Peredaran Getah Bening

Sistem limfatik atau peredaran getah bening merupakan suatu cara di mana cairan dapat mengalir dari jaringan ke dalam darah.

1. Cairan Limfa (*Getah Bening*)

- Cairan tubuh yang masuk ke dalam pembuluh kapiler limfa disebut cairan limfa atau getah bening.
- Cairan ini berwarna kekuningan dan mengandung leukosit yang berfungsi untuk membunuh kuman-kuman penyakit yang masuk ke dalam tubuh.

2. Pembuluh Limfa dan Kelenjar Limfa

Pembuluh limfa terletak di sela-sela otot.

a. Pembuluh limfa kanan (*ductus limfaticus dexter*)

- Pembuluh limfa kanan merupakan kumpulan pembuluh limfa yang berasal dari kepala, leher, dada, jantung, paru-paru, dan lengan bagian kanan.
- Pembuluh ini bermuara di pembuluh balik di bawah tulang selangka kanan.

b. Pembuluh limfa dada (*ductus toraxicus*)

- Pembuluh limfa dada merupakan pembuluh limfa yang berasal dari bagian kiri tubuh, saluran pencernaan, dan sisi kanan bagian bawah tubuh.
- Pembuluh ini bermuara di pembuluh balik di bawah tulang selangka kiri.

3. Organ-organ Limfa

a. Limpa

Limpa terletak di dalam rongga perut di belakang lambung. Limpa berfungsi antara lain sebagai:

- Tempat pembentukan sel darah putih (leukosit) dan antibodi.
- Tempat membunuh kuman penyakit.
- Tempat pembongkaran sel darah merah yang sudah mati.
- Tempat cadangan sel darah. Jika ada bagian tubuh yang kekurangan darah, limfa akan mengeluarkan cadangannya.

b. Tonsil

- Tonsil terletak di bagian belakang rongga mulut sebelah kanan dan kiri serta di rongga hidung bagian belakang.
- Tonsil di rongga mulut disebut amandel, sedangkan di rongga hidung disebut polip.
- Tonsil berfungsi sebagai pertahanan tubuh dari kuman yang masuk ke dalam mulut dan hidung.

c. *Timus*

- Timus merupakan kelenjar yang sebagian besar terdiri atas jaringan limfa.
- Timus tersusun atas sel-sel epitel yang menyerupai limfosit.
- Timus memproduksi hormon yang berfungsi untuk merangsang produksi limfosit dalam organ-organ limfa.

C. Sistem Kekebalan Tubuh

Kemampuan tubuh untuk melawan berbagai macam kuman penyakit disebut dengan kekebalan/imunitas. Pada dasarnya di dalam tubuh dapat dijumpai dua macam kekebalan yang berhubungan erat satu sama lainnya, yaitu:

1. Antibodi, merupakan molekul globulin yang mampu menyerang agen penyakit.
 2. Pembentukan sel limfosit dalam jumlah besar yang secara khusus dirancang untuk menghancurkan benda asing. Kekebalan ini disebut kekebalan seluler.
- Antibodi yang dapat menggumpalkan antigen disebut *presipitin*, antibodi yang dapat menguraikan antigen disebut *lisin*, dan antibodi yang dapat menawarkan racun disebut *antitoksin*.

- Antibodi bekerja melalui dua cara yang berbeda untuk mempertahankan tubuh terhadap penyebab penyakit, yaitu:
 - ✓ Dengan menyerang langsung penyebab penyakit tersebut
 - ✓ Dengan mengaktifkan sistem komplemen yang kemudian akan merusak penyebab penyakit tersebut.
- Antibodi dapat melemahkan penyebab penyakit dengan salah satu cara berikut:
 - ✓ **Aglutinasi**, terbentuknya gumpalan-gumpalan yang terdiri atas struktur besar berupa antigen pada permukaannya.
 - ✓ **Presipitasi**, terbentuknya molekul yang besar antara antigen yang larut, misalnya racun tetanus dengan antibodi, sehingga berubah menjadi tidak larut dan akan mengendap.
 - ✓ **Netralisasi**, antibodi yang bersifat antigenik akan menutupi tempat-tempat yang toksik dari agen penyebab penyakit.
- 3. Lisis, beberapa antibodi yang bersifat antigenik yang sangat kuat kadang-kadang mampu langsung menyerang membran sel agen penyebab penyakit, sehingga menyebabkan sel tersebut rusak.

1. Kekebalan Bawaan

- Kekebalan bawaan adalah kekebalan yang disebabkan oleh proses umum dan bukan disebabkan proses melawan organisme penyebab penyakit yang spesifik.
- Kekebalan bawaan meliputi beberapa mekanisme, antara lain:
 - ✓ Fagositosis yang dilakukan oleh leukosit dan sel pada sistem makrofag jaringan terhadap bakteri serta penyebab penyakit lainnya.
 - ✓ Perusakan oleh asam yang disekresikan oleh lambung dan enzim pencernaan terhadap organisme yang masuk ke dalam lambung.
 - ✓ Daya tahan kulit terhadap serangan organisme penyebab penyakit.
 - ✓ Adanya senyawa-senyawa kimia tertentu di dalam darah yang akan melekat pada organisme asing atau toksin dan akan menghancurkannya.

2. Kekebalan Buatan

- Kekebalan buatan dapat dilakukan dengan pemberian imunisasi atau vaksin.
- Imunisasi diartikan *pengebalan* (terhadap penyakit). Kalau dalam istilah kesehatan imunisasi diartikan *pemberian vaksin untuk mencegah terjadinya penyakit tertentu*.

- Vaksin adalah suatu obat yang diberikan untuk membantu mencegah suatu penyakit.
- Vaksin membantu tubuh untuk menghasilkan antibodi. Adapun jenis-jenis imunisasi adalah sebagai berikut:

a. Imunisasi BCG

Memberikan kekebalan aktif terhadap penyakit tuberculosis (TBC).

b. Imunisasi DPT

Merupakan suatu vaksin *three in one* yang melindungi tubuh terhadap difteri, pertusis, dan tetanus.

c. Imunisasi DT

Memberikan kekebalan aktif terhadap toksin yang dihasilkan oleh kuman penyebab difteri dan tetanus.

d. Imunisasi TT (tetanus toksoid)

Memberikan kekebalan aktif terhadap penyakit tetanus.

e. Imunisasi Campak

Memberikan kekebalan aktif terhadap penyakit campak (tampek).

f. Imunisasi MMR

Memberi perlindungan terhadap campak, gondongan, dan campak Jerman.

g. Imunisasi Hib

Membantu dalam mencegah infeksi oleh *Haemophilus influenzae* tipe b.

h. Imunisasi Varisella

Memberikan perlindungan terhadap cacar air.

i. Imunisasi HBV

Memberikan kekebalan terhadap hepatitis B.

j. Imunisasi Pneumokokus Konjugata

Melindungi anak terhadap sejenis bakteri yang sering menyebabkan infeksi telinga.

D. Gangguan pada Sistem Peredaran Darah dan Kekebalan Tubuh

1. Gangguan pada Sistem Peredaran Darah

a. Anemia

- Penyakit kurang darah.
- Terjadi karena kandungan hemoglobin (Hb) dalam sel darah merah rendah atau berkurangnya sel darah merah.

b. Talasemia

- Merupakan penyakit yang diturunkan.
- Penderita talasemia, daya ikat sel darah merahnya terhadap oksigen rendah karena kegagalan pembentukan hemoglobin.

c. Hemofili

- Penyakit yang menyebabkan darah sukar membeku bila terjadi luka.
- Kelainan ini disebabkan oleh faktor keturunan (genetik).

d. Leukemia

- Leukemia atau kanker darah adalah penyakit bertambahnya sel darah putih yang tidak terkendali.

e. Hipertensi

- Hipertensi disebabkan oleh tekanan darah yang tinggi di dalam arteri.

f. Koronariasis

- Koronariasis merupakan penyempitan atau penyumbatan nadi tajuk (*arteri koronari*) pada jantung.

g. Varises

- Varises merupakan pelebaran pembuluh balik (vena).
- Varises biasanya terjadi di kaki terutama di bagian betis.

h. Hemoroid/Wasir/Ambeien

- Hemoroid merupakan pelebaran pembuluh darah balik pada daerah anus.

2. Gangguan dan Kelainan Sistem Kekebalan Tubuh

Penyakit dan Kelainan Sistem Imunitas.

a. Alergi

- Respons yang hipersensitif terhadap antigen tertentu yang berasal dari lingkungan.

b. Penolakan Transplantasi (Pencangkokan)

- Timbulnya reaksi penolakan dari tubuh resipien terhadap organ donor yang diberikan kepadanya.

c. Penurunan Kekebalan

- Penyakit menurunnya kekebalan tubuh disebut dengan penyakit AIDS (*Acquired Immunodeficiency Syndrome*).
- Penyakit ini disebabkan oleh virus HIV (*Human Immunodeficiency Virus*).

d. Penyakit Autoimunitas

- Menyebabkan gagalnya antibodi membedakan antigen asing dengan antigen dari dalam tubuh sendiri.
- Akibatnya, bisa menyebabkan terjadinya kerusakan zat-zat yang dianggap sebagai antigen yang berada dalam tubuhnya sendiri.

e. Multiple Sclerosis (MS)

- Pada penderita penyakit ini menyebabkan sel limfosit T bersifat reaktif terhadap mielin

serta memasuki sistem saraf pusat dan merusak selubung mielin dari neuron.

- Akibatnya penderita akan mengalami gangguan abnormalitas neurologis yang serius.



Latihan Soal

1. Fungsi hemoglobin adalah
 - a. Membawa CO_2 ke jaringan.
 - b. Membawa CO_2 dari jaringan.
 - c. Membantu dalam proses pembekuan darah.
 - d. Mengikat oksigen untuk diedarkan ke seluruh tubuh.

Pembahasan:

Hemoglobin berfungsi untuk mengikat oksigen. Fungsi utama hemoglobin adalah mengangkut oksigen dari paru-paru membentuk *oksihemoglobin* yang beredar ke seluruh jaringan-jaringan tubuh.

Jawaban: d



2. Fungsi jantung adalah
- Menyerap O_2 dari atmosfer.
 - Menyaring sisa metabolisme dari darah.
 - Menghasilkan eritrosit.
 - Memompa darah ke seluruh tubuh.

Pembahasan:

Jantung berfungsi sebagai alat pemompa darah. Oleh karena itu, jantung mempunyai otot yang kuat.

Jawaban: d



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB
15

SISTEM
PENCERNAAN

- Proses pencernaan makanan adalah perubahan makanan dari bentuk yang kasar (kompleks) menjadi bentuk yang halus (sederhana), sehingga dapat diserap oleh usus.
- Proses pencernaan melibatkan alat-alat pencernaan yang disebut sistem pencernaan.

A. Zat Makanan

Fungsi makanan bagi tubuh kita adalah:

- Penghasil bahan bakar atau sumber energi (karbohidrat, lemak, dan protein).
- Bahan pembangun tubuh dan menggantikan sel-sel tubuh yang rusak (protein dan mineral).
- Pengatur proses yang terjadi dalam tubuh dan sebagai pelindung tubuh terhadap berbagai macam penyakit (protein, vitamin, dan mineral).

1. Karbohidrat

- Karbohidrat merupakan sumber kalori utama bagi tubuh kita karena 80% dari kalori yang diperlukan tubuh berasal dari karbohidrat.
- Sebagai penghasil energi setiap satu gram karbohidrat menghasilkan 4,1 kalori.

Karbohidrat dapat dikelompokkan menjadi 3 macam, yaitu:

a. Monosakarida

- Monosakarida adalah karbohidrat yang terdiri atas satu molekul gula dan merupakan karbohidrat yang paling sederhana.
- Contoh: glukosa dan fruktosa.

B. Disakarida

- Disakarida adalah karbohidrat yang terdiri atas dua molekul gula atau terdiri atas dua unit monosakarida.
- Contoh: sukrosa/gula putih (gabungan glukosa dan fruktosa).

c. Polisakarida

- Polisakarida adalah karbohidrat yang terdiri atas banyak gugus gula atau terdiri atas banyak unit monosakarida.
- Contoh: pati (amilum).

Fungsi karbohidrat:

- Sumber energi.
- Menjaga keseimbangan asam basa di dalam tubuh.
- Berperan penting dalam proses metabolisme di dalam tubuh.
- Pembentuk struktur sel dengan mengikat protein dan lemak.

2. Protein

- Protein tersusun dari unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), dan nitrogen (N).
- Beberapa protein tertentu selain mengandung unsur-unsur tersebut juga mengandung unsur belerang (S) dan fosfor (P).
- Menurut sumbernya, protein dibagi menjadi dua golongan, yaitu protein yang berasal dari hewan disebut *protein hewani* dan dari tumbuhan disebut *protein nabati*.
- Fungsi protein:
 - ✓ Bahan pembangun sel-sel dalam jaringan tubuh.
 - ✓ Mengganti atau memperbaiki sel-sel dalam jaringan tubuh yang rusak.
 - ✓ Penghasil energi.
 - ✓ Membuat substansi penting, misalnya enzim dan hormon yang membantu metabolisme tubuh.
 - ✓ Menjaga keseimbangan asam-basa dalam tubuh.

3. Lemak (Lipid)

- Lemak tersusun atas unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O).
- Komponen lemak adalah asam lemak dan gliserol. Setiap satu gram lemak menghasilkan 9,3 kalori.

- Lemak yang kita makan bisa berasal dari hewan disebut *lemak hewani* atau tumbuhan disebut *lemak nabati*.

Fungsi lemak adalah:

- Sumber energi.
- Pelarut beberapa vitamin, yaitu vitamin A, D, E, dan K.
- Pelindung terhadap organ dalam tubuh.
- Pelindung tubuh dari suhu rendah.
- Cadangan makanan yang tersimpan di bawah kulit.
- Sebagai komponen bagian sel tertentu, misalnya membran sel.

4. Garam-garam Mineral

- Mineral adalah bahan kimia yang terdapat dalam bahan makanan yang diperlukan oleh tubuh kita.
- Fungsi mineral adalah:
 - ✓ Zat pengatur, sehingga menyebabkan proses metabolisme dalam tubuh berjalan normal, misalnya kalsium dan zat kapur.
 - ✓ Zat pembangun tubuh karena dapat memengaruhi bentuk rangka, yaitu kalsium dan fosfor.
 - ✓ Mengatur tekanan osmosis dalam tubuh.
 - ✓ Memberi elektrolit untuk kerja otot dan saraf.

5. Vitamin

- Vitamin merupakan zat organik dalam makanan yang diperlukan oleh tubuh sebagai pelengkap.
- Vitamin mutlak diperlukan oleh tubuh manusia dalam jumlah yang sangat kecil.

6. Air

- Air terdapat dalam jumlah besar pada tubuh manusia, meskipun air bukan zat gizi.
- Sekitar 60 – 70% berat tubuh kita adalah air.
- Fungsi air bagi tubuh adalah sebagai berikut:
 - ✓ Sebagai pelarut reaksi kimia yang terjadi di dalam tubuh.
 - ✓ Sebagai pelarut zat-zat sisa yang keluar dari tubuh dalam bentuk larutan.
 - ✓ Sebagai pengangkut hasil metabolisme ke seluruh tubuh (air merupakan bagian terbesar yang menyusun darah).
 - ✓ Mempertahankan suhu tubuh (37 °C).

B. Sistem Pencernaan Makanan

Proses pencernaan pada manusia dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

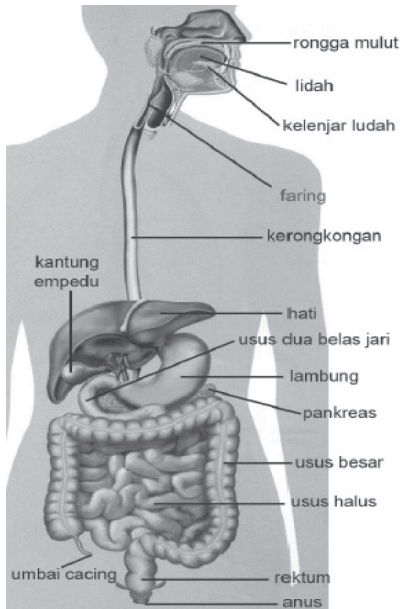
1. Pencernaan mekanik

- Pencernaan mekanik adalah proses perubahan makanan dari bentuk kasar menjadi bentuk kecil atau halus.

- Proses ini dilakukan dengan menggunakan gigi di dalam mulut.

2. Pencernaan kimiawi

- Pencernaan kimiawi adalah proses perubahan makanan dari zat yang kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana dengan enzim, yang terjadi mulai dari mulut, lambung, dan usus.
- *Enzim* adalah zat kimia yang dihasilkan oleh tubuh yang berfungsi mempercepat reaksi-reaksi kimia dalam tubuh.



Sistem pencernaan manusia.

1. Mulut

- Proses pencernaan makanan dimulai sejak makanan masuk ke dalam mulut.
- Di dalam mulut terdapat alat-alat yang membantu dalam proses pencernaan, yaitu gigi, lidah, dan kelenjar ludah.

a. Gigi

1) *Jenis gigi*

Manusia memiliki empat jenis gigi untuk berbagi tugas mengunyah makanan, yaitu:

- **Gigi seri:** berbentuk pipih dan tajam untuk mengiris makanan.
- **Gigi taring:** ujungnya yang runcing untuk mencabik dan menyobek makanan.
- **Gigi premolar (geraham depan):** bentuknya berlekuk-lekuk untuk mengiris dan melembutkan makanan.
- **Gigi molar (geraham belakang):** bentuknya berlekuk-lekuk untuk melembutkan makanan.

2) *Susunan gigi*

a) *Gigi sementara*

Jenis ini juga disebut gigi susu. Susunannya yang lengkap terdiri dari 20 buah gigi:

- Delapan gigi seri
- Empat gigi taring
- Delapan geraham depan

b) Gigi tetap

Susunan gigi tetap pada orang dewasa berjumlah 32 buah:

- Delapan gigi seri
- Empat gigi taring
- Delapan geraham depan
- Dua belas geraham belakang

Gigi yang pertama muncul adalah gigi molar pertama pada usia 6-7 tahun. Yang terakhir tumbuh ialah gigi molar ketiga, pada usia 17-25 tahun.

b. Lidah

- Lidah berfungsi untuk mengaduk makanan di dalam rongga mulut dan membantu mendorong makanan (proses penelanan) serta menghasilkan kelenjar ludah.
- Selain itu, lidah juga berfungsi sebagai alat pengecap yang dapat merasakan manis, asin, pahit, dan asam.

c. Kelenjar Ludah

- Kelenjar ludah menghasilkan ludah atau air liur (saliva).
- Kelenjar ludah dalam mulut ada tiga pasang, yaitu:
 - ✓ Kelenjar parotis, terletak di bawah telinga. Kelenjar parotis menghasilkan ludah yang berbentuk cair.

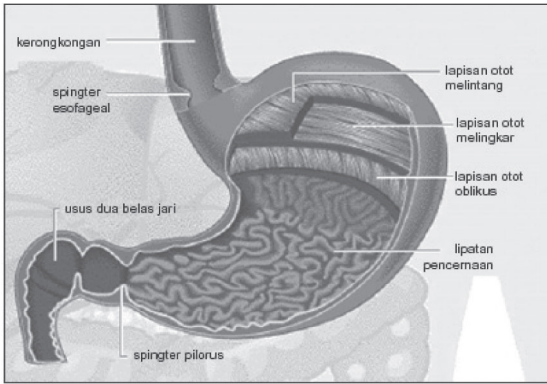
- ✓ Kelenjar submandibularis, terletak di rahang bawah.
- ✓ Kelenjar sublingualis, terletak di bawah lidah.
- Kelenjar submandibularis dan kelenjar sublingualis menghasilkan getah yang mengandung air dan lendir.
- Ludah berfungsi untuk memudahkan penelanan makanan, membasahi, dan melumasi makanan, sehingga mudah ditelan.
- Di dalam ludah terdapat enzim *ptialin* (amilase) yang berfungsi mengubah makanan dalam mulut yang mengandung zat karbohidrat (amilum) menjadi gula sederhana jenis maltosa.

2. Kerongkongan

- Kerongkongan berfungsi sebagai jalan bagi makanan yang telah dikunyah dari mulut menuju ke lambung.
- Otot kerongkongan dapat berkontraksi secara bergelombang sehingga mendorong makanan masuk ke dalam lambung. Gerakan kerongkongan ini disebut gerak *peristaltik*.

3. Lambung

- Lambung terdiri atas empat bagian, yaitu bagian kardiak, fundus, badan lambung, dan pilorus.



Struktur lambung.

- Makanan yang masuk ke dalam lambung tersimpan selama 2 – 5 jam.
- Selama makanan ada di dalam lambung, makanan dicerna secara kimiawi dan bercampur dengan getah lambung.
- Getah lambung adalah campuran zat-zat kimia yang sebagian besar terdiri atas air, asam lambung (HCl), serta enzim pepsin, renin, dan lipase.
- *Asam lambung* berfungsi untuk membunuh kuman penyakit atau bakteri yang masuk bersama makanan, mengubah sifat protein, dan mengaktifkan pepsinogen menjadi pepsin.
- *Pepsin* berfungsi memecah protein menjadi pepton dan proteosa.
- Enzim *renin* berfungsi menggumpalkan protein susu (kasein) yang terdapat dalam susu.

- *Lipase* adalah enzim yang menghidrolisis trigliserida menjadi asam lemak dan gliserol.
- Dinding lambung juga menghasilkan hormon *gastrin* yang berfungsi untuk pengeluaran (sekresi) getah lambung.

4. Hati

- Hati adalah alat yang besar, terletak di bawah sekat rongga badan dan mengisi sebagian besar bagian atas rongga perut sebelah kanan.
- Hati membuat empedu yang terkumpul dalam kantung empedu.
- Dalam metabolisme karbohidrat, hati berfungsi untuk:
 - ✓ Menyimpan glikogen.
 - ✓ Mengubah galaktosa dan fruktosa menjadi glukosa.
 - ✓ Glukoneogenesis (pengubahan molekul-molekul lemak, protein, dan laktat menjadi glukosa).
 - ✓ Membentuk senyawa kimia penting dari hasil perantara metabolisme karbohidrat.
- Hati berfungsi sangat penting terutama untuk mempertahankan konsentrasi gula dalam darah.
- Pada metabolisme protein, hati berfungsi untuk:
 - ✓ Pembentukan sebagian besar lipoprotein.

- ✓ Pembentuk sejumlah besar kolesterol dan fosfolipid.
- ✓ Mengubah sejumlah besar karbohidrat dan protein menjadi lemak.
- Pada metabolisme protein, hati berfungsi untuk:
 - ✓ Deaminasi asam amino, yaitu pengurangan gugus amin ($-NH_2$) pada asam amino.
 - ✓ Pembentukan urea, untuk mengeluarkan amonia dari cairan tubuh.
 - ✓ Pembentukan plasma protein.
 - ✓ Interkonversi di antara asam amino yang berbeda untuk proses metabolisme tubuh.

5. Kelenjar Pankreas

- Kelenjar pankreas adalah sebuah alat yang panjang melintang pada dinding belakang perut dan berjalan ke kiri sampai pada limpa.
- Sebagian jaringan pada pankreas dapat mengeluarkan getahnya, yaitu *insulin*. Insulin akan dicurahkan langsung ke dalam darah.
- Peran kelenjar pankreas dalam pencernaan adalah menghasilkan getah pankreas. Getah pankreas dialirkan ke dalam saluran pencernaan pada duodenum melalui *ductus coledochus* bersama cairan empedu.
- Getah pankreas mengandung lipase, garam karbonat, dan tripsinogen.

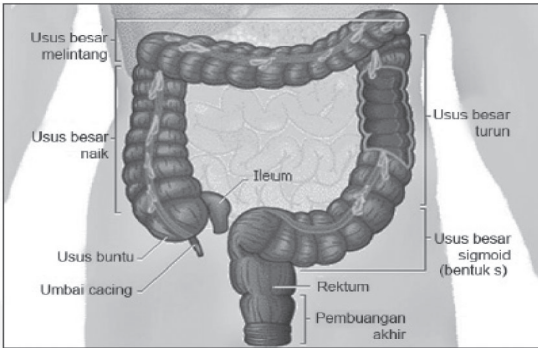
- *Lipase* adalah enzim yang digunakan untuk memecah lemak menjadi asam lemak dan gliserol.
- *Trypsinogen* adalah enzim yang belum aktif, jika sudah aktif akan menjadi tripsin dan berperan mencerna protein secara kimiawi.
- *Garam karbonat* berperan dalam pencernaan lemak.

6. Usus halus

- Usus halus terdiri atas tiga bagian, yaitu *duodenum* (usus dua belas jari), *jejunum*, dan *ileum* (usus penyerapan).
- Di dalam jejunum makanan mengalami pencernaan secara kimiawi oleh enzim yang dihasilkan oleh usus halus. Enzim-enzim tersebut adalah:
 - a. *Enterokinase*, berfungsi mengaktifkan tripsinogen yang dihasilkan pankreas.
 - b. *Laktase*, berfungsi mengubah laktosa menjadi glukosa.
 - c. *Erepsin* atau *dipeptidase*, berfungsi mengubah dipeptida atau pepton menjadi asam amino.
 - d. *Maltase*, berfungsi mengubah maltosa menjadi glukosa.
 - e. *Disakarase*, berfungsi mengubah disakarida menjadi monosakarida.
 - f. *Peptidase*, berfungsi mengubah polipeptida menjadi asam amino.

- g. *Sukrase*, berfungsi mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa.
- h. *Lipase*, berfungsi mengubah trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak.

7. Usus Besar



Usus besar.

- Di dalam usus besar terdapat bakteria *Escherichia coli*.
- Bakteria ini membantu dalam proses pembusukan sisa makanan menjadi feses.
- Selain itu, *E. coli* juga menghasilkan vitamin K yang berperan penting dalam proses pembekuan darah.

8. Anus

- Merupakan bagian akhir dari saluran pencernaan.

C. Gangguan Sistem Pencernaan

Kelainan dan penyakit pada sistem pencernaan antara lain sebagai berikut:

1. Diare

- Diare merupakan keadaan buang air besar yang terjadi terlalu sering dengan feses yang banyak mengandung air.
- Penyebab penyakit diare antara lain ansietas (stres), peradangan usus (misalnya kolera, disentri), kekurangan gizi (misalnya kelaparan, kekurangan zat putih telur), keracunan makanan atau tidak tahan terhadap makanan tertentu.

2. Sembelit

- Sembelit terjadi jika kim masuk ke usus dengan sangat lambat.
- Akibatnya, air terlalu banyak diserap usus, maka feses menjadi keras dan kering. Beberapa faktor penyebab sembelit adalah:
 - ✓ Kurang minum.
 - ✓ Kurang makanan berserat.
 - ✓ Tidak membiasakan diri buang air besar setiap hari.
 - ✓ Usia.
 - ✓ Kurangnya aktivitas fisik.
 - ✓ Kehamilan.
 - ✓ Dalam kondisi sakit.
 - ✓ Stres.

3. Tukak Lambung (Mag)

- ✓ Tukak lambung adalah luka pada lapisan lambung atau usus dua belas jari yang dikenal dengan sakit *mag*.
- ✓ Sebagian besar tukak lambung ini disebabkan oleh infeksi bakteri jenis tertentu (terutama bakteri *Helicobacter pylori*) dan produksi HCl yang berlebihan.

4. Radang Usus Buntu

- ✓ Radang usus buntu akibat dari infeksi yang terjadi pada usus buntu.
- ✓ Gejala penyakit ini adalah sakit perut. Sakit perut yang dirasakan biasanya di perut bagian bawah sebelah kanan.

5. Radang pada Dinding Lambung (Gastritis)

- ✓ Radang dinding lambung merupakan peradangan yang terjadi pada membran mukus yang melapisi lambung.
- ✓ Radang dinding lambung dapat disebabkan oleh alergi terhadap makanan tertentu, alkohol, obat-obatan, racun, dan bakteri tertentu.

D. Sistem Pencernaan Hewan Ruminansia

- Pola sistem pencernaan pada hewan memamah biak (ruminansia) umumnya sama dengan manusia, yaitu terdiri atas mulut, faring, esofagus, lambung, dan usus.
- Perbedaannya terletak pada susunan dan fungsi gigi serta lambungnya. Susunan giginya terdiri atas:
 - ✓ Gigi seri (incisivus) memiliki bentuk untuk menjepit makanan berupa tetumbuhan seperti rumput.
 - ✓ Geraham belakang (molar) memiliki bentuk datar dan lebar.
 - ✓ Rahang yang dapat bergerak menyamping untuk menggiling makanan.
- Lambung ruminansia terdiri atas 4 bagian, yaitu *rumen*, *retikulum*, *omasum*, dan *abomasum* dengan ukuran yang bervariasi sesuai dengan umur dan makanan alamiahnya.
- Makanan dari kerongkongan akan masuk rumen yang berfungsi sebagai gudang sementara bagi makanan yang tertelan.
- Di rumen terjadi pencernaan protein, polisakarida, dan fermentasi selulosa oleh enzim selulase yang dihasilkan oleh bakteri dan jenis protozoa tertentu.

- Usus pada sapi sangat panjang, usus halusnya bisa mencapai 40 meter. Hal itu dipengaruhi oleh makanannya yang sebagian besar terdiri dari serat (selulosa).

Latihan Soal



1. Jenis makanan yang merupakan sumber karbohidrat adalah
 - a. Beras, jagung, daging, dan susu
 - b. Beras, jagung, kentang, dan telur
 - c. Gandum, sagu, biji-bijian, dan ikan
 - d. Beras, jagung, gandum, dan sagu

Pembahasan:

Karbohidrat banyak terdapat pada makanan pokok seperti beras, jagung, gandum, sagu, ketela, dan lain-lain.

Jawaban: d

2. Penyebab terjadinya sembelit atau konstipasi adalah
 - a. Feses sangat cepat didorong oleh kolon sehingga feses terlalu encer
 - b. Usus membelit, sehingga zat makanan terhambat perjalanannya

- c. Penderita terlalu banyak memakan makanan yang merangsang lambung
- d. Feses sangat lambat didorong oleh kolon, karena terlalu banyak penyerapan air

Pembahasan:

Sembelit terjadi jika kim masuk ke usus dengan sangat lambat. Akibatnya, air terlalu banyak diserap usus, maka feses menjadi keras dan kering.

Jawaban: d

Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB 16

SISTEM PERNAPASAN

- Pernapasan adalah proses pertukaran gas antara makhluk hidup dengan lingkungannya.
- Dalam proses pernapasan, oksigen merupakan zat kebutuhan utama.

A. Sistem Pernapasan Manusia

1. Alat Pernapasan

- Alat pernapasan adalah alat atau bagian tubuh tempat O_2 dapat berdifusi masuk dan sebaliknya CO_2 dapat berdifusi keluar pada respirasi aerob.

a. Rongga hidung (*cavum nasalis*)

- Udara dari luar akan masuk lewat rongga hidung (*cavum nasalis*).
- Rongga hidung berfungsi untuk: menyaring udara, melembapkan udara, dan memanaskan udara.

b. Tekak (*faring*)

- Faring berfungsi sebagai jalannya udara dan makanan.
- Faring merupakan percabangan 2 saluran, yaitu saluran pernapasan (*nasofaring*) pada bagian depan dan saluran pencernaan (*orofaring*) pada bagian belakang.

c. Pangkal Tenggorokan (*laring*)

- Laring terletak antara faring dan trakea.
- Bagian dalam dindingnya digerakkan oleh otot untuk menutup serta membuka glotis.
- Glotis adalah lubang mirip celah yang menghubungkan trakea dengan faring.
- Laring memiliki katup yang disebut epiglottis.
- Pada saat menelan makanan, epiglottis tertutup, sehingga makanan tidak masuk ke tenggorokan tetapi menuju kerongkongan.

d. Tenggorokan (*trakea*)

- Dinding tenggorokan tipis dan kaku, dikelilingi oleh cincin tulang rawan, dan pada bagian dalam rongga bersilia.
- Silia-silia ini berfungsi menyaring benda-benda asing yang masuk ke saluran pernapasan.

e. Cabang-cabang tenggorokan (*bronkus*)

- Tenggorokan (*trakea*) bercabang menjadi dua bagian, yaitu bronkus kanan dan bronkus kiri.

f. Paru-paru (*pulmo*)

- Paru-paru terletak di dalam rongga dada bagian atas.
- Di bagian samping paru-paru dibatasi oleh otot dan rusuk, sedangkan di bagian bawah dibatasi oleh diafragma yang berotot kuat.

- Diafragma adalah sekat rongga badan yang membatasi rongga dada dan rongga perut.
- Paru-paru ada dua bagian, yaitu paru-paru kanan (*pulmo dekster*) yang terdiri atas 3 lobus dan paru-paru kiri (*pulmo sinister*) yang terdiri atas 2 lobus.
- Paru-paru dibungkus oleh dua selaput yang tipis, disebut *pleura*. Di dalam paru-paru terdapat bronkus dan bronkiolus.
- Bronkiolus bercabang-cabang menjadi pembuluh halus yang berakhir pada gelembung paru-paru yang disebut *alveolus*.
- Pada alveolus terjadi pertukaran oksigen dan karbon dioksida.

2. Mekanisme Pernapasan Manusia

- Menurut tempat terjadinya pertukaran gas, maka pernapasan dapat dibedakan atas 2 jenis, yaitu pernapasan luar dan pernapasan dalam.
- Pernapasan luar adalah pertukaran udara yang terjadi antara udara dalam alveolus dengan darah dalam kapiler.
- Pernapasan dalam adalah pernapasan yang terjadi antara darah dalam kapiler dengan sel-sel tubuh.

a. Pernapasan Dada

Pernapasan dada adalah pernapasan yang melibatkan otot antartulang rusuk. Mekanismenya dapat dibedakan sebagai berikut:

1). Fase inspirasi

- Fase ini berupa berkontraksinya otot antartulang rusuk, sehingga rongga dada mengembang.

2) Fase ekspirasi

- Fase ini merupakan fase relaksasi atau kembalinya otot antartulang rusuk ke posisi semula yang diikuti oleh turunnya tulang rusuk, sehingga rongga dada menjadi kecil.

b. Pernapasan Perut

- Pernapasan perut merupakan pernapasan yang mekanismenya melibatkan aktivitas otot-otot diafragma yang membatasi rongga perut dan rongga dada.
- Mekanisme pernapasan perut dapat dibedakan menjadi dua fase, yakni:

1) Fase inspirasi

- Fase inspirasi merupakan kontraksi otot diafragma, sehingga mengembang, akibatnya paru-paru ikut mengembang.

2) Fase ekspirasi

- Fase ekspirasi merupakan fase relaksasi otot diafragma (kembali ke posisi semula), sehingga rongga dada mengecil dan tekanan udara di dalam paru-paru lebih besar daripada tekanan udara luar, akibatnya udara keluar dari paru-paru.

3. Kapasitas Paru-paru

- Kapasitas paru-paru adalah kemampuan paru-paru menampung udara pernapasan.
- Kapasitas paru-paru dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Udara tidal

- Udara tidal yaitu udara yang keluar masuk paru-paru pada saat pernapasan biasa.
- Jumlah volume udaranya sebesar 500 mL.

b. Udara komplementer

- Udara komplementer yaitu udara yang masih dapat dihirup setelah inspirasi biasa. Besar volume udaranya sekitar 1,5 liter.

c. Udara suplementer

- Udara suplementer yaitu udara yang masih dapat dikeluarkan setelah melakukan ekspirasi biasa. Besar volume udaranya sekitar 1,5 liter.

d. Kapasitas vital paru-paru

- Kapasitas vital paru-paru yaitu kemampuan paru-paru untuk melakukan respirasi sekuat-kuatnya atau merupakan jumlah udara tidal, udara komplementer, dan udara suplementer.

- Jadi, besarnya volume kapasitas vital paru-paru kurang lebih 4 liter.

e. Udara residu

- Udara residu yaitu udara yang masih terdapat di dalam paru-paru setelah melakukan respirasi sekuat-kuatnya.
- Jumlahnya kurang lebih 500 ml.

f. Kapasitas total paru-paru

- Kapasitas total paru-paru yaitu seluruh udara yang dapat ditampung oleh paru-paru.
- Dalam keadaan normal, volume udara paru-paru manusia mencapai 4.500 cc. Udara ini dikenal sebagai kapasitas total udara pernapasan manusia.
- Walaupun demikian, kapasitas vital udara yang digunakan dalam proses bernapas mencapai 3.500 cc, yang 1.000 cc merupakan sisa udara yang tidak dapat digunakan tetapi senantiasa mengisi bagian paru-paru sebagai residu atau udara sisa.
- Besarnya volume udara pernapasan tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ukuran alat pernapasan, kemampuan dan kebiasaan bernapas, serta kondisi kesehatan.

4. Pertukaran O_2 dan CO_2 dalam Pernapasan

- Di dalam proses pertukaran O_2 dan CO_2 , oksigen yang dibutuhkan berdifusi masuk ke darah dalam kapiler darah yang menyelubungi alveolus.
- Selanjutnya, sebagian besar oksigen diikat oleh zat warna darah atau pigmen darah (hemoglobin) untuk diangkut ke sel-sel jaringan tubuh.
- Pengangkutan CO_2 oleh darah dapat dilaksanakan melalui 3 cara, yakni sebagai berikut:
 - ✓ Karbon dioksida larut dalam plasma dan membentuk asam karbonat dengan enzim anhidrase (7% dari seluruh CO_2).
 - ✓ Karbon dioksida terikat pada hemoglobin dalam bentuk karbomino hemoglobin (23% dari seluruh CO_2).
 - ✓ Karbon dioksida terikat dalam gugus ion bikarbonat (HCO_3) melalui proses berantai pertukaran klorida (70% dari seluruh CO_2).

5. Energi dalam Pernapasan

- Energi yang digunakan dalam kegiatan respirasi bersumber dari ATP (*Adenosin Tri Fosfat*) yang ada pada masing-masing sel.
- ATP berasal dari bahan-bahan karbohidrat yang diubah menjadi fosfat melalui tiga tahapan.

- Mula-mula, pada tahap I proses glikolisis oleh enzim glukokinase membentuk piruvat pada siklus glukosa. Kemudian tahap II, yakni siklus Krebs (TCA = *Tri Carboxylic Acid Cycle*). Kemudian tahap III, yakni tahap sistem transpor elektron.
- Glikolisis terjadi di sitoplasma, sedangkan siklus Krebs dan sistem transpor elektron terjadi di mitokondria.

6. Gangguan pada Pernapasan

a. Asfiksi

- Asfiksi yaitu gangguan pada sistem pernapasan yang disebabkan karena terganggunya pengangkutan O_2 ke sel-sel atau jaringan tubuh.

b. Sinusitis

- Sinusitis yaitu peradangan pada rongga hidung bagian atas.

c. Selesma

- Suatu keadaan di mana hidung tersumbat, ingus mengalir, bersin-bersin, serta tenggorokan terasa gatal.
- Selesma disebabkan oleh infeksi virus pada saluran pernapasan atas.

d. Flu (influenza)

- Suatu keadaan di mana hidung beringus,

bersin-bersin, tenggorokan meradang, sakit kepala, demam, otot terasa sakit dan lelah.

- Influenza disebabkan oleh infeksi virus pada saluran pernapasan atas.

e Bronkitis

- Bronkitis yaitu peradangan pada lapisan dinding bronkus (cabang tenggorok) yang disebabkan oleh infeksi virus.
- Peradangan ini menimbulkan batuk yang dalam, menghasilkan dahak berwarna abu-abu kekuningan dari paru-paru.

f. Asma

- Asma yaitu penyempitan saluran pernapasan utama pada paru-paru.

g. Tuberkulosis (TBC)

- Tuberkulosis yaitu penyakit yang menyerang paru-paru, sehingga pada bagian dalam alveolus terbentuk bintil-bintil karena terjadi peradangan pada dinding alveolus.

h. Pneumonia

- Peradangan pada paru-paru khususnya pada alveolus yang disebabkan oleh bakteri, virus, atau jamur.

i. Pleuritis

- Peradangan pada selaput pembungkus paru-paru (pleura).

j. Emfisema

- Penyakit pernapasan yang sering terjadi karena susunan dan fungsi alveolus yang abnormal.

B. Alat Pernapasan pada Hewan

1. Sistem Pernapasan pada Protozoa

- Protozoa (hewan bersel satu) tidak memiliki alat pernapasan khusus.
- Pernapasan dilakukan melalui seluruh permukaan selnya. O_2 dan CO_2 masuk dan keluar secara difusi.

2. Sistem Pernapasan pada Avertebrata

a. Sistem pernapasan pada Moluska

- Hewan anggota filum Moluska terdapat dua kelompok, yaitu:
 - ✓ Moluska yang hidup di darat, misalnya bekicot (*Achatina fulica*) bernapas dengan paru-paru.
 - ✓ Moluska yang hidup di air, misalnya kerang (kelas Bivalvia) bernapas dengan insang.

b. Sistem pernapasan pada Echinodermata

- Hewan-hewan Echinodermata hidup di air laut, contohnya bintang laut, landak laut, dan mentimun laut.

- Hewan-hewan ini bernapas dengan insang dermal atau insang kulit.

c. Sistem pernapasan pada Arthropoda

- Filum Arthropoda meliputi 4 kelas, yaitu:
 - ✓ Crustacea (golongan udang dan kepiting) bernapas dengan insang.
 - ✓ Myriapoda (golongan lipan dan luwing) bernapas dengan trakea.
 - ✓ Arachnida (golongan laba-laba dan kalajengking) bernapas dengan paru-paru buku.
 - ✓ Insekta (golongan serangga) bernapas dengan trakea.

3. Sistem Pernapasan pada Vertebrata

a. Sistem pernapasan ikan

- Ikan memiliki alat pernapasan berupa insang.
- Pada beberapa jenis ikan, rongga insangnya mempunyai perluasan ke atas yang disebut labirin yang berfungsi untuk menyimpan udara, sehingga ikan tersebut dapat hidup di air yang kekurangan oksigen.

b. Sistem pernapasan amfibi

- Salah satu contoh hewan amfibi adalah katak.
- Katak pada waktu masih larva bernapas dengan insang luar.

- Pada masa berudu terbentuk insang dalam sebagai alat pernapasan.
- Katak dewasa bernapas dengan paru-paru dan kulit.

c. Sistem pernapasan pada reptil

- Reptilia memiliki alat pernapasan berupa paru-paru.
- Pada kura-kura selain dengan paru-paru, pengambilan oksigen dibantu oleh lapisan kulit tipis dengan banyak kapiler darah yang ada di sekitar kloaka.

d. Sistem pernapasan pada aves

- Pada waktu terbang, otot-otot dada menggerakkan sayap, sehingga mengganggu pengambilan napas oleh paru-paru.
- Maka dari itu di samping memiliki paru-paru, burung memiliki alat bantu pernapasan berupa kantung udara (*sacus pneumatikus*).
Letak kantung udara:
 - ✓ Pangkal leher (*servikal*)
 - ✓ Ruang dada bagian depan (*toraks anterior*)
 - ✓ Antartulang selangka (*korakoid*)
 - ✓ Ruang dada bagian belakang (*toraks posterior*)
 - ✓ Rongga perut (*saccus abdominalis*) dan ketiak (*saccus axilliaris*).

- Fungsi kantung udara:
 - ✓ Membantu pernapasan, terutama saat terbang;
 - ✓ Menyimpan cadangan udara (oksigen);
 - ✓ Memperbesar atau memperkecil berat jenis pada saat berenang;
 - ✓ Mencegah hilangnya panas tubuh yang terlalu banyak.



Latihan Soal

1. Asfiksi adalah salah satu gangguan pernapasan pada manusia. Hal ini disebabkan oleh
 - a. Alveolus kemasukan air
 - b. Gangguan pengangkutan O_2 ke jaringan
 - c. Radang pada selaput pembungkus paru-paru
 - d. Melebarnya trakea karena otot polosnya berkontraksi terus-menerus

Pembahasan:

Asfiksi, yaitu gangguan pada sistem pernapasan yang disebabkan karena terganggunya pengangkutan O_2 ke sel-sel atau jaringan tubuh.

Jawaban: b

2. Kantung udara pada waktu burung terbang berfungsi untuk
 - a. Melindungi tubuh dari kedinginan
 - b. Mencegah pengeluaran panas tubuh
 - c. Meringankan tubuh
 - d. Alat bantu bernapas

Pembahasan:

Fungsi kantung udara:

- Membantu pernapasan, terutama saat terbang.
- Menyimpan cadangan udara (oksigen).
- Memperbesar atau memperkecil berat jenis pada saat berenang.
- Mencegah hilangnya panas tubuh yang terlalu banyak.

Jawaban: d



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB 17

SISTEM EKSKRESI

- Proses pengeluaran sisa metabolisme yang tidak berguna disebut *ekskresi*.
- Sistem ekskresi sangat berperan penting untuk menjaga keseimbangan cairan dalam tubuh (homeostatis) dengan cara *osmoregulasi*.
- Osmoregulasi, yaitu mekanisme untuk mengatur konsentrasi bahan terlarut dalam cairan sel atau cairan tubuh.

A. Sistem Ekskresi Manusia

- Sistem ekskresi membantu memelihara homeostatis dengan tiga cara, yaitu melakukan osmoregulasi, mengeluarkan sisa metabolisme, dan mengatur konsentrasi sebagian besar penyusun cairan tubuh.
- Tugas pokok alat ekskresi adalah membuang sisa metabolisme walaupun alat pengeluarannya berbeda-beda.
- Sistem ekskresi pada manusia dan vertebrata lainnya melibatkan organ paru-paru, kulit, ginjal, dan hati.

1. Ginjal

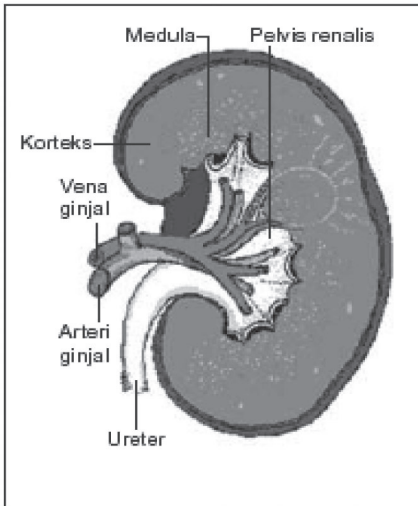
- Fungsi utama ginjal adalah mengekskresikan zat-zat sisa metabolisme yang mengandung nitrogen misalnya amonia.
- Amonia adalah hasil pemecahan protein dan bermacam-macam garam, melalui proses deaminasi atau proses pembusukan mikroba dalam usus.

- Selain itu, ginjal juga berfungsi mengekskresikan zat yang jumlahnya berlebihan, misalnya vitamin yang larut dalam air; mempertahankan cairan ekstraseluler dengan jalan mengeluarkan air bila berlebihan; serta mempertahankan keseimbangan asam dan basa. Hasil ekskresi dari ginjal berupa urine.

a. Struktur ginjal

Ginjal terdiri atas tiga bagian utama, yaitu:

1. Kortex (bagian luar),
2. Medula (sumsum ginjal),
3. Pelvis renalis (rongga ginjal).



b. Proses-proses di dalam ginjal

1) *Penyaringan (filtrasi)*

- Filtrasi terjadi pada kapiler glomerulus kapsul Bowman. Pada glomerulus terdapat sel-sel endotelium kapiler yang berpori (podosit), sehingga mempermudah proses penyaringan.
- Beberapa faktor yang mempermudah proses penyaringan adalah tekanan hidrolik dan permeabilitas yang tinggi pada glomerulus.

2) *Penyerapan kembali (reabsorpsi)*

- Volume urine manusia hanya 1% dari filtrat glomerulus.
- Oleh karena itu, 99% filtrat glomerulus akan direabsorpsi secara aktif pada tubulus kontortus proksimal dan terjadi penambahan zat-zat sisa serta urea pada tubulus kontortus distal.

3) *Augmentasi*

- Pada proses augmentasi, urine sekunder dari lengkung Henle akan masuk ke tubulus distal.
- Di dalam tubulus distal urine mengalami augmentasi, yaitu proses penambahan zat yang tidak diperlukan tubuh ke dalam tubulus kontortus distal.

c. Hal-hal yang memengaruhi produksi urine

- Hormon antidiuretik (ADH) yang dihasilkan oleh kelenjar hiposis posterior akan memengaruhi penyerapan air pada bagian tubulus distal karena meningkatkan permeabilitas sel terhadap air.
- Selain ADH, banyak sedikitnya urine dipengaruhi pula oleh faktor-faktor sebagai berikut:
 - ✓ Jumlah air yang diminum
 - ✓ Saraf
Rangsangan pada saraf ginjal akan menyebabkan penyempitan duktus aferen, sehingga aliran darah ke glomerulus berkurang. Akibatnya, filtrasi kurang efektif karena tekanan darah menurun.
 - ✓ Banyak sedikitnya hormon insulin
Apabila hormon insulin kurang (penderita diabetes melitus), kadar gula dalam darah akan dikeluarkan lewat tubulus distal.

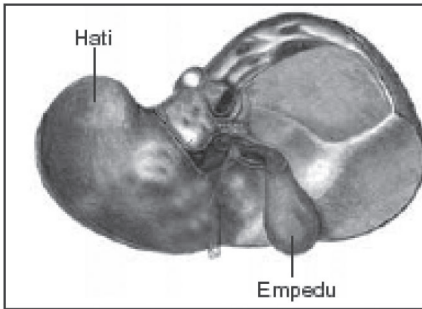
2. Paru-paru (Pulmo)

- Paru-paru memiliki fungsi utama sebagai alat pernapasan.
- Dioksida dan air hasil metabolisme di jaringan diangkut oleh darah lewat vena untuk dibawa ke jantung, dari jantung akan dipompakan ke paru-paru untuk berdifusi di alveolus.

- Selanjutnya, H_2O dan CO_2 berdifusi atau dieksresikan ke alveolus paru-paru karena pada alveolus bermuara banyak kapiler yang mempunyai selaput tipis.

3. Hati (Hepar)

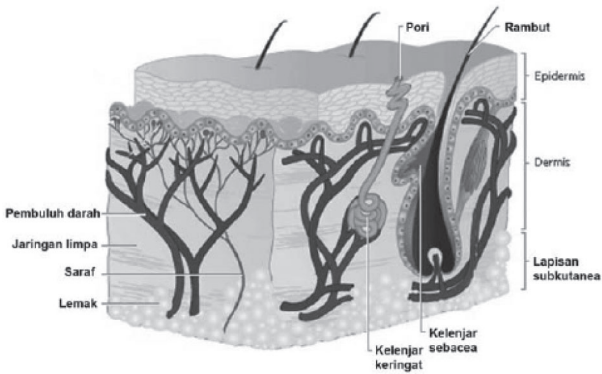
- Hati disebut juga sebagai alat ekskresi di samping berfungsi sebagai kelenjar dalam sistem pencernaan juga berfungsi merombak hemoglobin menjadi bilirubin dan biliverdin, setelah mengalami oksidasi akan berubah menjadi urobilin yang memberi warna kekuningan pada feses.



4. Kulit

- Kulit berfungsi sebagai organ ekskresi karena mengandung kelenjar keringat (*glandula sudorifera*) yang mengeluarkan 5% sampai 10% dari seluruh sisa metabolisme.
- Pusat pengatur suhu pada susunan saraf pusat akan mengatur aktivitas kelenjar keringat dalam mengeluarkan keringat.

- Keringat mengandung air, larutan garam, dan urea.
- Kulit selain berfungsi mengekskresikan keringat, juga berfungsi sebagai pelindung terhadap kerusakan fisik, penyinaran, serangan kuman, penguapan, sebagai organ penerima rangsang (reseptor), serta pengatur suhu tubuh.



Kulit sebagai organ ekskresi.

a. Epidermis (lapisan terluar) *dibedakan lagi atas:*

Epidermis memiliki lapisan-lapisan (stratum) penyusun, yaitu:

- ✓ *Stratum korneum* berupa zat tanduk (sel mati) dan selalu mengelupas.
- ✓ *Stratum lusidum*.
- ✓ *Stratum granulosum* yang mengandung pigmen, bersama stratum lusidum

mengganti sel-sel di lapisan stratum korneum.

- ✓ *Stratum germinativum* adalah lapisan yang selalu membentuk sel-sel kulit ke arah luar.

b. Dermis

- Dermis memiliki 2 lapisan, yaitu stratum papilaris dan stratum retikularis.
- Dermis merupakan bagian yang terdapat akar rambut, kelenjar minyak, pembuluh darah, serabut saraf, serta otot penegak rambut.

5. Kelainan dan Penyakit pada Sistem Ekskresi

a. Kelainan dan penyakit pada ginjal

1) *Gagal ginjal*

- Ginjal dapat rusak akibat infeksi bakteri.
- Jika salah satu ginjal tidak berfungsi, ginjal lainnya mengambil alih tugas penyaringan darah.
- Jika kedua ginjal tidak berfungsi, dapat berakibat fatal karena urea akan tertimbun di dalam tubuh.

2) *Diabetes melitus*

- Diabetes melitus (kencing manis) adalah penyakit yang ditandai adanya kadar gula (glukosa) yang tinggi dalam darah.

3) Diabetes insipidus

- Diabetes insipidus adalah penyakit yang ditandai dengan pengeluaran urine yang berlebih.
- Penyebab diabetes insipidus, yaitu kekurangan ADH.

4) Batu ginjal

- Batu ginjal adalah penyakit karena adanya batu (endapan garam kalsium) di dalam rongga ginjal, saluran ginjal, atau di dalam kantung kemih.

5) Nefritis

- Nefritis, yaitu kerusakan pada nefron (glomerulus) karena infeksi kuman.
- Penyakit ini menyebabkan ginjal tidak dapat bekerja sesuai fungsinya.

b. Kelainan dan penyakit pada hati

- Kelainan dan penyakit yang mengganggu fungsi hati sebagai alat ekskresi adalah hepatitis.
- Hepatitis adalah radang hati yang disebabkan oleh virus. Ada bermacam-macam virus, misalnya virus hepatitis A, B, C, D, E, F, dan G.

c. Kelainan dan penyakit pada kulit

1) Biduran

- Udara dingin bisa menyebabkan kulit kita menjadi gatal dan timbul bengkak-bengkak

dengan bentuk yang tidak teratur. Kondisi seperti ini disebut *biduran*.

2) Kaki atlet (*athlete's foot*)

- Penyakit ini disebabkan oleh infeksi jamur pada kaki.

3) Ringworm

- Selain menginfeksi kulit, jamur penyebab *ringworm* dapat menginfeksi kuku dan kulit kepala.
- Ciri dari infeksi jamur ini adalah membentuk bekas melingkar di kulit.

4) Kutu dan cacing

- Selain jamur, parasit yang umum ditemui pada kulit manusia berupa kutu dan cacing.
- Kutu dan cacing menyebabkan iritasi dan gatal.

5) Psoriasis

- Penderita psoriasis mengalami gejala seperti kulit kemerahan dan bersisik yang dapat terjadi pada kulit kepala, sikut, lutut, atau punggung.

6) Kanker kulit

- Penyakit ini lebih sering menyerang orang dengan kulit yang berwarna terang yang lebih sensitif terhadap sinar matahari.

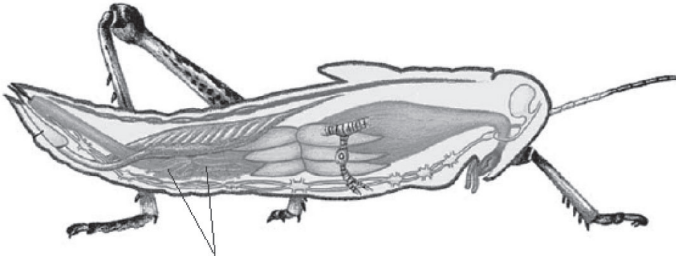
B. Alat Ekskresi pada Hewan

- Pada hewan avertebrata belum terdapat sistem ekskresi.
- Namun, hewan-hewan avertebrata mempunyai alat dan cara tersendiri dalam melakukan proses ekskresi. Misalnya sel-sel api pada Platyhelminthes, nefridia pada Annelida, dan saluran/pembuluh malpighi pada serangga.
- Sistem ekskresi pada vertebrata sudah memiliki alat-alat yang lebih spesifik. Misalnya pisces dan amfibi dengan sepasang ginjal opistonefros.

Berikut ini akan dibahas alat ekskresi belalang anggota hewan avertebrata dan alat ekskresi ikan anggota hewan vertebrata.

1. Alat Ekskresi pada Belalang

- Alat ekskresi belalang adalah *pembuluh Malpighi*.
- Pembuluh Malpighi, yaitu alat pengeluaran yang berfungsi seperti ginjal pada vertebrata.
- Di samping pembuluh Malpighi, serangga juga memiliki sistem trakea untuk mengeluarkan zat sisa hasil oksidasi yang berupa CO_2 .
- Sistem trakea ini berfungsi seperti paru-paru pada vertebrata.



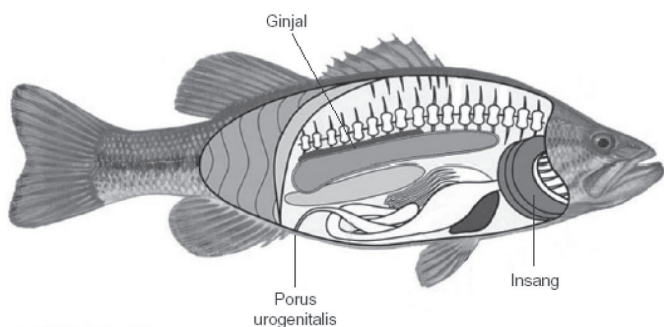
Pembuluh malpighi

Alat ekskresi pada belalang.

2. Alat Ekskresi pada Ikan

- Ikan memiliki saluran ginjal dan saluran kelaminnya bermuara dan bersatu pada suatu lubang yang dinamakan urogenital yang terletak di belakang anus.
- Ikan mengeluarkan zat sisa yang berupa cairan.
- Pada ikan yang bernapas dengan insang, urine dikeluarkan melalui kloaka atau porus urogenitalis, dan karbon dioksida dikeluarkan melalui insang.
- Sedangkan pada ikan yang bernapas dengan paru-paru, karbon dioksida dikeluarkan melalui paru-paru dan urine dikeluarkan melalui kloaka.
- Pada ikan air tawar, ginjal mengandung sejumlah besar glomerulus. Penyaringan berjalan cepat kemudian amonia akan dikeluarkan bersama urine yang sangat encer dan banyak.

- Pada ikan air laut bertulang keras, ginjalnya hanya sedikit mengandung glomerulus. Penyaringan berjalan lambat dan nitrogen sisa berupa urea diekskresikan bersama urine. Urine tersebut hanya sedikit dan bersifat isotonik dengan cairan tubuh.



Alat ekskresi pada ikan.

Latihan Soal



1. Hati merupakan salah satu alat ekskresi yang menghasilkan zat sisa
 - a. Gas CO_2
 - b. Asam urat
 - c. Kolesterol
 - d. Bilirubin



Pembahasan:

Hati disebut juga sebagai alat ekskresi di samping berfungsi sebagai kelenjar dalam sistem pencernaan juga berfungsi merombak hemoglobin menjadi bilirubin dan biliverdin, setelah mengalami oksidasi akan berubah menjadi urobilin yang memberi warna kekuningan pada feses.

Jawaban: d

2. Kekurangan hormon Antidiuretika (ADH) menyebabkan gangguan
- Jumlah urine sedikit
 - Jumlah urine banyak
 - Jumlah urine tidak teratur
 - Urine tidak dapat keluar

Pembahasan:

Jika hormon ADH rendah, maka penyerapan air berkurang, sehingga urine menjadi banyak dan encer.

Jawaban: b



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB
18

SISTEM
REGULASI

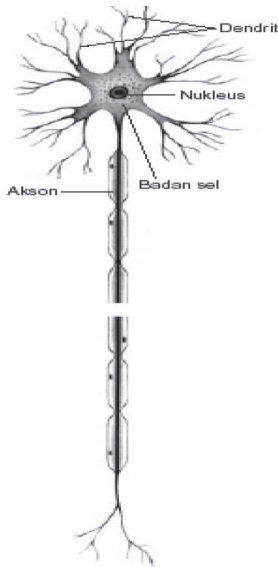
Semua aktivitas tubuh kita seperti berjalan, menggerakkan tangan, mengunyah makanan, dan lainnya, diatur dan dikendalikan oleh satu sistem yang disebut sistem pengatur (regulasi). Sistem pengatur yang ada pada tubuh manusia adalah sistem saraf, sistem endokrin, dan sistem indra.

- Fungsi sistem saraf pada manusia adalah sebagai berikut:
 - ✓ Mengatur organ-organ atau alat-alat tubuh agar terjadi keserasian kerja.
 - ✓ Menerima rangsangan, sehingga dapat mengetahui dengan cepat keadaan dan perubahan yang terjadi di lingkungan sekitar.
 - ✓ Mengendalikan dan memberikan reaksi terhadap rangsangan yang terjadi pada tubuh.
- Hormon yang dihasilkan oleh kelenjar endokrin akan mengatur pertumbuhan, reproduksi, metabolisme, dan tingkah laku.
- Sistem indra merupakan alat yang dapat mengatur tubuh kita guna mengenali dunia luar.

A. Sistem Saraf

- Sistem saraf tersusun atas berjuta-juta sel saraf yang mempunyai bentuk bervariasi.

- Dalam kegiatannya, saraf mempunyai hubungan kerja seperti mata rantai (berurutan) antara reseptor, sistem saraf, dan efektor.
- *Reseptor* adalah satu atau sekelompok sel saraf yang berfungsi mengenali rangsangan tertentu yang berasal dari luar atau dari dalam tubuh.
- *Sistem saraf* berperan menerima, mengolah, dan meneruskan hasil olahan rangsangan ke efektor.
- Alat penerima rangsang (reseptor) meliputi:
 - ✓ Reseptor luar/eksoreseptor, berfungsi menerima rangsang bau, rasa, sentuhan, cahaya, suhu, dan lain-lain.
 - ✓ Reseptor dalam/intero reseptor, berfungsi menerima rangsang rasa lapar, kenyang, nyeri, kelelahan, dan lain-lain.
- Sistem saraf terdiri atas 3 macam sel, yaitu:
 - ✓ Neuron, bertugas mengantarkan impuls.
 - ✓ Sel Schwann, merupakan pembungkus sebagian besar akson pada sistem saraf perifer (sistem saraf tepi).
 - ✓ Sel penyokong (neuroglia), merupakan sel yang terdapat di antara neuron dan sistem saraf pusat.
- *Efektor* adalah sel atau organ yang menghasilkan tanggapan terhadap rangsangan.
- Efektor yang berperan penting dalam sistem regulasi adalah otot dan kelenjar.

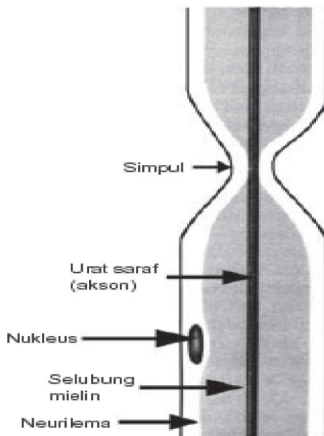


Struktur Neuron

1. Struktur Sel Saraf

- Sistem saraf terdiri dari jutaan sel saraf (neuron).
- Fungsi sel saraf adalah mengirimkan pesan (impuls) yang berupa rangsang atau tanggapan.
- Dari badan sel keluar dua macam serabut saraf, yaitu *dendrit* dan *akson (neurit)*.
- Dendrit berfungsi mengirimkan impuls ke badan sel saraf, sedangkan akson berfungsi mengirimkan impuls dari badan sel ke jaringan lain.

- Akson biasanya sangat panjang. Sebaliknya, dendrit pendek. Kedua serabut saraf ini berisi plasma sel.
- Pada bagian luar akson terdapat lapisan lemak disebut mielin yang merupakan kumpulan sel Schwann yang menempel pada akson.
- Sel Schwann adalah sel glia yang membentuk selubung lemak di seluruh serabut saraf mielin.
- Fungsi mielin adalah melindungi akson dan memberi nutrisi.
- Bagian dari akson yang tidak terbungkus mielin disebut nodus Ranvier, yang berfungsi mempercepat penghantaran impuls.



Akson

a. Sel saraf sensori

- Fungsi sel saraf sensori adalah menghantar impuls dari reseptor ke sistem saraf pusat, yaitu otak (*ensefalon*) dan sumsum belakang (*medula spinalis*).

b. Sel saraf motor

- Fungsi sel saraf motor adalah mengirim impuls dari sistem saraf pusat ke otot atau kelenjar yang hasilnya berupa tanggapan tubuh terhadap rangsangan.

c. Sel saraf intermediet

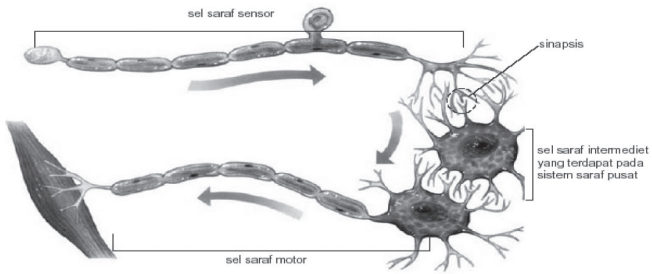
- Sel saraf intermediet disebut juga *sel saraf asosiasi*.
- Sel ini dapat ditemukan di dalam sistem saraf pusat.
- Berfungsi menghubungkan sel saraf motor dengan sel saraf sensori atau berhubungan dengan sel saraf lainnya yang ada di dalam sistem saraf pusat.

2. Mekanisme Penghantar Impuls

a. Penghantaran impuls melalui sel saraf

- Penghantaran impuls baik yang berupa rangsangan ataupun tanggapan melalui serabut saraf (akson) dapat terjadi karena adanya perbedaan potensial listrik antara bagian luar dan bagian dalam sel.

- Diperkirakan bahwa rangsangan (stimulus) pada indra menyebabkan terjadinya pembalikan perbedaan potensial listrik sesaat. Perubahan potensial ini terjadi berurutan sepanjang serabut saraf.



Impuls saraf.

b. Penghantaran impuls melalui sinapsis

- Titik temu antara terminal akson salah satu neuron dengan neuron lain dinamakan *sinapsis*.
- Di dalam sitoplasma tonjolan sinapsis terdapat struktur kumpulan membran kecil berisi *neurotransmitter* yang disebut *vesikula sinapsis*.
- Neuron yang berakhir pada tonjolan sinapsis disebut neuron *prasinapsis*.
- Membran ujung dendrit dari sel berikutnya yang membentuk sinapsis disebut *post-sinapsis*.

- Bila impuls sampai pada ujung neuron, maka vesikula bergerak dan melebur dengan membran prasinapsis. Vesikula akan melepaskan neurotransmitter berupa asetilkolin.
- Neurotransmitter adalah suatu zat kimia yang dapat menyeberangkan impuls dari neuron prasinapsis ke postsinapsis.

3. Terjadinya Gerak Biasa dan Gerak Refleks

- Impuls pada gerakan sadar melalui jalan panjang, yaitu dari reseptor ke saraf sensori dibawa ke otak untuk selanjutnya diolah oleh otak, kemudian hasil olahan oleh otak berupa tanggapan dibawa oleh saraf motor sebagai perintah yang harus dilaksanakan oleh efektor.
- Impuls gerak refleks berjalan sangat cepat dan tanggapan terjadi secara otomatis terhadap rangsangan, tanpa memerlukan kontrol dari otak. Jadi, dapat dikatakan gerakan terjadi tanpa dipengaruhi kehendak atau tanpa disadari terlebih dahulu. Contoh gerak refleks misalnya berkedip, bersin, atau batuk.

4. Sistem Saraf pada Manusia

a. Sistem saraf pusat

- Sistem saraf pusat meliputi otak (*ensefalon*) dan sumsum tulang belakang (*medula spinalis*).

- Selain tengkorak dan ruas-ruas tulang belakang, otak juga dilindungi 3 lapisan selaput *meninges*.
- Bila membran ini terkena infeksi, maka akan terjadi radang yang disebut *meningitis*. Ketiga lapisan membran meninges dari luar ke dalam adalah sebagai berikut:

1) *Durameter*

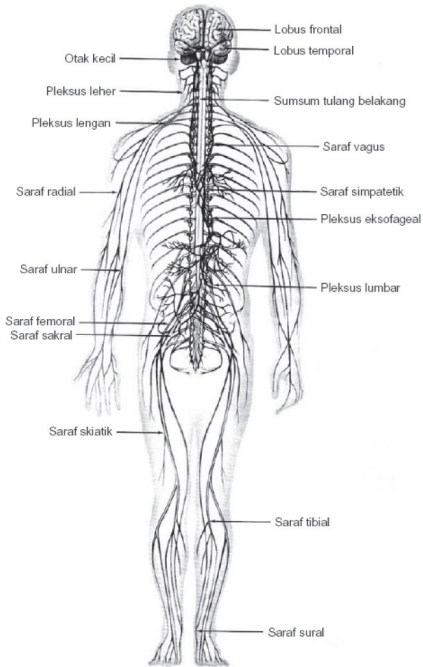
- ✓ Merupakan selaput yang kuat dan ber-satu dengan tengkorak.

2) *Arachnoid*

- ✓ Disebut demikian karena bentuknya seperti sarang laba-laba.
- ✓ Di dalamnya terdapat cairan *serebrospinalis*; semacam cairan limfa yang mengisi sela-sela membran arachnoid.
- ✓ Fungsi selaput arachnoid adalah sebagai bantalan untuk melindungi otak dari bahaya kerusakan mekanik.

3) *Piameter*

- ✓ Merupakan lapisan yang penuh dengan pembuluh darah dan sangat dekat dengan permukaan otak.
- ✓ Lapisan ini berfungsi untuk memberi oksigen dan nutrisi serta mengangkut bahan sisa metabolisme.



Sistem saraf manusia.

Otak dan sumsum tulang belakang mempunyai 3 materi esensial, yaitu:

- *Badan sel*, yang membentuk bagian materi kelabu (*substansi grisea*).
- *Serabut saraf*, yang membentuk bagian materi putih (*substansi alba*).
- *Sel-sel neuroglia*, yaitu jaringan ikat yang terletak di antara sel-sel saraf di dalam sistem saraf pusat.

1) Otak

- Otak mempunyai lima bagian utama, yaitu: otak besar (*serebrum*), otak tengah (*mesensefalon*), otak kecil (*serebelum*), sumsum sambung (*medulla oblongata*), dan jembatan varol (*pons varolii*).

a) Otak besar (*serebrum*)

- Otak besar mempunyai fungsi dalam pengaturan semua aktivitas mental, yaitu yang berkaitan dengan kepandaian (intelegensi), ingatan (memori), kesadaran, dan pertimbangan sadar atau merespons rangsangan.

b) Otak tengah (*mesensefalon*)

- Bagian atas (dorsal) otak tengah merupakan lobus optikus yang mengatur refleks mata seperti penyempitan pupil mata
- Merupakan pusat pendengaran.

c) Otak kecil (*serebelum*)

- Serebelum mempunyai fungsi utama dalam koordinasi gerakan otot yang terjadi secara sadar, keseimbangan, dan posisi tubuh.
- Bila ada rangsangan yang merugikan atau berbahaya, maka gerakan sadar yang normal tidak mungkin dilaksanakan.

d) Jembatan varol (*pons varolii*)

- Jembatan varol berisi serabut saraf yang menghubungkan otak kecil bagian kiri dan

kanan, juga menghubungkan otak besar dan sumsum tulang belakang.

e) Sumsum sambung (*medula oblongata*)

- Sumsum sambung berfungsi menghantar impuls yang datang dari medula spinalis menuju ke otak.
- Sumsum sambung juga mengatur gerak refleks fisiologi, seperti detak jantung, tekanan darah, volume, dan kecepatan respirasi, gerak alat pencernaan, dan sekresi kelenjar pencernaan.
- Selain itu, sumsum sambung juga mengatur gerak refleks yang lain, seperti bersin, batuk, dan berkedip.

2) Sumsum tulang belakang (*medula spinalis*)

- Pada penampang melintang sumsum tulang belakang ada bagian seperti sayap yang terbagi atas sayap atas disebut *tanduk dorsal* dan sayap bawah disebut *tanduk ventral*.
- Impuls sensori dari reseptor dihantar masuk ke sumsum tulang belakang melalui tanduk dorsal.
- Sedangkan impuls motor dihantar keluar dari sumsum tulang belakang melalui tanduk ventral menuju efektor.
- Pada bagian putih sumsum tulang belakang terdapat serabut saraf asosiasi.

- Kumpulan serabut saraf membentuk saraf (urat saraf).
- Urat saraf yang membawa impuls ke otak merupakan saluran ascenden. Sedangkan urat saraf yang membawa impuls yang berupa perintah dari otak merupakan saluran descenden.

b. Sistem saraf tepi

- Sistem saraf tepi pada dasarnya adalah lanjutan dari neuron yang bertugas membawa impuls saraf menuju ke dan dari sistem saraf pusat.
- Dilihat dari arah impuls yang dibawanya, sistem saraf tepi dibedakan atas:
 - ✓ *Sistem saraf aferen*, yang membawa impuls saraf dari reseptor menuju ke sistem saraf pusat.
 - ✓ *Sistem saraf eferen*, yang membawa impuls saraf dari sistem saraf pusat ke efektor.

Sistem saraf tepi meliputi sistem saraf sadar (somatik) dan sistem saraf tak sadar (autonom).

1) Sistem saraf sadar (somatik)

- Sistem saraf sadar (somatik) terdiri dari 12 pasang saraf otak dan 31 pasang saraf sumsum tulang belakang.

Dua belas pasang saraf otak itu antara lain:

- ✓ *Nervus olfaktori*, saraf sensorik selaput lendir hidung.
- ✓ *Nervus optik*, saraf sensorik retina mata.
- ✓ *Nervus okulomotor*, saraf sensorik proprioceptor otot bola mata.
- ✓ *Nervus troklear*, saraf sensorik proprioceptor.
- ✓ *Nervus trigeminal*, saraf sensorik gigi dan kulit muka.
- ✓ *Nervus abduksen*, saraf sensorik proprioceptor otot bola mata.
- ✓ *Nervus fasial*, saraf sensorik ujung pengecap di ujung lidah.
- ✓ *Nervus auditori*, saraf sensorik koklea dan saluran semiserkuler.
- ✓ *Nervus glosafaring*, saraf sensorik ujung pengecap di lidah belakang.
- ✓ *Nervus vagus*, saraf sensorik alat dalam (paru dan lambung).
- ✓ *Nervus spinal*, saraf sensorik otot di belikat.
- ✓ *Nervus hipoglosal*, saraf sensorik otot lidah.

2) Sistem saraf tak sadar

- Sistem saraf tak sadar disebut juga saraf autonom, karena bekerja tanpa diperintah oleh sistem saraf pusat.

- Sistem saraf otonom mengontrol kegiatan organ-organ dalam, misalnya kelenjar keringat, otot perut, paru-paru, jantung, otot polos, sistem pencernaan, dan otot polos pembuluh darah.
- Berdasarkan sifat kerjanya, sistem saraf otonom dibedakan menjadi:
 - ✓ Saraf simpatik
 - ✓ Saraf parasimpatik

Bagian Tubuh yang Dipengaruhi	Fungsi Saraf Simpatik	Fungsi Saraf Parasimpatik
Jantung	Mempercepat denyut jantung	Memperlambat denyut jantung
Pupil	Memperlebar pupil	Memperkecil pupil
Pencernaan makanan	Memperlambat proses pencernaan	Mempercepat proses pencernaan
Bronkus	Memperkecil bronkus	Memperbesar brokus
Arteri	Memperkecil diameter pembuluh	Memperbesar diameter pembuluh
Kantung kemih	Mengembangkan kantung kemih	Mengerutkan kantung kemih

Fungsi Saraf Simpatik dan Saraf Parasimpatik

5. Kelainan pada Sistem Saraf

a. Parkinson

- Penyebab penyakit ini adalah ketidakseimbangan kimia dalam sistem saraf.
- Gejala-gejala parkinson antara lain kontraksi otot tak terkendali pada leher, bahu, dan bibir. Penderita mengalami *tremor* (gerak tak terkendali) pada kepala, tangan, dan kaki.

b. Multiple Sklerosis

- *Multiple Sklerosis* adalah keadaan terjadinya degenerasi mielin pada sistem saraf pusat.
- Adanya penghantaran impuls saraf menjadi terhambat dan terjadi gejala seperti hilangnya koordinasi tubuh, gangguan penglihatan, dan gangguan bicara.

c. Polio

- Penyakit ini disebabkan oleh infeksi virus polio pada sumsum tulang belakang.
- Virus ini menyerang anak-anak, menimbulkan demam, dan sakit kepala yang berakhir pada hilangnya refleks, kelumpuhan, dan mengecilnya otot.

B. Hormon

- Hormon adalah zat kimia yang dihasilkan oleh kelenjar endokrin atau kelenjar buntu.

- Ciri-ciri hormon adalah sebagai berikut:
 - ✓ Diproduksi dan disekresikan ke dalam darah oleh sel kelenjar endokrin dalam jumlah yang sangat sedikit.
 - ✓ Diangkut oleh darah menuju ke sel/jaringan target.
 - ✓ Mengadakan interaksi dengan reseptor khusus yang terdapat di sel target.
 - ✓ Mempunyai pengaruh mengaktifkan enzim khusus.
 - ✓ Mempunyai pengaruh tidak hanya terhadap satu sel target tetapi dapat juga memengaruhi beberapa sel target yang berlainan.

1. Kelenjar Endokrin dan Hormon yang Dihasilkan

a. Hipofisis

- Kelenjar ini terletak pada dasar otak besar dan menghasilkan bermacam-macam hormon yang mengatur kegiatan kelenjar lainnya.
- Oleh karena itu, kelenjar hipofisis disebut kelenjar pengendali (*master of gland*).

b. Tiroid (kelenjar gondok)

- Tiroid merupakan kelenjar yang berbentuk cuping kembar dan di antara keduanya terdapat daerah yang tersusun berlapis seperti susunan genting pada atap rumah.

- Kelenjar ini terdapat di bawah jakun di depan trakea.
- Kelenjar tiroid menghasilkan hormon tiroksin yang memengaruhi metabolisme sel tubuh dan pengaturan suhu tubuh.

c. Paratiroid/kelenjar anak gondok

- Paratiroid menempel pada kelenjar tiroid. Kelenjar ini menghasilkan parathormon yang berfungsi mengatur kandungan fosfor dan kalsium dalam darah.
- Kekurangan hormon ini menyebabkan tetani dengan gejala: kadar kapur dalam darah menurun, kejang di tangan dan kaki, jari-jari tangan membengkok ke arah pangkal, gelisah, sukar tidur, dan kesemutan.

d. Kelenjar adrenal/suprarenal/anak ginjal

- Kelenjar ini berbentuk bola, menempel pada bagian atas ginjal. Pada setiap ginjal terdapat satu kelenjar suprarenal yang dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian luar (korteks) dan bagian tengah (medula).
- Kelenjar bagian korteks menghasilkan hormon kortison yang terdiri atas mineralokortikoid yang membantu metabolisme garam natrium dan kalium serta menjaga keseimbangan hormon seks; dan glukokortikoid yang berfungsi membantu metabolisme karbohidrat.

- Kelenjar bagian medula menghasilkan hormon adrenalin dan hormon noradrenalin.
- Hormon adrenalin menyebabkan meningkatnya denyut jantung, kecepatan pernapasan, dan tekanan darah (menyempitkan pembuluh darah).
- Hormon noradrenalin bekerja secara antagonis terhadap adrenalin, yaitu berfungsi menurunkan tekanan darah dan denyut jantung.

e. Pankreas

- Ada beberapa kelompok sel pada pankreas yang dikenal sebagai *pulau Langerhans*.
- Bagian ini berfungsi sebagai kelenjar endokrin yang menghasilkan hormon insulin. Hormon ini berfungsi mengatur konsentrasi glukosa dalam darah.
- Kelebihan glukosa akan dibawa ke sel hati dan selanjutnya akan dirombak menjadi glikogen untuk disimpan.

f. Hormon yang dihasilkan kelenjar gonad

- Pada manusia, gonad atau kelenjar seks berbeda antara laki-laki dan perempuan.
- Pada laki-laki disebut testis, sedangkan pada perempuan disebut ovarium.
- Testis dan ovarium mensekresikan hormon seks yang berperan dalam produksi sel-sel kelamin.

1) Ovarium

Ovarium merupakan organ reproduksi wanita. Selain menghasilkan sel telur, ovarium juga menghasilkan hormon. Ada dua macam hormon yang dihasilkan ovarium, yaitu:

a) Estrogen

- ✓ Hormon ini dihasilkan oleh Folikel de Graaf.
- ✓ Pembentukan estrogen dirangsang oleh FSH.
- ✓ Fungsi estrogen adalah menimbulkan dan mempertahankan tanda-tanda kelamin sekunder pada wanita.
- ✓ Tanda-tanda kelamin sekunder adalah ciri-ciri yang dapat membedakan wanita dengan pria tanpa melihat kelaminnya.
- ✓ Contohnya perkembangan pinggul, payudara, dan kulit menjadi bertambah halus.

b) Progesteron

- ✓ Hormon ini dihasilkan oleh korpus luteum.
- ✓ Pembentukannya dirangsang oleh LH.
- ✓ Progesteron berfungsi menyiapkan dinding uterus agar dapat menerima telur yang sudah dibuahi.

2) Testis

- Testis adalah organ reproduksi khusus pada pria.
- Selain menghasilkan sperma, testis berfungsi sebagai kelenjar endokrin yang menghasilkan hormon androgen, yaitu testosteron.
- Testosteron berfungsi menimbulkan dan memelihara kelangsungan tanda-tanda kelamin sekunder.
- Misalnya suara yang membesar, mempunyai kumis, dan jakun.

2. Faktor-faktor Pengatur Sekresi Hormon

Ada dua faktor yang berfungsi mengatur sekresi hormon, yaitu saraf dan faktor bahan kimia.

a. Faktor saraf

- Bagian medula kelenjar suprarenal mendapat pelayanan dari saraf otonom. Oleh karena itu, sekresinya diatur oleh saraf otonom.

b. Faktor kimia

- Susunan bahan kimia atau hormon lain dalam aliran darah memengaruhi sekresi hormon tertentu.
- Contohnya: sekresi insulin dipengaruhi oleh jumlah glukosa di dalam darah.

C. Sistem Indra

- Alat indra merupakan suatu alat tubuh yang mampu menerima rangsang tertentu.
- Indra mempunyai sel-sel reseptor khusus untuk mengenali perubahan lingkungan, sehingga fungsi utama indra adalah mengenal lingkungan luar atau berbagai rangsang dari lingkungan di luar tubuh kita.
- Setiap indra yang kita miliki terdiri dari alat penerima rangsang dan urat saraf.
- Alat indra terdiri dari bagian-bagian yang berfungsi menerima, mengolah, dan menjawab rangsang.
- Manusia memiliki lima macam indra, kelima indra tersebut berfungsi untuk mengenali perubahan lingkungan luar, oleh karenanya disebut *eksoreseptor*.
- Reseptor yang berfungsi untuk mengenali lingkungan dalam, misalnya nyeri, kadar oksigen atau karbon dioksida, kadar glukosa dan sebagainya, disebut *interoreseptor*.

1. Indra Penglihatan (Mata)

Mata mempunyai reseptor khusus untuk mengenali perubahan sinar dan warna.

a. Bola mata

Bola mata mempunyai 3 lapis dinding yang mengelilingi rongga bola mata.

1) Sklera

- Sklera merupakan jaringan ikat dengan serat yang kuat; berwarna putih buram (tidak tembus cahaya), kecuali di bagian depan bersifat transparan.
- Bagian yang transparan tersebut disebut *kornea*.
- Konjungtiva adalah lapisan transparan yang melapisi kornea dan kelopak mata. Lapisan ini berfungsi melindungi bola mata dari gangguan.

2) Koroid

- Koroid berwarna coklat kehitaman sampai hitam, merupakan lapisan yang berisi banyak pembuluh darah yang memberi nutrisi dan oksigen terutama untuk retina.
- Warna gelap pada koroid berfungsi untuk mencegah refleksi (pemantulan sinar).
- Di bagian depan, koroid membentuk badan siliaris yang berlanjut ke depan membentuk iris yang berwarna.
- Di bagian depan iris bercelah membentuk pupil (anak mata).
- Pupil berfungsi sebagai jalan sinar masuk. Iris berfungsi sebagai diafragma, yaitu pengontrol ukuran pupil untuk mengatur sinar yang masuk. Badan siliaris membentuk ligamentum yang berfungsi mengikat lensa mata.

3) Retina

- Lapisan ini peka terhadap sinar.
- Pada seluruh bagian retina berhubungan dengan badan sel-sel saraf yang serabutnya membentuk urat saraf optik yang memanjang sampai ke otak.
- Bagian yang dilewati urat saraf optik tidak peka terhadap sinar dan daerah ini disebut *bintik buta*.
- Air mata mengandung lendir, garam, dan antiseptik dalam jumlah kecil.
- Air mata berfungsi sebagai alat pelumas dan pencegah masuknya mikroorganisme ke dalam mata.

b. Otot mata

- Ada enam otot mata yang berfungsi memegang sklera. Empat di antaranya disebut otot rektus (*rektus inferior, rektus superior, rektus eksternal, dan rektus internal*).
- Otot rektus berfungsi menggerakkan bola mata ke kanan, ke kiri, ke atas, dan ke bawah.
- Dua lainnya adalah otot obliq atas (superior) dan otot obliq bawah (inferior).

c. Fungsi mata

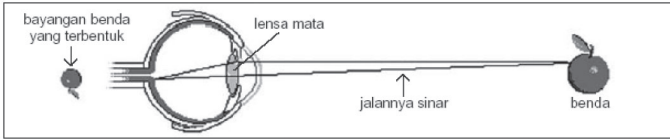
- Sinar yang masuk ke mata sebelum sampai di retina mengalami pembiasan lima kali, yaitu

waktu melalui konjungtiva, kornea, aqueous humor, lensa, dan vitreous humor.

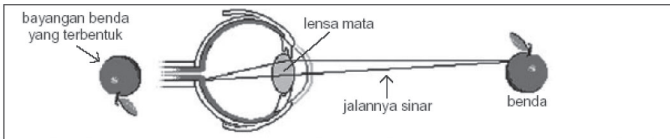
- Ada dua macam sel reseptor pada retina, yaitu *sel kerucut (sel konus)* dan *sel batang (sel basilus)*.
- Pigmen ungu yang terdapat pada sel basilus disebut *rodopsin*, yaitu suatu senyawa protein dan vitamin A.
- Pembentukan kembali pigmen terjadi dalam keadaan gelap.
- Untuk pembentukan kembali memerlukan waktu yang disebut *adaptasi gelap* (disebut juga adaptasi rodopsin). Pada waktu adaptasi, mata sulit untuk melihat.
- Pigmen lembayung dari sel konus merupakan senyawa *iodopsin* yang merupakan gabungan antara retinin dan opsin.
- Ada tiga macam sel konus, yaitu sel yang peka terhadap warna merah, hijau, dan biru.
- Dengan ketiga macam sel konus tersebut mata dapat menangkap spektrum warna. Kerusakan salah satu sel konus akan menyebabkan buta warna.
- Jarak terdekat yang dapat dilihat dengan jelas disebut titik dekat (*punctum proximum*).
- Jarak terjauh saat benda tampak jelas tanpa kontraksi disebut titik jauh (*punctum remotum*). Pembiasan cahaya untuk menghasilkan penglihatan yang jelas disebut pemfokusan.

Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

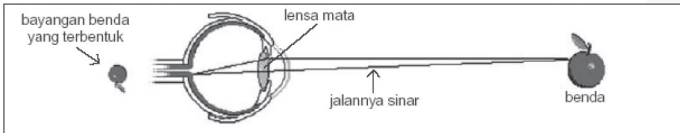
- Proses pemfokusan objek pada jarak yang berbeda-beda disebut daya akomodasi.
- Cara kerja mata manusia pada dasarnya sama dengan cara kerja kamera, kecuali cara mengubah fokus lensa.



Mata saat melihat objek.



Akomodasi mata saat melihat dekat lensa mata menebal.



Mata saat melihat jauh lensa mata menipis.

d. Gangguan pada mata

1) Miopi

- Miopi adalah cacat mata yang disebabkan oleh lensa mata terlalu cembung, sehingga bayangan dari benda yang jauh jatuh di depan retina.

- Miopi disebut pula rabun jauh, karena tidak dapat melihat benda yang jauh dengan jelas.
- Untuk menolong penderita miopi dipakai kacamata lensa cekung (lensa negatif).

2) Hipermetropi

- Hipermetropi adalah cacat mata yang disebabkan oleh lensa mata terlalu pipih, sehingga bayangan dari benda yang dekat jatuh di belakang retina.
- Hipermetropi disebut juga rabun dekat karena tidak dapat melihat benda yang jaraknya dekat.
- Untuk menolongnya digunakan kacamata lensa cembung.

3) Presbiopi

- Umumnya terjadi pada orang berusia lanjut.
- Keadaan ini disebabkan lensa mata terlalu pipih. Selain itu, daya akomodasi mata sudah lelah, sehingga tidak dapat memfokuskan bayangan benda yang berada dekat mata.

4) Astigmatisma

- Astigmatisma adalah cacat mata yang disebabkan oleh kecembungan permukaan kornea atau permukaan lensa mata yang tidak rata, sehingga sinar yang datang tidak difokuskan pada satu titik.

- Untuk menolong orang yang cacat mata seperti ini dipakai kacamata lensa silindris yang memiliki beberapa fokus.

5) Katarak

- Katarak adalah cacat mata yang disebabkan adanya pengapuran pada lensa mata, sehingga daya akomodasi berkurang dan penglihatan menjadi kabur.

6) Hemeralopi (rabun senja)

- Hemeralopi adalah penyakit pada mata yang disebabkan oleh kekurangan vitamin A.
- Penderita rabun senja tidak dapat melihat dengan jelas pada senja hari.

7) Buta warna

- Merupakan kelainan penglihatan mata yang bersifat menurun.
- Penderita buta warna tidak mampu membedakan warna-warna tertentu, misalnya warna merah, hijau, atau biru.

8) Keratomalasia

- Timbul karena kornea menjadi putih dan rusak.

2. Indra Pendengaran (Telinga)

- Telinga mempunyai reseptor khusus untuk mengenali getaran bunyi dan untuk keseimbangan.

- Ada tiga bagian utama dari telinga manusia, yaitu bagian telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam.

a. Susunan telinga

Telinga tersusun atas tiga bagian, yaitu telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam.

1) Telinga luar

- Telinga luar terdiri dari daun telinga, saluran luar, dan membran timpani (gendang telinga).
- Saluran luar yang dekat dengan lubang telinga dilengkapi dengan rambut-rambut halus yang menjaga agar benda asing tidak masuk. Selain itu, terdapat kelenjar lilin yang menjaga agar permukaan saluran luar dan gendang telinga tidak kering.

2) Telinga tengah

- Bagian ini merupakan rongga yang berisi udara untuk menjaga tekanan udara agar seimbang.
- Di dalamnya terdapat saluran *eustachius* yang menghubungkan telinga tengah dengan faring. Selain itu terdapat pula tiga tulang pendengaran yang tersusun seperti rantai yang menghubungkan gendang telinga dengan jendela oval. Ketiga tulang tersebut adalah tulang martil (*malleus*)

menempel pada gendang telinga dan tulang landasan (*inkus*). Tulang yang ketiga adalah tulang sanggurdi (*stapes*) yang berhubungan dengan jendela oval.

- Fungsi rangkaian tulang pendengaran adalah untuk mengirimkan getaran suara dari gendang telinga (*membran timpani*) menyeberangi rongga telinga tengah ke jendela oval.

3) Telinga dalam

- Bagian ini mempunyai susunan yang rumit, terdiri dari labirin tulang dan labirin membran.
- Ada 5 bagian utama dari labirin membran, yaitu sebagai berikut.
 - ✓ Tiga saluran setengah lingkaran.
 - ✓ Ampula.
 - ✓ Utrikulus.
 - ✓ Sakulus.
 - ✓ Koklea atau rumah siput.
- Koklea mengandung *organ Korti* untuk pendengaran. Koklea terdiri dari tiga saluran yang sejajar, yaitu: saluran vestibulum yang berhubungan dengan jendela oval, saluran tengah, dan saluran timpani yang berhubungan dengan jendela bundar, serta saluran (kanal) yang dipisahkan satu dengan lainnya oleh membran.

- Di antara saluran vestibulum dengan saluran tengah terdapat *membran reissner*, sedangkan di antara saluran tengah dengan saluran timpani terdapat *membran basiler*.
- Dalam saluran tengah terdapat suatu tonjolan yang dikenal sebagai *membran tektorial* yang paralel dengan membran basiler dan ada di sepanjang koklea.
- Bagian yang peka terhadap rangsang bunyi ini disebut *organ korti*.

b. Susunan dan cara kerja alat keseimbangan

- Bagian dari alat vestibulum atau alat keseimbangan berupa tiga saluran setengah lingkaran yang dilengkapi dengan organ ampula (kristal) dan organ keseimbangan yang ada di dalam utrikulus dan sakulus.
- Utrikulus maupun sakulus berisi reseptor keseimbangan.
- Alat keseimbangan yang ada di dalam ampula terdiri dari kelompok sel saraf sensori yang mempunyai rambut dalam tudung gelatin yang berbentuk kubah. Alat ini disebut *kupula*.
- Saluran semisirkuler (saluran setengah lingkaran) peka terhadap gerakan kepala.
- Alat keseimbangan di dalam utrikulus dan sakulus terdiri dari sekelompok sel saraf yang ujungnya berupa rambut bebas yang melekat pada *otolith*, yaitu butiran natrium karbonat.

c. Gangguan dan penyakit pada telinga

1) Tersumbatnya telinga oleh kotoran

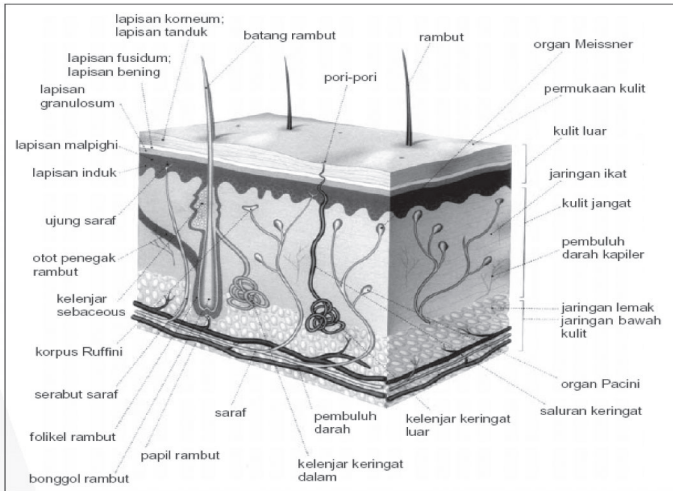
- Telinga bagian luar memiliki kelenjar yang menghasilkan minyak.
- Minyak ini berguna untuk mencegah air dan kotoran masuk ke dalam telinga. Biasanya, minyak bersama kotoran menggumpal dan akan mengering.

2) Hilangnya pendengaran akibat pencemaran suara

- Suara yang terlalu keras dapat menyebabkan kerusakan telinga bagian dalam. Akibatnya, pendengaran dapat terganggu dan bahkan pendengaran hilang.

3. Indra Peraba (Kulit)

- Kulit pada manusia dapat berfungsi sebagai organ ekskresi maupun sebagai indra peraba.
- Kulit merupakan indra peraba yang mempunyai reseptor khusus untuk sentuhan, panas, dingin, sakit, dan tekanan.



a. Susunan kulit

- Kulit terdiri dari lapisan luar yang disebut epidermis dan lapisan dalam yang disebut lapisan dermis.
- Epidermis tersusun atas empat lapis sel. Dari bagian dalam ke bagian luar, *pertama* adalah *stratum germinativum* berfungsi membentuk lapisan di sebelah atasnya.
- *Kedua*, yaitu di sebelah luar lapisan germinativum terdapat *stratum granulosum* yang berisi sedikit keratin yang menyebabkan kulit menjadi keras dan kering.
- *Ketiga* merupakan lapisan yang transparan disebut *stratum lusidum*.

- Lapisan *keempat* (lapisan terluar) adalah lapisan tanduk disebut *stratum korneum*.
- Pada lapisan dalam, lapisan dermis merupakan jaringan penyokong yang terdiri dari serat yang berwarna putih dan serat yang berwarna kuning. Serat kuning bersifat elastis/lentur, sehingga kulit dapat mengembang.

b. Fungsi kulit

- Kulit berfungsi sebagai alat pelindung bagian dalam, misalnya otot dan tulang; sebagai alat peraba dengan dilengkapi dengan bermacam reseptor yang peka terhadap berbagai rangsangan; sebagai alat ekskresi; serta pengatur suhu tubuh.
- Sehubungan dengan fungsinya sebagai alat peraba, kulit dilengkapi dengan reseptor-reseptor khusus.

c. Gangguan dan penyakit pada kulit

1) Jerawat

- Jerawat biasanya terjadi karena tersumbatnya pori-pori kulit oleh kotoran.

2) Dermatitis

- Dermatitis atau eksim merupakan penyakit peradangan kulit.

3) Ketombe

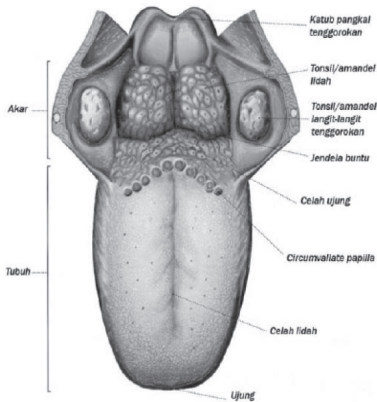
- Ketombe adalah sejenis eksim yang mengenai kulit kepala.
- Ditandai dengan terbentuknya sisik halus yang mudah lepas dari kulit.

4) Panu

- Panu diakibatkan oleh jamur.

4. Indra Pengecap (Lidah)

- Lidah mempunyai reseptor khusus yang berkaitan dengan rangsangan kimia.
- Lidah merupakan organ yang tersusun dari otot.
- Permukaan lidah dilapisi dengan lapisan epitelium yang banyak mengandung kelenjar lendir dan reseptor pengecap berupa tunas pengecap.
- Tunas pengecap terdiri atas sekelompok sel sensori yang mempunyai tonjolan seperti rambut.
- Permukaan atas lidah penuh dengan tonjolan (papila). Tonjolan itu dapat dikelompokkan menjadi tiga macam bentuk, yaitu bentuk benang, bentuk dataran yang dikelilingi parit-parit, dan bentuk jamur.



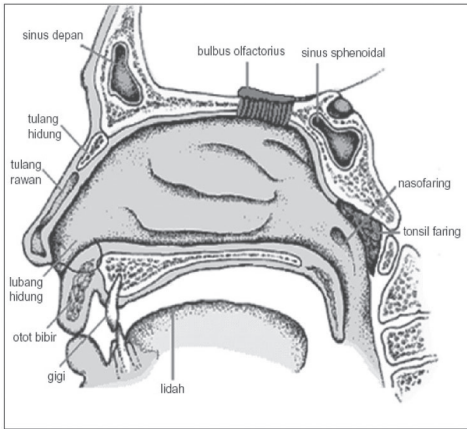
Struktur lidah.

Gangguan dan penyakit pada lidah

- Penyakit yang dapat menyerang lidah misalnya kanker.
- Penyebab kanker belum diketahui dengan pasti. Namun terdapat beberapa faktor yang diduga menyebabkan kanker lidah, yaitu merokok dan minum-minuman beralkohol terlalu banyak.

5. Indra Pembau (Hidung)

- Indra pembau berupa kemoreseptor yang terdapat di permukaan dalam hidung, yaitu pada lapisan lendir bagian atas.
- Epitelium pembau mengandung 20 juta sel-sel olfaktori yang khusus dengan akson-akson yang tegak sebagai serabut-serabut saraf pembau.



Struktur indra pembau.

Gangguan dan penyakit pada hidung

- Sinusitis adalah peradangan pada rongga hidung bagian atas.
- Gejala-gejala sinusitis adalah sakit kepala, rasa sakit di bagian wajah, demam, keluar ingus bening, rasa sesak di rongga dada, tenggorokan sakit, dan batuk.

Latihan Soal



1. Sel-sel saraf dinamakan
 - a. Neuron
 - b. Neurit
 - c. Akson
 - d. Dendrit



Pembahasan:

Sistem saraf terdiri dari jutaan sel saraf (neuron). Neuron terdiri dari dendrit dan neurit.

Jawaban: a

2. Remaja yang mengalami perkembangan seksual sekunder mempunyai ciri tumbuhnya kumis pada pria dan permukaan kulit yang halus pada wanita. Hal ini dipengaruhi oleh hormon
- a. Adrenotropin
 - b. Prolaktin
 - c. Somatotropin
 - d. Gonadotropin

Pembahasan:

Hormon gonadotropin dihasilkan pada kelenjar seks atau gonad. Hormon ini memengaruhi perkembangan seksual sekunder.

Jawaban: d



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB
19

SISTEM
REPRODUKSI



Reproduksi merupakan proses menghasilkan individu baru dari organisme sebelumnya. Organisme bereproduksi melalui dua cara, yaitu:

1. Reproduksi Aseksual (Vegetatif)

- Reproduksi aseksual adalah terbentuknya individu baru tanpa melakukan peleburan sel kelamin.

2. Reproduksi Seksual (Generatif)

- Umumnya melibatkan persatuan sel kelamin (gamet) dari dua individu yang berbeda jenis kelamin.
- Peleburan dua macam gamet tersebut disebut *singami*.
- Peristiwa singami didahului dengan peristiwa fertilisasi (pembuahan), yaitu pertemuan sperma dengan sel telur.
- Pada organisme sederhana tidak dapat dibedakan gamet jantan dan gamet betina karena keduanya sama, maka disebut *isogamet*. Bila salah satu lebih besar dari lainnya disebut *anisogamet*.

A. Reproduksi Manusia

- Sistem reproduksi adalah suatu rangkaian interaksi organ dan zat dalam organisme yang dipergunakan untuk berkembang biak.

- Alat-alat reproduksi akan berfungsi ketika mencapai kematangan, di mana seseorang telah menginjak masa subur.

1. Sistem Reproduksi Pria

- Sistem reproduksi pria meliputi organ-organ reproduksi, spermatogenesis, dan hormon-hormon pada pria.
- Organ reproduksi pria dirancang untuk dapat menghasilkan, menyimpan, dan mengirimkan sperma.

a. Organ reproduksi dalam

Organ reproduksi dalam pada sistem reproduksi pria terdiri atas testis, saluran pengeluaran, dan kelenjar asesoris. Berikut ini akan dijelaskan masing-masing organ dalam tersebut.

1) Testis

- Testis atau buah zakar adalah bagian dari organ reproduksi pria, terletak di bawah penis, dalam *scrotum* (kantong zakar).
- Pria memiliki sepasang testis yang berbentuk oval berada di kiri dan kanan untuk memproduksi sperma.
- Fungsi testis adalah alat untuk menghasilkan sperma dan hormon kelamin jantan yang disebut testosteron. Hormon inilah yang membuat 'sifat jantan', seperti otot-otot yang menonjol, suara besar, dan sebagainya.

2) Saluran pengeluaran

- Saluran pengeluaran pada organ reproduksi dalam alat reproduksi pria terdiri atas saluran epididimis, vas deferens, saluran ejakulasi, dan uretra.

a) Saluran epididimis

- ✓ Di tempat ini, sperma mengalami pematangan. Selanjutnya dari sini, sperma bergerak menuju kantung kemih (vesikula seminalis) melalui saluran mani (vas deferens).

b) Vas deferens

- ✓ Vas deferens merupakan sambungan dari epididimis.
- ✓ Fungsi saluran ini adalah sebagai saluran tempat jalannya sperma dari epididimis menuju kantung semen (kantung mani/vesikula seminalis).

c) Saluran ejakulasi

- ✓ Saluran ejakulasi merupakan saluran pendek yang menghubungkan kantung semen dengan uretra.
- ✓ Saluran ini berfungsi untuk mengeluarkan sperma agar masuk ke dalam uretra.

d) Uretra

- ✓ Uretra adalah saluran yang menghubungkan kantung kemih ke lingkungan luar tubuh.

- ✓ Uretra berfungsi sebagai saluran pembuangan baik pada sistem kemih atau ekskresi maupun pada sistem seksual.
- ✓ Pada pria, uretra berfungsi juga dalam sistem reproduksi sebagai saluran pengeluaran air mani.
- ✓ Pada pria, panjang uretra sekitar 20 cm dan berakhir pada akhir penis.
- ✓ Uretra pada pria dibagi menjadi empat bagian, dinamakan sesuai dengan letaknya, yaitu:
 - *Pars prostatica*, terletak sebelum kelenjar prostat.
 - *Pars prostatica*, terletak di prostat. Pada bagian uretra ini terdapat pembukaan kecil, di mana terletak muara vas deferens.
 - *Pars membranosa*, panjang sekitar 1,5 cm dan di bagian lateral terdapat kelenjar bulbo uretralis.
 - *Pars spongiosa/cavernosa*, panjang sekitar 15 cm dan melintas di corpus spongiosum penis.

3) Kelenjar asesoris

- ✓ Kelenjar ini berfungsi untuk mempertahankan hidup dan pergerakan sperma.
- ✓ Kelenjar asesoris merupakan kelenjar kelamin yang terdiri atas:

a) *Vesikula seminalis*

Vesikula seminalis terletak di belakang kantung kemih disebut juga kantung semen.

b) Kelenjar prostat

Kelenjar prostat terletak di bawah kantung kemih dan merupakan pertemuan antara uretra dengan vas deferens.

c) Kelenjar Cowper

Kelenjar Cowper terletak di belakang kelenjar prostat dan langsung menuju uretra.

Kelenjar prostat dan kelenjar Cowper berfungsi untuk menghasilkan sekret (hasil produksi kelenjar) untuk memberi nutrisi dan mempermudah gerakan spermatozoa.

b. Organ reproduksi luar

Sebagian besar, alat reproduksi laki-laki berada di bagian luar tubuh yang terlihat langsung. Organ reproduksi luar pada laki-laki meliputi penis dan scrotum.

1) Penis

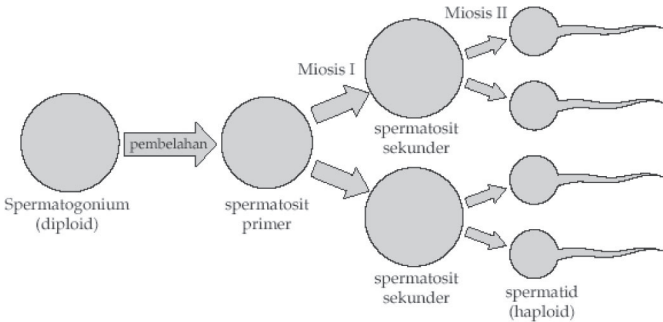
- Penis (dari bahasa Latin *phallus* yang artinya ekor) adalah alat kelamin jantan dan juga berfungsi sebagai organ eksternal untuk urinasi.

2) Scrotum (kantung zakar)

- *Scrotum* merupakan kantung yang di dalamnya berisi testis.
- *Scrotum* berjumlah sepasang, yaitu *scrotum* kanan dan *scrotum* kiri.

c. Spermatogenesis

- Spermatogenesis merupakan proses pembentukan dan pematangan spermatozoa (sel benih pria).
- Proses ini berlangsung dalam testis (buah zakar) dan lamanya sekitar 72 hari.
- Proses spermatogenesis sangat bergantung pada mekanisme hormonal tubuh.
- Kepala sperma mengandung inti yang memiliki kromosom dan juga memiliki struktur yang disebut *akrosom*. Akrosom mampu menembus lapisan jelly yang mengelilingi telur dan membuahnya bila perlu.



Spermatogenesis.

- Selain itu juga terdapat sel Sertoli yang berfungsi memberi makan spermatozoa juga sel Leydig yang terdapat di antara tubulus seminiferus.

- Sel Leydig berfungsi menghasilkan testosteron.

d. Proses spermatogenesis

- Spermatogonium berkembang menjadi sel spermatosit primer.
- Sel spermatosit primer bermiosis menghasilkan spermatosit sekunder.
- Spermatosit sekunder membelah lagi menghasilkan spermatid.
- Spermatid berdeferensiasi menjadi spermatozoa masak.
- Bila spermatogenesis sudah selesai, maka ABP (*Androgen Binding Protein*) testosteron tidak diperlukan lagi, sel Sertoli akan menghasilkan hormon inhibin untuk memberi umpan balik kepada hipofisis agar menghentikan sekresi FSH dan LH. Kemudian spermatozoa akan keluar melalui uretra bersama-sama dengan cairan yang dihasilkan oleh kelenjar vesikula seminalis, kelenjar prostat, dan kelenjar Cowper.
- Spermatozoa bersama cairan dari kelenjar-kelenjar tersebut dikenal sebagai semen atau air mani.

e. Hormon reproduksi pada pria

1) Testosteron

- Testosteron adalah hormon yang bertanggung jawab terhadap pertumbuhan seks sekunder

pria seperti pertumbuhan rambut di wajah (kumis dan jenggot), pertambahan massa otot, dan perubahan suara.

- Hormon ini diproduksi di testis, yaitu di sel Leydig.

2) Luteinizing Hormone/LH

- Hormon ini dihasilkan oleh kelenjar hipofisis anterior.
- Fungsi LH adalah merangsang sel Leydig untuk menghasilkan hormon testosteron.
- Pada masa pubertas, androgen/testosteron memacu tumbuhnya sifat kelamin sekunder.

3) Follicle Stimulating Hormone/FSH

- Hormon ini dihasilkan oleh kelenjar hipofisis anterior.
- FSH berfungsi untuk merangsang sel Sertoli menghasilkan ABP (*Androgen Binding Protein*) yang akan memacu spermatogonium untuk memulai proses spermatogenesis.

4) Estrogen

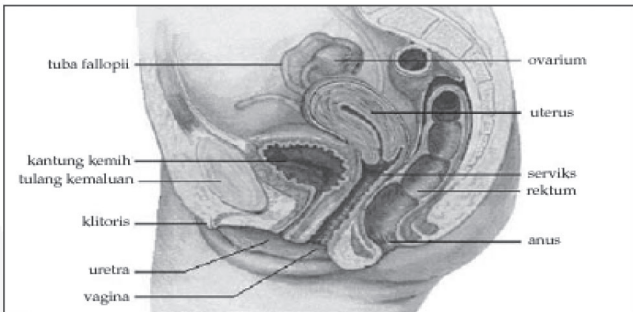
- Estrogen dibentuk oleh sel-sel Sertoli ketika distimulasi oleh FSH.
- Sel-sel Sertoli juga mensekresi suatu protein pengikat androgen yang mengikat testosteron dan estrogen serta membawa keduanya ke dalam cairan pada tubulus seminiferus. Kedua hormon ini tersedia untuk pematangan sperma.

5) Hormon Pertumbuhan

- Hormon pertumbuhan diperlukan untuk mengatur metabolisme testis.
- Hormon pertumbuhan secara khusus meningkatkan pembelahan awal pada spermatogenesis.

2. Sistem Reproduksi Wanita

Organ reproduksi wanita terbagi dua, yaitu di dalam dan di bagian luar tubuh.



Alat reproduksi wanita.

a. Organ reproduksi dalam

Organ reproduksi dalam membentuk sebuah jalur (saluran kelamin), yang terdiri atas sepasang indung telur (ovarium), sepasang saluran telur (tuba fallopii), dan rahim (uterus).

1) Sepasang indung telur (ovarium)

- Ovarium atau indung telur adalah kelenjar kelamin wanita.
- Dalam ovarium terdapat *folikel de Graaf* yang akan berkembang menjadi sel telur (ovum).
- Proses perkembangan sel telur disebut *oogenesis*.
- Selain itu, ovarium memproduksi juga dua hormon penting dalam kehidupan perempuan. Kedua hormon tersebut adalah estrogen dan progesteron.
- Hormon-hormon ini berpengaruh besar pada pertumbuhan, pembangunan, dan berfungsi untuk semua organ tubuh perempuan terutama alat-alat reproduksi.

2) Sepasang saluran telur (tuba fallopii)

- Wanita memiliki sepasang saluran telur, yang masing-masing menyambungkan antara masing-masing ovarium dengan rahim pada setiap sisinya.
- Telur bergerak di sepanjang saluran telur dengan bantuan *silia* (rambut getar) dan otot pada dinding tuba.
- Jika di dalam tuba fallopii sel telur bertemu dengan sperma dan dibuahi, maka sel telur yang telah dibuahi ini mulai membelah lalu menempel ke dinding rahim dan proses ini disebut *implantasi*.

3) Rahim (uterus)

- Rahim terletak di belakang kandung kemih dan di depan rektum.
- Rahim diikat oleh 6 ligamen. Terletak di bagian pusat sistem, berbentuk kantung tempat bayi berkembang. Rahim terbagi menjadi 2 bagian, yaitu:

a) Serviks (*leher rahim*)

- ✓ Serviks terletak di puncak vagina.
- ✓ Serviks merupakan uterus bagian bawah yang membuka ke arah vagina. Sebuah saluran yang melalui serviks yang memungkinkan sperma masuk ke dalam rahim dan darah menstruasi keluar.

b) Korpus (*badan rahim*)

- ✓ Korpus biasanya bengkok ke arah depan. Selama masa reproduktif, panjang korpus adalah 2 kali dari panjang serviks.
- ✓ Korpus merupakan jaringan kaya otot yang bisa melebar untuk menyimpan janin.
- ✓ Selama proses persalinan, dinding otornya mengerut, sehingga bayi terdorong keluar melalui serviks dan vagina.
- ✓ Lapisan dalam dari korpus disebut *endometrium*.

4) Liang senggama (*vagina*)

- Vagina (dari bahasa Latin yang makna literalnya *pelindung* atau *selongsong*) adalah saluran berbentuk tabung yang menghubungkan uterus ke bagian luar tubuh.
- Lubang pada vagina disebut *introitus* dan daerah berbentuk separuh bulan di belakang introitus disebut *forset*.
- Jika ada rangsangan, dari saluran kecil di samping introitus akan keluar cairan (lendir) yang dihasilkan oleh *kelenjar bartolin*.
- Uretra terletak di depan vagina dan merupakan lubang tempat keluarnya air kemih dari kandung kemih.

b. Organ reproduksi luar

- Organ kelamin luar wanita memiliki dua fungsi, yaitu sebagai jalan masuk *sperma* ke dalam tubuh wanita dan sebagai pelindung organ kelamin dalam dari organisme penyebab infeksi.
- Organ reproduksi luar wanita terdiri atas vulva, klitoris, dan perineum.
- Berikut ini merupakan penjelasan yang lebih terperinci dari organ reproduksi luar wanita tersebut.

1) *Vulva*

- ✓ Vulva dibatasi oleh labium mayor (sama dengan scrotum pada pria).

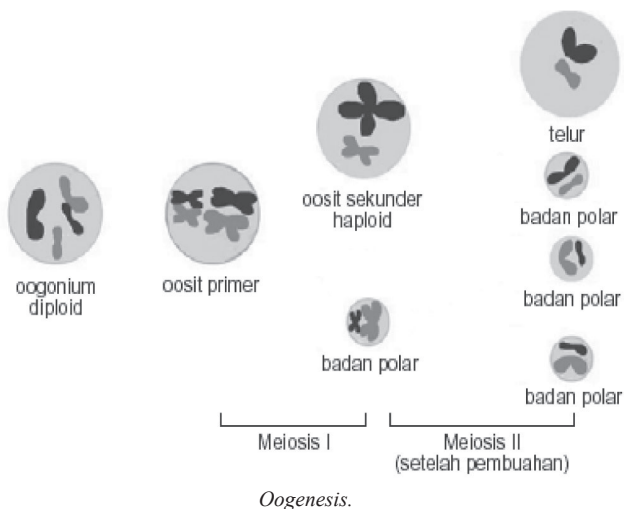
- ✓ Labium mayor terdiri dari kelenjar keringat dan kelenjar sebacea (penghasil minyak).
- ✓ Setelah puber labium mayor akan ditumbuhi rambut.

2) Klitoris

- ✓ Klitoris merupakan penonjolan kecil yang sangat peka (sama dengan penis pada pria).
- ✓ Klitoris merupakan pertemuan antara labium minor kiri dan kanan yang bertemu di depan.
- ✓ Klitoris dibungkus oleh sebuah lipatan kulit yang disebut *preputium* (sama dengan kulit depan pada ujung penis pria).
- ✓ Klitoris sangat sensitif terhadap rangsangan.

3) Perineum

- ✓ Perineum merupakan suatu jaringan *bromuskuler* di antara vagina dan anus.
- ✓ Perineum merupakan pertemuan labium mayor kiri dan kanan yang bertemu di bagian belakang.
- ✓ Kulit yang membungkus perineum dan labium mayor sama dengan kulit di bagian tubuh lainnya, yaitu tebal dan kering dan bisa membentuk sisik.



- Oogenesis merupakan proses pembentukan ovum di dalam ovarium.
- Di dalam ovarium janin, sudah terkandung sel pemula atau oogonium.
- Oogonium akan berkembang menjadi oosit primer. Saat bayi dilahirkan, oosit primer dalam fase profase pada pembelahan meiosis. Oosit primer kemudian mengalami masa istirahat hingga masa pubertas.

d. Siklus menstruasi pada wanita

- Menstruasi bisa menjadi salah satu pertanda bahwa seorang wanita sudah memasuki masa suburnya.

- Secara biologis, menstruasi menandakan sudah terbuangnya sel telur miliknya yang sudah matang. Pembuangan ini dilakukan karena ada proses pergantian sel telur dengan sel telur yang baru.
- Ada beberapa faktor yang bisa menyebabkan siklus dan pola menstruasi menjadi tidak teratur, yaitu:
 - ✓ Kondisi hormonal belum stabil.
 - ✓ Kondisi fisik terganggu.
 - ✓ Kondisi psikis terganggu.
 - ✓ Kurangnya asupan gizi.
 - ✓ Hamil.
- Umumnya siklus menstruasi terjadi secara periodik setiap 28 hari (ada pula setiap 21 hari dan 30 hari).
- LH merangsang folikel yang telah kosong untuk berubah menjadi badan kuning (*korpus luteum*).
- Badan kuning menghasilkan hormon progesteron yang berfungsi mempertebal lapisan endometrium yang kaya dengan pembuluh darah untuk mempersiapkan datangnya embrio. Periode ini disebut *fase luteal*.

e. Fertilisasi

- Peristiwa fertilisasi terjadi di saat spermatozoa membuahi ovum di tuba fallopii, maka terjadilah zigot.

- Kira-kira 24 sampai 30 jam setelah proses pembuahan, zigot menyelesaikan pembagian sel pertamanya.
- Proses mitosis, satu sel terbagi menjadi dua, dua menjadi empat, delapan, enam belas, dan seterusnya. Pada saat 32 sel disebut *morula*, di dalam morula terdapat rongga yang disebut *blastosol* yang berisi cairan yang dikeluarkan oleh tuba fallopii, bentuk ini kemudian disebut *blastula*.
- Lapisan terluar blastula disebut *trofoblas* merupakan dinding blastula yang berfungsi untuk menyerap makanan dan merupakan calon tembuni atau ari-ari (plasenta).
- Masa di dalam blastula disebut simpul embrio (*embrionik knot*) dan merupakan calon janin.
- Blastula ini bergerak menuju uterus untuk mengadakan implantasi (perlekatan dengan dinding uterus).
- Enam hari setelah fertilisasi, trofoblas menempel pada dinding uterus (melakukan implantasi) dan melepaskan hormon *korionik gonadotropin*.
- Hormon ini melindungi kehamilan dengan cara menstimulasi produksi hormon estrogen dan progesteron, sehingga mencegah terjadinya menstruasi.
- Setelah satu minggu, sel-sel pada kumpulan sel sebelah dalam membentuk dua lapisan yang disebut *hipoblas* dan *epiblas*.

- Hipoblas tumbuh menjadi kantung inti telur yang menjadi salah satu bagian tempat lewatnya nutrisi yang diberikan oleh ibu pada embrio muda.
- Sel-sel dari epiblas membentuk suatu selaput yang disebut *amnion*, di mana di dalamnya ada embrio dan kemudian janin berkembang sampai lahir.

1) Pembuatan lapisan lembaga

- Setelah hari ke-12, tampak dua lapisan jaringan di sebelah luar disebut ektoderm dan di sebelah dalam endoderm.
- Endoderm tumbuh ke dalam blastosol membentuk bulatan penuh. Dengan demikian terbentuklah usus primitif dan kemudian terbentuk pula kantung kuning telur (*Yolk Sac*) yang membungkus kuning telur.
- Pada manusia, kantung ini tidak berguna, maka tidak berkembang. Namun, kantung ini sangat berguna pada hewan ovipar (bertelur), misalnya ayam dan bebek, karena kantung ini berisi persediaan makanan bagi embrio.
- Di antara lapisan ektoderm dan endoderm terbentuk lapisan mesoderm. Proses terbentuknya lapisan ektoderm, endoderm, dan mesoderm disebut gastrulasi. Ketiga lapisan tersebut merupakan lapisan lembaga (*germ layer*).

2) Membran (lapisan embrio)

Membran embrio meliputi 4 macam, yaitu kantung kuning telur (*yolk sac*), amnion, alantois, dan korion.

a) Kantung kuning telur (*yolk sac*)

- Kantung kuning telur merupakan pelebaran endodermis yang berisi persediaan makanan bagi hewan ovipar, misalnya ayam dan bebek.
- Pada manusia hanya terdapat sedikit dan tidak berguna.

b) Amnion

- Amnion merupakan kantung yang berisi cairan tempat embrio mengapung, gunanya melindungi janin dari tekanan atau benturan.

c) Alantois

- Alantois berfungsi sebagai organ respirasi dan pembuangan sisa metabolisme.

d) Korion

- Korion adalah dinding berjonjot yang terdiri dari mesoderm dan trofoblas.
- Jonjot korion menghilang pada hari ke-28, kecuali pada bagian tangkai badan, pada tangkai badan jonjot trofoblas masuk ke dalam daerah dinding uterus membentuk ari-ari (plasenta).

f. Kehamilan dan persalinan

- Kehamilan dapat terjadi jika sel telur matang dibuahi oleh sel sperma. Kemudian, sel telur yang dibuahi tadi diantarkan dan disimpan oleh tubuh kita ke dalam rahim untuk kemudian tumbuh dan berkembang menjadi bayi.
- Kehidupan dalam rahim memiliki tiga tahapan, yaitu:

1) Tahap pre embrionik (dua setengah minggu pertama)

- ✓ Pada tahap pertama, zigot tumbuh membesar melalui pembelahan sel, dan terbentuklah segumpalan sel yang kemudian membenamkan diri pada dinding rahim.
- ✓ Sekitar 2,5 minggu, epiblas sudah membentuk 3 jaringan khusus, atau lapisan kuman, yang disebut ektoderm, endoderm, dan mesoderm.
- ✓ Ektoderm tumbuh menjadi beberapa struktur termasuk otak, urat saraf tulang belakang, saraf, kulit, kuku, dan rambut.
- ✓ Endoderm membuat lapisan pelindung sistem pernapasan dan alat pencernaan, dan membentuk bagian dari organ-organ tubuh yang penting seperti hati dan pankreas.

- ✓ Mesoderm membentuk jantung, ginjal, tulang, tulang rawan, otot-otot, sel-sel darah, dan struktur-struktur lainnya.

2) Tahap embrionik (sampai akhir minggu ke delapan)

- ✓ Tahap kedua ini berlangsung selama lima setengah minggu. Pada masa ini bayi disebut sebagai *embrio*. Pada tahap ini, organ, dan sistem tubuh bayi mulai terbentuk dari lapisan-lapisan sel tersebut.
- ✓ Setelah 3 minggu otak terbagi menjadi tiga bagian utama yang disebut dengan otak depan, otak tengah, dan otak belakang. Otak, urat saraf tulang belakang, dan jantung embrio mulai muncul dan dapat diidentifikasi dengan mudah pada kantung inti telur antara 3 sampai 4 minggu.
- ✓ Setelah 4 minggu, amnion yang jernih menyelimuti embrio dalam suatu kantung yang berisi cairan.
- ✓ Cairan steril ini disebut cairan amniotik yang memberikan embrio perlindungan dari kecelakaan.
- ✓ Setelah 5 minggu, sel-sel reproduktif awal bermigrasi ke organ-organ reproduksi yang berada di samping ginjal.

- ✓ Setelah 6,5 minggu, siku terlihat jelas, jari-jari mulai menyebar, dan gerakan tangan sudah bisa dilihat. Aktivitas elektrik jantung mulai berfungsi pada minggu ke-7,5.
- ✓ Antara minggu ke-7 dan ke-8, kelopak mata atas dan bawah tumbuh dengan cepat dan hampir menyatu, sehingga menutupi mata.
- ✓ Setelah 8 minggu, embrio kadang-kadang menunjukkan gerak bernapas, meskipun tidak ada udara di dalam uterus.

3) Tahap fetus (dari bulan ke delapan sampai kelahiran)

- ✓ Dimulai dari tahap ini dan seterusnya, bayi disebut sebagai *fetus*.
- ✓ Tahap ini dimulai sejak kehamilan bulan kedelapan dan berakhir hingga masa kelahiran.
- ✓ Ciri khusus tahapan ini adalah terlihatnya fetus menyerupai manusia dengan wajah, kedua tangan, dan kakinya.
- ✓ Pada masa persalinan, hormon yang memengaruhi peningkatan kepekaan yaitu:
 - Estrogen, dihasilkan oleh plasenta yang kontraksinya meningkat pada saat persalinan.

- Oksitoksin, dihasilkan oleh hipofisis ibu dan janin dan berfungsi untuk kontraksi uterus.
- Prostaglandin, dihasilkan oleh membran pada janin.
- Relaksin, dihasilkan oleh korpus luteum pada ovarium dan plasenta, serta berfungsi untuk relaksasi atau melunakkan serviks dan melonggarkan tulang panggul, sehingga mempermudah persalinan.

g. Pemberian air susu ibu (ASI)

- Air susu ibu memenuhi seluruh kebutuhan biologis bayi.
- Menyusui adalah cara pemberian makan bayi yang paling baik karena semua unsur gizi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan bayi normal ada di dalamnya.
- Pada saat yang sama, tindakan menyusui membangun hubungan intim dan hangat antara ibu dan bayinya.
- Bayi-bayi yang disusui jarang sekali mengalami kelebihan berat badan, kemungkinan menderita dehidrasi serta akibat-akibat lainnya. Jarang di antara mereka yang menderita alergi ataupun infeksi karena bakteri.
- ASI memberikan proteksi alamiah dengan cara mengalirkan antibodi penting dari ibu

ke bayinya. Menyusui memberikan manfaat psikologis kepada bayi karena melalui menyusui ia merasakan kehangatan dan kedekatan fisik ibunya, menikmati suara dan wajah ibunya, sekaligus memuaskan kebutuhan untuk mengisap.

B. Kontrasepsi

Kontrasepsi adalah suatu cara yang bertujuan mencegah terjadinya pembuahan. Kontrasepsi memiliki beberapa metode, antara lain:

1. Tanpa alat bantu

- Kontrasepsi dengan cara tidak melakukan koitus pada masa subur wanita (hari 12 – 16 siklus haid).
- Cara ini dikenal dengan nama sistem kalender atau *abstinensi*.

2. Menggunakan alat bantu

- Pada cara ini, mencegah pertemuan ovum dengan spermatozoa, dapat dilakukan dengan berbagai alat bantu, misalnya: kondom, spiral, *jelly*, dan lain-lain.

Kontrasepsi dengan menggunakan alat bantu dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

a. Secara mekanik,

- Yaitu dengan cara mencegah bertemunya sperma dengan ovum.

- Pada laki-laki menggunakan kondom, sedangkan pada wanita bisa menggunakan diafragma, spiral, iud (*intra uterine device*).

b. Secara kimiawi,

- Yaitu dengan menggunakan spermisida senyawa kimia yang dapat membunuh sel-sel sperma.
- Misalnya bisa berbentuk *jelly*, busa, dan lain-lain.

c. Secara hormonal,

- Yaitu dengan cara memengaruhi kesuburan wanita, misalnya dengan KB suntik, susuk dan pil KB.
- Bahkan kini juga sudah dikembangkan teknik hormonal (pada laki-laki).

3. Sterilisasi

- Sterilisasi dilakukan dengan mengikat/memotong saluran vas deferens dikenal dengan istilah *vasektomi*, atau mengikat/memotong tuba fallopii dikenal dengan istilah *tubektomi*.

C. Gangguan pada Sistem Reproduksi

1. Gangguan pada Sistem Reproduksi Wanita

a. Gangguan menstruasi

- Gangguan menstruasi terdiri atas *amenore primer* dan *amenore sekunder*.
- Amenore primer adalah tidak terjadinya manarkhe (menstruasi) sampai usia 17 tahun dengan atau tanpa perkembangan seksual sekunder.
- Amenore sekunder adalah tidak terjadinya menstruasi selama 3-6 bulan atau lebih pada orang yang telah mengalami siklus menstruasi.

b. Kanker genitalia

- Kanker genitalia pada wanita dapat terjadi pada vagina, serviks, dan ovarium.
- Kanker vagina tidak diketahui penyebabnya, mungkin karena iritasi yang disebabkan oleh virus.
- Kanker serviks terjadi bila pertumbuhan sel-sel yang abnormal di seluruh lapisan epitel serviks.
- Penanganannya dengan pengangkatan uterus, oviduk, ovarium, sepertiga bagian atas vagina, dan kelenjar limfa panggul. Kanker ovarium gejalanya tidak jelas. Biasanya dapat

berupa rasa pegal pada panggul, perubahan fungsi saluran pencernaan, atau mengalami pendarahan vagina abnormal.

c. Endometriosis

- Endometriosis adalah keadaan di mana jaringan endometrium terdapat di luar rahim, yaitu dapat tumbuh di sekitar ovarium, oviduk, atau jalur di luar rahim.
- Gejalanya berupa nyeri perut, pinggang terasa sakit, dan nyeri pada saat menstruasi.

d. Infeksi vagina

- Gejalanya berupa keputihan dan timbul gatal-gatal.
- Infeksi ini menyerang wanita usia produktif terutama yang menikah. Penyebabnya adalah akibat hubungan kelamin.

2. Gangguan pada sistem Reproduksi Pria

Gangguan pada sistem reproduksi pria dapat berupa hipogonadisme, kriptorkidisme, prostatitis, epididimitis, dan orkitis.

a. Hipogonadisme

- Merupakan penurunan fungsi testis yang disebabkan oleh gangguan interaksi hormon, seperti hormon androgen dan estrogen.
- Gangguan ini menyebabkan infertilitas, impotensi, dan tidak adanya tanda-tanda kepriaan.

- Penanganannya dapat dilakukan dengan terapi hormon.

b. Kriptorkidisme

- Merupakan kegagalan dari satu atau kedua testis untuk turun dari rongga abdomen ke dalam scrotum pada waktu bayi.
- Penanganannya dapat dilakukan dengan pemberian hormon *human chorionic gonadotropin* untuk merangsang testoteron.

c. Uretritis

- Peradangan uretra dengan gejala rasa gatal pada penis dan sering buang air kecil.
- Penyebabnya adalah *chlamydia trachomatis*, *ureplasma urealyticum*, atau virus herpes.

d. Prostatitis

- Merupakan peradangan prostat.
- Penyebabnya adalah bakteri *escherichia coli* ataupun bukan bakteri.

e. Epididimitis

- Merupakan infeksi yang sering terjadi pada saluran reproduksi pria.
- Penyebabnya adalah *e. Coli* dan *chlamydia*.

f. Orkitis

- Merupakan peradangan pada testis yang disebabkan oleh virus parotitis.

- Jika terjadi pada pria dewasa dapat menyebabkan infertilitas.

Latihan Soal



1. Gangguan yang terjadi pada sistem reproduksi pria yang disebabkan oleh virus herpes adalah
 - a. Uretritis
 - b. Prostatitis
 - c. Epididimitis
 - d. Orkitis

Pembahasan:

Uretritis, peradangan uretra dengan gejala rasa gatal pada penis dan sering buang air kecil. Penyebabnya adalah *Chlamydia trachomatis*, *Ureplasma urealyticum*, atau virus herpes.

Jawaban: a

2. Ovulasi dirangsang oleh hormon
 - a. FSH
 - b. LH
 - c. Oksitosin
 - d. Relaksin



Pembahasan:

Estrogen yang keluar berfungsi merangsang perbaikan dinding uterus, yaitu endometrium yang habis terkelupas waktu menstruasi. Selain itu estrogen menghambat pembentukan FSH dan memerintahkan hipofisis menghasilkan LH yang berfungsi merangsang *folikel de Graaf* yang masak untuk mengadakan ovulasi yang terjadi pada hari ke-14.

Jawaban: b



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB 20

PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TUMBUHAN



- Peristiwa perubahan biologi yang terjadi pada makhluk hidup yang berupa penambahan ukuran (volume, massa, dan tinggi) yang bersifat *irreversible* disebut pertumbuhan.
- Pertumbuhan dan perkembangan merupakan hasil interaksi antara faktor-faktor dalam dan luar.
- Faktor yang terdapat dalam tubuh organisme, antara lain sifat genetik yang ada di dalam gen dan zat pengatur tumbuh yang merangsang pertumbuhan.
- Adapun faktor lingkungan merupakan faktor dari luar yang memengaruhi pertumbuhan. Kemudian, potensi genetik hanya akan berkembang apabila ditunjang oleh lingkungan yang cocok.

A. Tahap-tahap Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tumbuhan Berbunga

1. Tahap Awal Pertumbuhan

- Mula-mula terjadi proses fisika saat biji melakukan *imbibisi* atau penyerapan air sampai biji ukurannya bertambah dan menjadi lunak.
- Saat air masuk ke dalam biji, enzim-enzim mulai aktif, sehingga menghasilkan berbagai reaksi kimia.

- Kerja enzim ini antara lain, mengaktifkan metabolisme di dalam biji dengan mensintesis cadangan makanan sebagai persediaan cadangan makanan pada saat perkecambahan berlangsung yang dipakai untuk berkecambah.

2. Perkecambahan

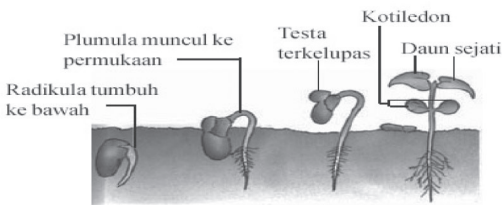
- Perkecambahan adalah munculnya *plantula* (tanaman kecil) dari dalam biji yang merupakan hasil pertumbuhan dan perkembangan embrio.
- Tipe perkecambahan ada dua macam, tipe itu sebagai berikut:

a. Tipe perkecambahan di atas tanah (*Epigeal*)

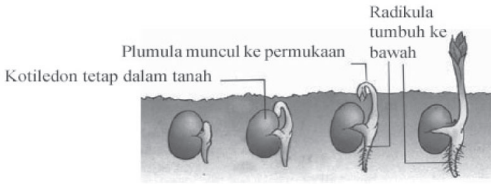
- ✓ Tipe ini terjadi, jika plumula muncul di atas permukaan tanah, sedangkan kotiledon tetap berada di dalam tanah.

b. Tipe perkecambahan di bawah tanah (*Hipogeal*)

- ✓ Tipe ini terjadi, jika plumula dan kotiledon muncul di atas permukaan tanah.



Epigeal



Hipogeal

- Makanan untuk pertumbuhan embrio diperoleh dari cadangan makanan karena belum terbentuknya klorofil yang diperlukan dalam fotosintesis.

3. Pertumbuhan Primer

Pada fase ini tumbuhan membentuk akar, batang, dan daun. Tiga sistem jaringan primer yang terbentuk sebagai berikut:

a. Protoderm

- Protoderm yaitu lapisan terluar yang akan membentuk jaringan epidermis.

b. Meristem dasar

- Akan berkembang menjadi jaringan dasar yang mengisi lapisan korteks pada akar di antara stele dan epidermis.

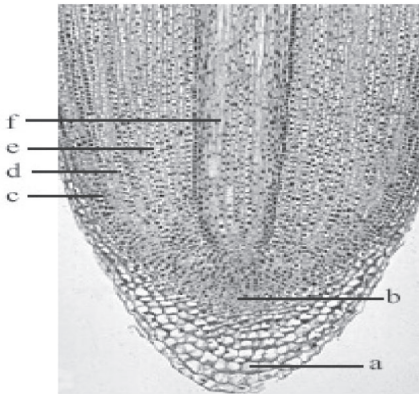
c. Prokambium

- Prokambium yaitu lapisan dalam yang akan berkembang menjadi silinder pusat, yaitu floem dan xilem.

Pertumbuhan primer pada akar

a. Tudung akar (kaliptra)

- Tudung akar atau kaliptra berfungsi sebagai pelindung terhadap benturan fisik ujung akar terhadap tanah sekitar pertumbuhan.
- Fungsi lain ujung akar, yaitu memudahkan akar menembus tanah karena tudung akar dilengkapi dengan sekresi cairan polisakarida.
- Perbedaan antara tudung akar dikotil dan monokotil sebagai berikut:
 - ✓ Pada tudung akar dikotil, antara ujung akar dengan kaliptra tidak terdapat batas yang jelas dan tidak memiliki titik tumbuh pada kaliptra tersebut.
 - ✓ Pada tudung akar monokotil, antara ujung akar dan kaliptra terdapat batas yang jelas atau nyata dan mempunyai titik tumbuh tersendiri yang disebut *kaliptrogen*. Sel-sel kaliptra yang dekat dengan ujung akar mengandung butir-butir tepung yang disebut *kolumela*.



- a. tudung akar
- b. meristem
- c. daerah pemanjangan sel
- d. korteks
- e. floem
- f. xylem

Jaringan meristem apikal akar

b. Meristem

- Meristem merupakan bagian dari ujung akar yang selnya senantiasa mengadakan pembelahan secara mitosis.

c. Daerah pemanjangan sel

- Daerah pemanjangan sel terletak di belakang daerah meristem.
- Pemanjangan sel tersebut berperan penting untuk membantu daya tekan akar dan proses pertumbuhan memanjang akar.

d. Daerah diferensiasi

- Pada daerah ini, sel-sel hasil pembelahan dan pemanjangan akan mengelompok sesuai dengan kesamaan struktur.

Pertumbuhan Primer pada Batang

- Pertumbuhan dan perkembangan primer pada batang meliputi daerah pertumbuhan (titik tumbuh), daerah pemanjangan, dan daerah diferensiasi.
- Pertumbuhan, pembelahan, dan pemanjangan sel terjadi di dalam *internodus*.

4. Pertumbuhan Sekunder

- Pertumbuhan sekunder hanya terjadi pada tumbuhan dikotil, yaitu pembentukan kambium yang terbentuk dari parenkim atau kolenkim.
- Xilem dan floem yang terbentuk dari aktivitas kambium disebut xilem sekunder dan floem sekunder.
- Pertumbuhan xilem dan floem tersebut menyebabkan batang bertambah besar dan terbentuk lingkaran tahun yang dipengaruhi oleh aktivitas pada musim kemarau dan musim penghujan.

B. Faktor-faktor yang Memengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tumbuhan

1. Faktor Dalam yang Memengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tumbuhan

Faktor dalam yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan adalah gen dan zat pengatur tumbuh.

a. Faktor gen

- Faktor penurunan sifat pada keturunan terkandung di dalam gen.
- Informasi genetik pada gen mengendalikan terbentuknya sifat penampakan secara fisik (fenotipe) melalui interaksinya dengan faktor lingkungan.

b. Zat pengatur tumbuh (hormon)

- Zat pengatur tumbuh (hormon) pada tanaman ialah senyawa organik yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung, menghambat, dan mengubah proses fisiologis tumbuhan.

1) Auksin

- ✓ Auksin mula-mula ditemukan oleh Darwin, dengan percobaan pengaruh penyinaran terhadap koleoktil.

- ✓ Auksin adalah hormon yang berperan merangsang pembelahan sel dan pengembangan sel.
- ✓ Hormon auksin/IAA memiliki sifat menjauhi cahaya. Pengaruh auksin terhadap perkembangan sel memperlihatkan bahwa auksin dapat menaikkan tekanan osmotik, meningkatkan permeabilitas sel terhadap air, menyebabkan pengurangan tekanan pada dinding-dinding sel, meningkatkan sintesis protein, meningkatkan plastisitas, mengembangkannya dinding sel.

Dilihat dari segi fisiologi, hormon auksin berpengaruh pada:

- a) Pengembangan sel.
- b) Fototropisme.
- c) Geotropisme.
- d) Pertumbuhan akar.
- e) Partenokarpi.
- f) Pembentukan batang.

2) Giberelin

- ✓ Giberelin merupakan jenis hormon yang mula-mula ditemukan oleh Kuroshawa dari Jepang.
- ✓ Hormon ini berpengaruh terhadap sifat genetik, pembungaan, penyinaran, dan mobilisasi karbohidrat selama perkecambahan.

- ✓ Hormon ini berperan dalam mendukung perpanjangan sel, aktivitas kambium mendukung pembentukan RNA baru, dan sintesis protein.

3) Sitokinin

- ✓ Sitokinin ditemukan oleh Kinetin.
- ✓ Sitokinin berfungsi untuk:
 - Merangsang pembelahan sel.
 - Merangsang pembentukan tunas.
 - Menghambat efek dominasi apikal oleh auksin pada batang.
 - Mempercepat pertumbuhan memanjang.

4) Etilen

- ✓ Dalam keadaan normal, etilen akan berbentuk gas dan berperan apabila terjadi perubahan secara fisiologis pada suatu tanaman.
- ✓ Hormon ini berperan pada proses pematangan buah. Hubungan etilen dengan auksin, yaitu etilen memengaruhi pembentukan protein yang diperlukan dalam aktivitas pertumbuhan.

5) Inhibitor

- ✓ Inhibitor adalah zat yang menghambat pertumbuhan pada tanaman.

- ✓ Beberapa jenis inhibitor, yaitu asam absisat dan *plant growth retardant*.
- ✓ Asam absisat terdapat pada daun, batang, akar, umbi, tunas, buah, dan endosperm. Zat ini mempunyai fungsi berlawanan dengan auksin, giberelin, dan sitokinin.
- ✓ *Plant growth retardant* adalah inhibitor yang berlawanan dengan kegiatan giberelin pada perpanjangan batang.

2. Faktor Luar yang Memengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tumbuhan

a. Nutrisi

- Nutrisi terdiri atas unsur-unsur atau senyawa-senyawa kimia sebagai sumber energi dan sumber materi untuk sintesis berbagai komponen sel yang diperlukan selama pertumbuhan.
- Nutrisi umumnya diambil dari dalam tanah dalam bentuk ion dan kation, sebagian lagi diambil dari udara. Salah satu kebutuhan unsur-unsur tersebut tidak terpenuhi, akan mengakibatkan kekurangan unsur yang disebut *defisiensi*. Defisiensi mengakibatkan pertumbuhan menjadi terhambat.

b. Air

- Air berperan di dalam melarutkan unsur hara dalam proses penyerapan.

- Air dibutuhkan tumbuhan sebagai pelarut bagi kebanyakan reaksi dalam tubuh tumbuhan dan sebagai medium reaksi enzimatis.

c. Cahaya

- Cahaya mutlak diperlukan dalam proses fotosintesis.
- Cahaya secara langsung berpengaruh terhadap pertumbuhan setiap tanaman.
- Pengaruh cahaya secara langsung dapat diamati dengan membandingkan tanaman yang tumbuh dalam keadaan gelap dan terang.
- Pada keadaan gelap, pertumbuhan tanaman mengalami *etiolasi* yang ditandai dengan pertumbuhan yang abnormal (lebih panjang), pucat, daun tidak berkembang, dan batang tidak kukuh.

d. Suhu

- Suhu berpengaruh terhadap fisiologi tumbuhan, antara lain memengaruhi kerja enzim.
- Suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan menghambat proses pertumbuhan.
- Suhu yang paling baik untuk pertumbuhan disebut suhu optimum ($100^{\circ} - 380^{\circ} \text{C}$).

e. Kelembapan

- Tanah dan udara yang lembap berpengaruh terhadap pertumbuhan.
- Pada keadaan lembap, banyak air yang diserap oleh tumbuhan dan sedikit penguapan yang terjadi, sehingga mengakibatkan pertumbuhan menjadi cepat.

Latihan Soal



1. Bagian akar yang berfungsi untuk melindungi diri terhadap benturan fisik ujung akar adalah
 - a. Kaliptra
 - b. Kaliptrogen
 - c. Meristem
 - d. Floem

Pembahasan:

Tudung akar atau kaliptra berfungsi sebagai pelindung terhadap benturan fisik ujung akar terhadap tanah sekitar pertumbuhan.

Jawaban: a

2. Di bawah ini unsur mikro pada faktor luar yang ikut memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan, *kecuali*
- O
 - B
 - Zn
 - Mn

Pembahasan:

Unsur-unsur yang dibutuhkan dalam jumlah yang banyak disebut unsur makro (C, H, O, N, P, K, S, Ca, Fe, Mg). Adapun unsur-unsur yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit disebut unsur mikro (B, Mn, Mo, Zn, Cu, Cl).

Jawaban: a

Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB
21

**PROSES METABOLISME
ORGANISME**

Metabolisme adalah segala proses reaksi kimia yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup, mulai dari makhluk hidup bersel satu sampai makhluk hidup yang susunan tubuhnya sangat kompleks. Metabolisme terdiri atas dua proses:

1. Anabolisme

- Anabolisme adalah proses-proses penyusunan energi kimia melalui sintesis senyawa-senyawa organik.

2. Katabolisme

- Katabolisme adalah proses penguraian dan pembebasan energi dari senyawa-senyawa organik melalui proses respirasi.
- Metabolisme juga berperan mengubah zat yang beracun menjadi senyawa yang tak beracun dan dapat dikeluarkan dari tubuh. Proses ini disebut detoksifikasi.

A. Enzim dan Fungsinya

- Enzim adalah biokatalisator organik yang dihasilkan organisme hidup di dalam protoplasma, yang terdiri atas protein atau suatu senyawa yang berikatan dengan protein. Enzim mempunyai dua fungsi pokok sebagai berikut.
 - ✓ Mempercepat atau memperlambat reaksi kimia.

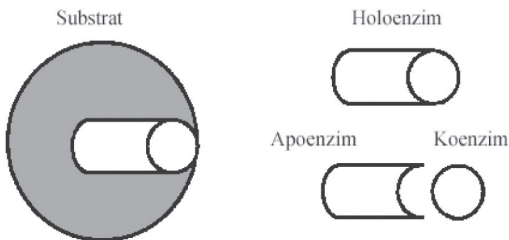
- ✓ Mengatur sejumlah reaksi yang berbeza dalam waktu yang sama.
- Bentuk enzim yang tidak aktif ini disebut *zimogen*.
- Enzim tersusun atas dua bagian. Apabila enzim dipisahkan satu sama lainnya menyebabkan enzim tidak aktif.
- Namun keduanya dapat digabungkan menjadi satu, yang disebut *holoenzim*. Kedua bagian enzim tersebut, yaitu *apoenzim* dan *koenzim*.

1. Apoenzim

- Apoenzim adalah bagian protein dari enzim, bersifat tidak tahan panas, dan berfungsi menentukan kekhususan dari enzim.

2. Koenzim

- Koenzim bersifat termostabil (tahan panas), mengandung ribosa dan fosfat.
- Fungsinya menentukan sifat dari reaksinya.



Holoenzim, apoenzim, koenzim, dan substrat

Sifat-sifat enzim sebagai berikut:

- Enzim mengalami denaturasi/kerusakan pada temperatur tinggi.
- Efektif dalam jumlah kecil.
- Tidak berubah pada waktu reaksi berlangsung.
- Tidak memengaruhi keseimbangan, tetapi hanya mempercepat reaksi.
- Spesifik untuk reaksi tertentu.

Faktor-faktor yang memengaruhi enzim dan aktivitas enzim sebagai berikut:

1. Temperatur atau suhu
2. Air
3. pH
4. Hasil akhir
5. Substrat
6. Zat-zat penghambat

Contoh-contoh enzim dalam proses metabolisme sebagai berikut:

1. Enzim katalase

- Enzim katalase berfungsi membantu pengubahan hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen.

2. Enzim oksidase

- Enzim oksidase berfungsi mempercepat penggabungan O_2 dengan suatu substrat yang pada saat bersamaan juga mereduksikan O_2 , sehingga terbentuk H_2O .

3. Enzim hidrase

- Enzim hidrase berfungsi menambah atau mengurangi air dari suatu senyawa tanpa menyebabkan terurainya senyawa yang bersangkutan.
- Contoh: fumarase, enolase, akonitase.

4. Enzim dehidrogenase

- Enzim dehidrogenase berfungsi memindahkan hidrogen dari suatu zat ke zat yang lain.

5. Enzim transfosforilase

- Enzim transfosforilase berfungsi memindahkan H_3PO_4 dari molekul satu ke molekul lain dengan bantuan ion Mg^{2+} .

6. Enzim karboksilase

- Enzim karboksilase berfungsi dalam pengubahan asam organik secara bolak-balik.
- Contoh pengubahan asam piruvat menjadi asetaldehida dibantu oleh karboksilase piruvat.

7. Enzim desmolase

- Enzim desmolase berfungsi membantu dalam pemindahan atau penggabungan ikatan karbon.

- Contohnya: aldolase dalam pemecahan fruktosa menjadi gliseraldehida dan dehidroksiaseton.

8. Enzim peroksida

- Enzim peroksida berfungsi membantu mengoksidasi senyawa fenolat, sedangkan oksigen yang dipergunakan diambil dari H_2O_2 .

B. Metabolisme Karbohidrat

- Karbohidrat adalah senyawa yang tersusun atas unsur-unsur C, H, dan O.
- Karbohidrat setelah dicerna di usus, akan diserap oleh dinding usus halus dalam bentuk monosakarida. Monosakarida dibawa oleh aliran darah sebagian besar menuju hati, dan sebagian lainnya dibawa ke sel jaringan tertentu, dan mengalami proses metabolisme lebih lanjut.
- Faktor yang penting dalam kelancaran kerja tubuh adalah kadar glukosa dalam darah.

Hormon yang mengatur kadar gula dalam darah, yaitu:

- ✓ Hormon insulin, dihasilkan oleh pankreas, berfungsi menurunkan kadar glukosa dalam darah.
- ✓ Hormon adrenalin, dihasilkan oleh

korteks adrenal, berfungsi menaikkan kadar glukosa dalam darah.

1. Glikogenesis

- Glikogenesis adalah poses pembentukan glikogen dari glukosa.
- Istilah yang berhubungan dengan metabolisme penguraian glukosa sebagai berikut:
 - ✓ Fermentasi atau peragian adalah proses penguraian senyawa kimia yang menghasilkan gas. Dalam hal ini adalah penguraian karbohidrat, etanol, dan CO_2 .
 - ✓ Glikolisis adalah proses penguraian karbohidrat menjadi piruvat.
 - ✓ Glikolisis anaerob adalah proses penguraian karbohidrat menjadi laktat tanpa melibatkan O_2 .
 - ✓ Respirasi adalah proses reaksi kimia yang terjadi apabila sel menyerap O_2 , menghasilkan CO_2 dan H_2O .

2. Glikolisis

- Glikolisis adalah proses penguraian karbohidrat menjadi piruvat. Karbohidrat di dalam usus, yaitu glukosa setelah melalui dinding usus. Glukosa dalam darah sebagian diubah menjadi glikogen.

- Sifat-sifat peristiwa glikolisis, antara lain:
 - ✓ Oksidasi glikogen/glukosa menjadi piruvat laktat.
 - ✓ Dapat berlangsung secara aerob dan anaerob.
 - ✓ Diperlukan adanya enzim dan energi.
 - ✓ Menghasilkan senyawa karbohidrat beratom tiga.
 - ✓ Terjadi sintesis ATP dari ADP + Pi.
- Glukoneogenesis adalah pembentukan glukosa dari piruvat (kebalikan glikolisis). Sifat-sifat peristiwa glukoneogenesis antara lain:
 - ✓ Merupakan reaksi yang kompleks.
 - ✓ Melibatkan beberapa enzim dan organel sel, yaitu mitokondrion.
 - ✓ Terlebih dahulu mengubah piruvat menjadi malat.
 - ✓ Metabolisme piruvat diangkut ke dalam mitokondrion dengan cara pengangkutan aktif melalui membran.

3. Daur Krebs

- Daur Krebs merupakan jalur metabolisme yang utama dari berbagai senyawa hasil metabolisme, yaitu hasil katabolisme karbohidrat, lemak, dan protein.
- Tujuh reaksi dalam Daur Krebs sebagai berikut:

- 1) Pembentukan sitrat dari oksaloasetat dengan enzim sitratsinase.
 - 2) Pembentukan isositrat dari sitrat melalui cisakonitat dengan enzim akonitase.
 - 3) Oksidasi isositrat menjadi α -ketoglutarat dengan enzim isositrat dehidrogenase.
 - 4) Oksidasi α -ketoglutarat menjadi suksinat dengan enzim α -ketoglutarat dehidrogenase.
 - 5) Oksidasi suksinat menjadi fumarat oleh enzim suksinat dehidrogenase.
 - 6) Penambahan 1 mol H_2O pada fumarat dengan enzim fumarase menjadi malat.
 - 7) Oksidasi malat menjadi oksaloasetat dengan enzim malat dehidrogenase.
- Satu molekul asetil co-A dalam Daur Krebs menghasilkan 12 ATP. Adapun satu molekul glukosa akan menghasilkan 38 ATP.

C. Metabolisme Lemak (Lipid)

- Beberapa peranan biologi dari lipid sebagai berikut:
 - ✓ Sebagai komponen struktur membran.
 - ✓ Sebagai lapisan pelindung pada beberapa jasad.
 - ✓ Sebagai bentuk energi cadangan.
 - ✓ Sebagai komponen permukaan sel yang berperan dalam proses kekebalan jaringan.

- ✓ Sebagai komponen dalam proses pengangkutan melalui membran.
- Katabolisme adalah proses penguraian dan pembebasan dari zat-zat organik.
- Asam lemak adalah suatu senyawa yang terdiri atas panjang hidrokarbon dan gugus karboksilat yang terikat pada ujungnya.
- Asam lemak mempunyai dua peranan fisiologi yang penting, yaitu:
 - ✓ Pembentuk fosfolipid dan glikolipid yang merupakan molekul *amfipatik* sebagai komponen membran biologi.
 - ✓ Sebagai molekul sumber energi.

D. Metabolisme Protein

- **Emil Fisher** merupakan orang pertama yang berhasil menyusun molekul protein dengan cara merangkaikan 15 molekul glisin dengan 3 molekul leusin, sehingga diperoleh suatu polipeptida.
- Molekul protein terdiri atas kesatuan-kesatuan kecil yang disebut asam amino.
- Pembongkaran protein menjadi asam amino memerlukan bantuan dari enzim-enzim protease dan air untuk mengadakan proses hidrolisis pada ikatan-ikatan peptida.
- Asam amino esensial atau asam amino utama adalah asam amino yang sangat diperlukan

oleh tubuh dan harus didatangkan dari luar tubuh manusia karena sel-sel tubuh manusia tidak dapat mensintesis sendiri.

- Asam amino esensial hanya dapat disintesis oleh sel-sel tumbuhan.
- Contoh asam amino esensial, yaitu leusin, lisin, histidin, arginin, valin, treonin, fenilalanin, triptofan, isoleusin, dan metionin.
- Asam amino nonesensial adalah asam amino yang dapat disintesis sendiri oleh tubuh manusia.
- Contohnya: tirosin, glisin, alanin, dan prolin. Fungsi protein bagi tubuh sebagai berikut:
 1. Membangun sel-sel yang rusak.
 2. Sumber energi.
 3. Pengatur asam basa darah.
 4. Keseimbangan cairan tubuh.
 5. Pembentuk antibodi.

E. Hubungan Metabolisme Karbohidrat dengan Metabolisme Lemak dan Protein

- Daur Krebs merupakan jalur metabolisme yang utama dari berbagai hasil metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein.
- Hasil dari Siklus Krebs adalah energi ATP, CO_2 , dan H_2O . Hal itu terjadi pada makhluk hidup aerob, sedangkan pada makhluk hidup

anaerob tidak menggunakan metabolisme Daur Krebs sebagai penghasil energinya.



Latihan Soal

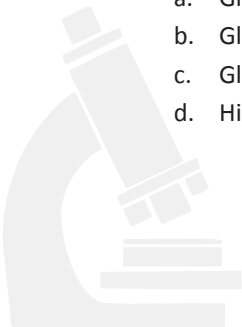
1. Proses penyusunan energi kimia melalui sintesis senyawa-senyawa organik disebut
 - a. Katabolisme
 - b. Metabolisme
 - c. Anabolisme
 - d. Kemosintesis

Pembahasan:

Anabolisme adalah proses-proses penyusunan energi kimia melalui sintesis senyawa-senyawa organik.

Jawaban: c

2. Metabolisme karbohidrat yang berfungsi untuk membentuk glikogen dari glukosa disebut
 - a. Glikosis
 - b. Glikogenesis
 - c. Glukosuria
 - d. Hipoglisemia



Pembahasan:

Glikogenesis adalah poses pembentukan glikogen dari glukosa.

Jawaban: b



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB
22

GENETIKA

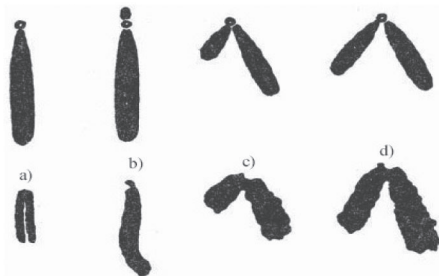


A. Kromosom

- Menurut Wilhelm Roux (1883), kromosom adalah pembawa faktor keturunan.
- Eksperimen T. Bovery dan Ws. Sutton (1902) membuktikan bahwa kromosom membawa material genetik.
- Setiap kromosom terdiri atas sentromer dan lengan.

Berdasarkan letak sentromer dan lengan, bentuk kromosom dibedakan menjadi empat macam sebagai berikut:

- 1) Bentuk *telosentrik*, yaitu jika letak sentromer berada di ujung.
- 2) Bentuk *akrosentrik*, yaitu jika letak sentromer mendekati ujung.
- 3) Bentuk *submetasentrik*, yaitu jika letak sentromer agak jauh dari ujung kromosom dan biasanya membentuk huruf L.
- 4) Bentuk *metasentrik*, yaitu jika letak sentromer berada di tengah, sehingga panjang masing-masing lengan sama.



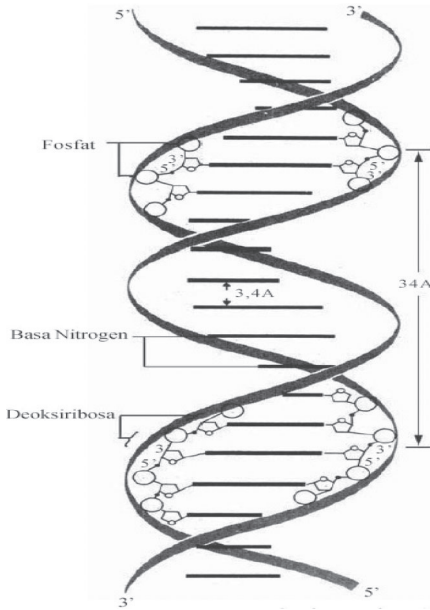
a) *Telosentrik*, b) *Akrosentrik*, c) *Submetasentrik*, dan d) *Metasentrik*

- Sentromer merupakan bagian kepala kromosom yang berfungsi mengatur pergerakan kromosom pada waktu pembelahan mitosis.

B. Gen

- Istilah gen dikemukakan oleh W. Johannsen (1898) untuk mengganti istilah faktor, elemen, atau determinan pada zaman Mendell.
- Menurut Morgan, gen adalah suatu zarah yang kompak dan menempati suatu lokus pada kromosom yang mengandung satuan informasi genetika dan mengatur sifat menurun tertentu.
- Fungsi gen sebagai berikut:
 - ✓ Mengatur pertumbuhan/perkembangan dan metabolisme individu.
 - ✓ Menyampaikan informasi genetik dari generasi ke generasi berikutnya.
- Dibentuk oleh tiga macam molekul, yaitu gula pentosa (*deoksiribosa*), asam fosfat, dan basa nitrogen. Basa nitrogen terdiri atas
 - ✓ Basa pirimidin, yaitu basa yang terdiri atas timin (T) dan sitosin (S).
 - ✓ Basa purin, yaitu basa yang terdiri atas guanin (G) dan adenin (A).

- Basa-basa nitrogen yang berpasangan senantiasa tetap, yaitu:
 - ✓ Guanin dengan sitosin (G – S) atau
 - ✓ Adenin dengan timin (A-T)
- Pada setiap DNA, purin dan pirimidin terikat pada gula deoksiribosa dan sebuah fosfat. Unit ini disebut nukleotida.
- Macam-macam nukleotida sebagai berikut:
 - ✓ Adenin nukleotida: adenin-deoksiribosa-fosfat
 - ✓ Guanin nukleotida: guanin-deoksiribosa-fosfat
 - ✓ Sitosin nukleotida: sitosin-deoksiribosa-fosfat
 - ✓ Timin nukleotida: timin-deoksiribosa-fosfat
- Berdasarkan letaknya, gen dibedakan menjadi dua macam, sebagai berikut:
 - ✓ Kromogen: gen yang terletak pada kromosom dalam inti.
 - ✓ Plasmagen: gen yang terletak pada plasma.



Model rumus bangun DNA menurut Watson dan Cricks

C. Struktur Kimia Materi Genetik

1. Replikasi DNA

- DNA mempunyai kemampuan heterokatalik, yaitu mampu membentuk molekul kimia lain dari sebagian rantainya. Dan autokatalik, yaitu mampu memperbanyak diri.



Model replikasi DNA/kromosom menurut Watson dan Cricks

- Ketika terjadi pembelahan mitosis, pita kembar yang berpilin pada DNA akan dilepas sebagian oleh enzim DNA polimerase pada ikatan hidrogen antara purin dan pirimidin.
- Ikatan tersebut lemah, sehingga mudah pecah dibandingkan dengan ikatan kovalen antara fosfat dan deoksiribosa.
- Setelah ikatan masing-masing berjauhan, selanjutnya akan membentuk pasangan baru.

2. Kode Genetik

- Pada struktur DNA, rangkaian purin dan pirimidin berkelompok-kelompok.
- Masing-masing kelompok terdiri atas tiga basa nitrogen (triplet) yang disebut *kodogen* (kode genetik).
- Kodogen tertentu menentukan jenis asam amino yang harus dirangkai.
- Dalam tubuh manusia terdapat 20 macam asam amino dengan kode-kode genetiknya, seperti pada tabel berikut ini:

Nama asam amino	Triplet (kodogen)
Alanin	GCA, GCG, GCC, GCU
Arginin	CGA, CGG, CGC, CGU
Asparagin	AAC, AAU
Asam aspartat	GAC, GAU
Sistein	UGC, UGU
Asam glutamat	GAA, GAG
Glutamin	CAA, CAG
Glisin	GGC, GGU
Histidin	CAC, CAU
Isoleusin	AUC, AUU

Leusin	CUA, CUG, CUC, CUU, UUA, UUG
Lisin	AAA, AAG
Metionin	AUA, AUG
Fenilalanin	UUC, UUU
Prolin	CCA, CCG, CCC, CCU
Serin	UCA, UCG, UCC, UCU
Treonin	ACA, ACG, ACC, ACU
Triptopan	UGA, UGG
Tirosin	UAC, UAU
Valin	GUA, GUG, GUC, GUU

3. Perbedaan DNA dan RNA

DNA (Deoksiribo Nucleic Acid)	RNA (Ribosa Nucleic Acid)
Hanya terdapat dalam kromosom (nukleus).	Selain di nukleus, juga terdapat di sitoplasma terutama di dalam ribosom.
Berbentuk rantai <i>double helix</i> .	Berbentuk rantai tunggal.

Kadar tetap dan fungsinya mengendalikan faktor genetik dan sintesis protein.	Kadarnya tidak tetap dan fungsinya sebagai sintesis protein.
Basa nitrogen terdiri atas purin (adenin (A) dan guanin (G)) dan pirimidin (sitosin (S) dan timin (T)).	Basa nitrogennya terdiri atas purin: adenin (A) dan guanin (G) dan pirimidin: sitosin (S) dan urasil (U).
Menggunakan deoksiribosa sebagai komponen gulanya.	Menggunakan ribosa sebagai komponen gulanya.

Perbedaan DNA dengan RNA

4. Macam-macam RNA

RNA meliputi RNA duta (RNA-d), RNA transfer (RNA-t), dan RNA ribosom (RNA-r).

a. RNA duta (RNA-d)

- RNA-d berfungsi membawa informasi genetik.
- RNA-d disebut juga kodon, karena bertugas membawa kode-kode genetik (berupa urutan basa nitrogen) dan sebagai cetakan untuk mensintesis protein.

b. RNA transfer (RNA-t)

- RNA-t berfungsi menerjemahkan kodon dari RNA-d dan sebagai pengikat asam amino yang akan disusun menjadi protein di dalam ribosom.

c. RNA ribosom (RNA-r)

- RNA-r terdapat di dalam ribosom dan dihasilkan oleh gen khusus yang terletak di kromatin pada nukleus.

5. Mekanisme sintesis protein

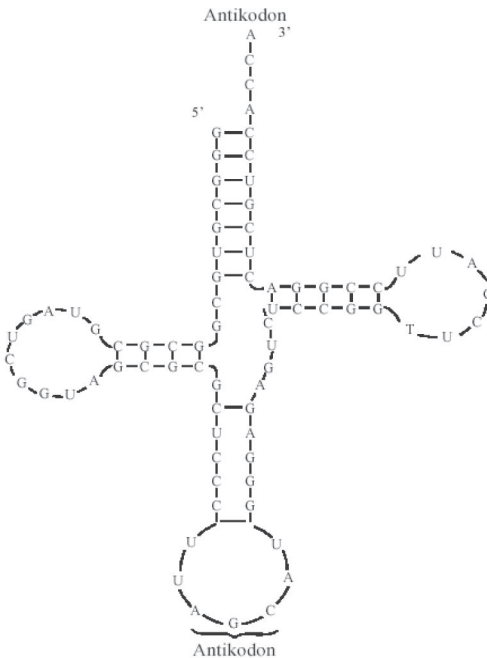
Sintesis protein terjadi melalui dua tahap sebagai berikut:

a. Tahap transkripsi

- Proses pembentukan RNA oleh DNA disebut transkripsi.
- Pada proses transkripsi RNA, transfer informasi genetika dapat berlangsung dari DNA ke RNA.
- Sintesis RNA dimulai dengan basa adenin atau guanin, dalam hal ini ditentukan oleh basa nitrogen yang terdapat pada rantai DNA cetakan.
- Hasil rantai tunggal RNA ini adalah RNA-d yang segera keluar dari nukleus sel menuju ribosom pada sitoplasma.
- Satu molekul RNA-d membuat untaian ribosom untuk mensintesis polipeptida.

b. Tahap translasi

- Setelah pada tahap transkripsi RNA-d melekat ke ribosom, maka RNA-t aktif mengikat asam amino yang larut dalam plasma.
- Tiap RNA-t mengikat asam amino tertentu, selanjutnya dibawa ke ribosom.
- Ujung RNA-t berkaitan dengan RNA-d melalui basa nitrogen pasangannya.
- Basa nitrogen RNA-d yang setangkup dengan basa nitrogen RNA-d disebut **antikodon**.



Struktur RNA-t

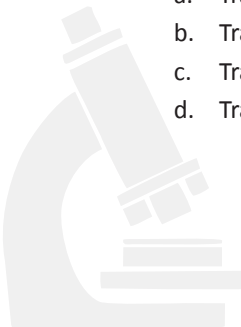
Skema perjalanan sintesis protein sebagai berikut:

- 1) DNA-t mencetak RNA-d untuk membawa informasi pembentukan protein berdasar urutan basa nitrogennya.
- 2) RNA-d keluar dari inti menuju ribosom dalam plasma.
- 3) RNA-t menuju ke ribosom membawa asam amino yang sesuai dengan kodon yang dibawa RNA-d. RNA-t bergabung dengan RNA-d sesuai dengan pasangan basa nitrogen.
- 4) Asam-asam amino yang terjadi berjajar-jajar dengan urutan yang sesuai kode. Asam amino di dalam ribosom akan membentuk suatu rangkaian yang disebut polipeptida. Kumpulan polipeptida disebut protein.



Latihan Soal

1. Proses pembentukan RNA oleh DNA disebut
 - a. Translokasi
 - b. Translasi
 - c. Transkripsi
 - d. Transformasi



Pembahasan:

Proses pembentukan RNA oleh DNA disebut transkripsi.

Jawaban: c

2. Kemampuan DNA memperbanyak diri disebut kemampuan
 - a. Heterokatalik
 - b. Autokatalik
 - c. Alokatalik
 - d. Katalisator

Pembahasan:

DNA mempunyai kemampuan heterokatalik (mampu membentuk molekul kimia lain dari sebagian rantainya), dan autokatalik (mampu memperbanyak diri).

Jawaban: b



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB
23

POLA-POLA
HEREDITAS

- Cabang ilmu biologi yang mempelajari pewarisan sifat dari induk kepada keturunan (hereditas) dan seluk-beluknya disebut genetika.
- G. J. Mendell diangkat sebagai Bapak Genetika karena dianggap sebagai peletak dasar prinsip-prinsip hereditas yang terkenal sebagai Hukum Mendell.

A. Pembelahan Sel dan Pewarisan Sifat

- Menurut Mendell, sifat-sifat yang diturunkan dari induk kepada keturunannya dikendalikan oleh faktor genetik yang terdapat di dalam kromosom yang disebut gen.
- Pada makhluk hidup, sel penyusun tubuh terdiri atas:

1. Sel somatis (sel tubuh)

- ✓ Yang dapat memperbanyak diri melalui pembelahan yang berlangsung secara mitosis.

2. Sel gamet (sel kelamin)

- ✓ Yang berupa sperma dan ovum yang dapat diproduksi melalui pembelahan yang berlangsung secara meiosis.

- Sel adalah satuan kehidupan terkecil sebagai makhluk hidup.
- Sifat terpenting sel adalah kemampuan untuk tumbuh dan membelah diri yang menghasilkan molekul-molekul seluler baru dan memperbanyak dirinya.
- Kehidupan sel somatis maupun sel gamet melalui dua fase, yaitu interfase (fase istirahat) dan fase pembelahan.
- Pada interfase, sel tidak mengadakan aktivitas baik secara fisik maupun reaksi kimia.

Adapun fase pembelahan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Tahap Profase

Profase merupakan fase awal dalam pembelahan sel. Profase memiliki subfase sebagai berikut:

- a) Leptonema, ditandai dengan adanya penampakan kromomer.
- b) Zygonema, ditandai dengan terbentuknya kromatid (kromosom mengganda).
- c) Pakhinema, terlihat kromosom masih tetap berpasangan.
- d) Diplonema, pasangan kromatid mulai memisah.
- e) Diakinesis, ditandai dengan nukleolus menghilang dan terbentuk gelendong inti.

2. Tahap Metafase

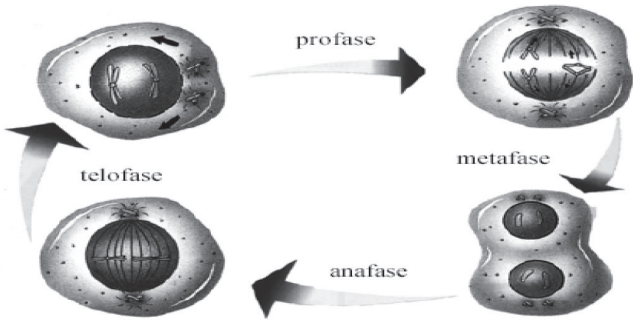
Dalam tahap metafase masing-masing pasangan kromatid berada dalam bidang ekuator.

3. Tahap Anafase

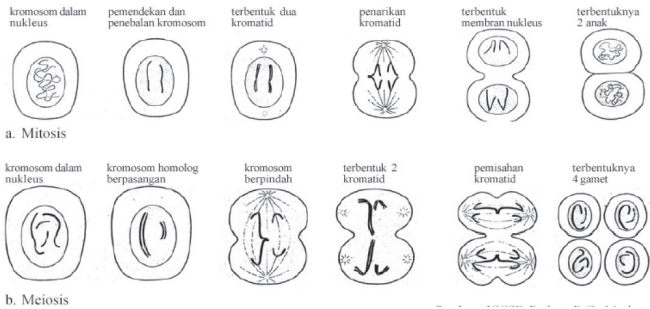
Kromatid bergerak menuju pada masing-masing kutub pembelahan.

4. Tahap Telofase

Dalam tahap ini terjadi pemisahan sitoplasma, pembentukan nukleus dan nukleolus, kemudian terbentuk anak sel (gamet).



Fase-fase pembelahan sel mulai dari interfase, profase, metafase, anafase, dan telofase



Suatu perbandingan pembelahan sel secara mitosis dan meiosis.

B. Hereditas dalam Hukum Mendell

- Dalam percobaannya, Mendell mengandalkan kacang ercis karena memiliki beberapa keuntungan sebagai berikut:
 - ✓ Memiliki pasangan-pasangan sifat beda yang menonjol (7 macam)
 - ✓ Memiliki bunga sempurna, sehingga dapat melakukan penyerbukan sendiri.
 - ✓ Mudah disilangkan, sehingga mudah menghasilkan hibrid.
 - ✓ Siklus hidupnya singkat dan cepat menghasilkan keturunan.
- Simbol dalam percobaan Mendell yang perlu diketahui:
 - P** = induk
 - F** = filial (anak/keturunan)

- F1** = keturunan pertama (filial-1)
- F2** = keturunan kedua (filial-2)
- Adapun gen resesif ditulis dengan simbol huruf kecil. Misalnya:
 - B** = simbol untuk gen yang menentukan biji bulat
 - b** = simbol untuk gen yang menentukan biji keriput
- Sel somatis (diploid) mempunyai gen-gen berpasangan, yang disimbolkan dengan pasangan huruf dobel. Misalnya:
 - BB** = simbol untuk tanaman berbiji bulat
 - bb** = simbol untuk tanaman berbiji keriput
- Gamet yang terbentuk merupakan sel yang haploid, maka gen-gennya bebas tidak berpasangan. Gamet disimbolkan dengan satu huruf. Misalnya:
 - B** = simbol untuk gamet yang menentukan biji bulat
 - b** = simbol untuk gamet yang menentukan biji keriput
- Berdasarkan percobaan-percobaannya, Mendell menyusun hipotesis sebagai berikut:
 - 1)Setiap sifat organisme dikendalikan oleh sepasang gen yang berasal dari kedua induknya.
 - 2)Tiap-tiap pasangan gen menunjuk bentuk alternatif sesamanya. Kedua bentuk alternatif itu disebut alela.
 - 3)Adanya sifat dominan yang menutup sifat resesif. Jika keduanya berada bersama-

sama disebut sealela.

4) Pada proses meiosis, sesuai dengan prinsip segregasi (pemisahan), maka faktor-faktor keturunan akan memisah dalam bentuk gamet. Selanjutnya, pada proses pembuahan gamet-gamet jantan dan betina yang memisah tersebut akan berpasangan secara acak.

5) Individu murni mempunyai dua alela yang sama, misalnya BB atau bb.

- Prinsip pemisahan gen-gen pada meiosis disebut Prinsip Segregasi (Hukum I Mendell).
- Percobaan Mendell pada penyilangan *Antirrhinum majus* berbunga merah galur murni (MM) dengan *Antirrhinum majus* berbunga putih galur murni (mm) menghasilkan F1 yang seluruhnya berbunga merah muda (Mm). Jika disilangkan sesama F1, maka F2 yang dihasilkan berbunga merah, merah muda, dan putih dengan perbandingan 1: 2: 1.
- Pada eksperimen berikutnya, Mendell menyilangkan kacang ercis galur murni yang memiliki dua sifat beda (dihybrid). Kacang ercis biji bulat warna kuning disilangkan dengan biji keriput warna hijau. Sifat bulat dominan terhadap keriput dan sifat kuning dominan terhadap hijau, sehingga F1 seluruhnya berbiji bulat warna kuning.
- Mendell menjelaskan setiap alela secara

bebas diturunkan pada tiap-tiap gamet. Setiap gamet hanya menerima satu faktor sifat menurun dari sifat pasangan alela.

- Gejala yang menunjukkan adanya pemilihan kombinasi (berpasangan) secara bebas disebut Hukum Asortasi Mendell (Hukum II Mendell).

Beberapa penyimpangan semu yang terjadi pada Hukum Mendell sebagai berikut:

1. Polimeri

- Polimeri adalah pembastaran heterozigot dengan banyak sifat beda yang berdiri sendiri tetapi memengaruhi bagian yang sama pada suatu organisme.

2. Kriptomeri

- Kriptomeri adalah hilangnya pengaruh faktor dominan dan baru kelihatan pengaruhnya apabila bersama-sama dengan faktor dominan lainnya.
- Percobaan kriptomeri dilakukan Correns (1912) terhadap bunga *Linaria maroccana* yang berbunga merah dengan berbunga putih.

3. Epistasi dan Hipostasi

- Epistasi adalah faktor dominan yang menutup faktor dominan lain yang bukan alelanya. Gen yang menutup disebut epistasi, sedangkan gen yang ditutup disebut hipostasi.

C. Hereditas pada Manusia

- Jenis kelamin pada manusia dikendalikan oleh sepasang kromosom seks.
- Pada pembelahan meiosis seorang perempuan hanya menghasilkan satu macam sel gamet, yaitu **X**, sedang pada laki-laki menghasilkan dua macam sel gamet, yaitu **X** dan **Y**.
- Ada beberapa penyakit yang diwariskan oleh kedua orang tua kepada anaknya. Penyakit ini disebut penyakit menurun.
- Umumnya, penyakit menurun bersifat resesif yang hanya muncul pada keadaan homozigot resesif, sedangkan yang bersifat heterozigot adalah normal *carier* (pembawa sifat). Penyakit/cacat ini ada yang diwariskan melalui autosom dan kromosom seks.

1. Cacat dan Penyakit Menurun Tidak Terpaut Seks

a. Albinisme (albino = bule)

- Albino adalah kelainan akibat kulit tidak mampu memproduksi pigmen kulit (warna kulit).
- Pasangan normal heterozigot (normal *carier*) kawin dengan pasangan normal heterozigot (normal *carier*), memiliki kemungkinan 25%, keturunannya adalah albino.

b. Gangguan mental

- Penyakit yang termasuk gangguan mental, yaitu debil, imbesil, dan idiot. Ciri-ciri gangguan mental, yaitu adanya gejala kebodohan, refleks lamban, dan kekurangan pigmen.
- Gangguan mental umumnya berasal dari pasangan yang kedua orang tuanya normal heterozigot atau normal *carier*.

2. Penyakit Menurun Terpaut Seks

a. Buta warna (*colour blind*)

- Penyakit ini dikendalikan oleh gen resesif yang terpaut seks (terpaut pada kromosom X).

b. Haemofili

- Haemofili adalah kelainan darah di mana darah sukar membeku.

Golongan darah

- Penggolongan darah pada manusia didasarkan atas ada tidaknya aglutinogen (antigen) tertentu di dalam sel darah merah. Golongan darah manusia ada empat macam sebagai berikut:
 - a) **Golongan darah A**, apabila dalam sel darah merah terdapat aglutinogen A.
 - b) **Golongan darah B**, apabila dalam sel darah merah terdapat aglutinogen B.

- c) **Golongan darah O**, apabila dalam sel darah merahnya tidak terdapat aglutinogen.
- d) **Golongan darah AB**, apabila dalam sel darah merah terdapat aglutinogen A dan B.

Rhesus faktor

- Landsteiner dan Weiner (1946) menemukan antigen lain, yaitu antigen rhesus.
- Menurut Landsteiner dan Weiner, golongan darah manusia dibedakan menjadi:
 - ✓ Golongan Rh+, apabila dalam sel darah merahnya ditemukan antigen rhesus,
 - ✓ Golongan Rh- (rh), apabila dalam sel darah merahnya tidak ditemukan antigen rhesus.

D. Mutasi

1. Macam-macam Mutasi

Perubahan sifat keturunan secara umum disebut mutasi. Mutasi yang menunjukkan fenotipe sedikit berbeda dari sifat normal menimbulkan variasi. Ada dua macam variasi sebagai berikut:

a. Variasi genetik

- Variasi genetik adalah variasi yang disebabkan oleh perubahan materi genetik.
- Sifat ini akan diwariskan kepada keturunannya.

b. Variasi lingkungan

- Variasi lingkungan adalah variasi yang disebabkan oleh perubahan lingkungan.
- Sifat ini tidak diwariskan kepada keturunannya.

Berdasarkan tempat terjadinya, perubahan materi genetik (mutasi) dibedakan menjadi dua macam:

a. Mutasi kecil (*point mutation*)

- Mutasi kecil adalah perubahan yang terjadi pada susunan molekul gen (DNA), sedangkan lokus gennya tetap.
- Mutasi jenis ini menimbulkan alela.

b. Mutasi besar (*gross mutation*)

- Mutasi besar adalah perubahan yang terjadi pada struktur dan susunan kromosom.
- Istilah khusus untuk mutasi kromosom adalah aberasi.

Berdasarkan faktor penyebabnya, mutasi dapat dibedakan menjadi dua macam:

a. Mutasi alamiah (*spontan*)

- Perubahan genetik yang disebabkan oleh alam, antara lain sinar kosmos, sinar radioaktif, dan sinar ultraviolet.

b. Mutasi induksi (*buatan*)

- Perubahan genetik yang disebabkan oleh usaha manusia, antara lain penggunaan

bahan radioaktif, penggunaan senjata nuklir, dan reaktor atom.

- Penyebab terjadinya mutasi disebut mutagen. Mutagen dapat berasal dari:
 - ✓ Bahan fisika, misalnya radiasi yang dipancarkan oleh bahan radioaktif,
 - ✓ Bahan kimia, misalnya fenol, benz pyrene, metal cholauthrene, metil Hg, pestisida, formaldehid, colchicine.
 - ✓ Bahan biologi, misalnya virus penyebab kerusakan kromosom. Virus hepatitis menimbulkan aberasi pada darah dan tulang.

2. Mutasi Kromosom

- ✓ Mutasi kromosom meliputi perubahan jumlah kromosom dan perubahan struktur kromosom.
- ✓ Pada spesies, terdapat seperangkat kromosom (genom) dengan jumlah kromosom yang konstan. Kejadian-kejadian yang menyangkut perubahan kromosom, sebagai berikut:

a. Euploidi

Euploidi artinya sel-sel yang mengandung seperangkat kromosom. Jenis-jenis euploidi, sebagai berikut:

1) *Monoploidi*

- Organisme monoploidi memiliki satu genom (n kromosom) dalam sel tubuhnya.

- Hal itu terjadi pada sebagian besar bakteri, fungi, alga, lumut, dan serangga *Hymenoptera*.
- Organisme monoploidi kurang kuat dan bersifat steril karena kromosom homolog tidak memiliki pasangan selama meiosis.

2) Diploidi

- Organisme diploidi memiliki dua genom ($2n$ kromosom) pada setiap sel somatis.
- Keadaan ini sangat menunjang fertilitas, keseimbangan pertumbuhan, adaptasi, dan kemampuan hidup.

3) Poliploidi

- Organisme poliploidi memiliki kromosom lebih dari dua genom ($2n$ kromosom). Misal, triploid ($3n$), tetraploid ($4n$), dan pentaploid ($5n$).
- Pengaruh poliploidi terhadap sel atau individu, antara lain:
 - ✓ Terjadinya pertumbuhan raksasa.
 - ✓ Jumlah kandungan vitamin pada tumbuhan poliploidi lebih banyak.
 - ✓ Kesuburan atau fertilitas umumnya berkurang.

b. Aneuploidi

Aneuploidi adalah variasi jumlah kromosom yang hanya menyangkut bagian genom atau salah satu

kromosom. Beberapa macam aneuploidi sebagai berikut:

1) *Monosomik*

- ✓ Monosomik adalah peristiwa hilangnya satu kromosom dari sepasang kromosom homolog dengan rumus genom $(2n-1)$, sehingga menghasilkan dua jenis gamet, yaitu (n) dan $(n-1)$.

2) *Nulisomik*

- ✓ Nulisomik adalah peristiwa hilangnya sepasang kromosom homolog dengan rumus genom $(2n-2)$.
- ✓ Organisme yang mengalami nulisomik menunjukkan ciri-ciri kurang kuat, kurang fertil, dan daya tahan hidup rendah.

3) *Trisomik*

- ✓ Trisomik adalah organisme diploid yang memiliki satu kromosom ekstra atau tambahan dengan rumus genom $(2n + 1)$, sehingga gamet yang dihasilkan adalah $(n + 1)$ dan (n) .

4) *Tetrasomik*

- ✓ Jika satu pasang kromosom berada dalam tambahan seperangkat kromosom organisme dengan rumus genom $(2n + 2)$ disebut tetrasomik.

5) Trisomik ganda

- ✓ Trisomik ganda, jika suatu organisme diploid dengan dua kromosom yang berbeda masing-masing menghasilkan trisomik ganda dengan rumus genom ($2n + 1 + 1$).

Perubahan struktur kromosom

Perubahan struktur kromosom merupakan penyimpangan yang terjadi di dalam kromosom (intrakromosom). Ada jenis-jenis perubahan struktur kromosom, sebagai berikut:

a. Defisiensi atau delesi

- Delesi terjadi ketika kromosom kehilangan sebagian segmennya.
- Defisiensi ini mempunyai pengaruh genetik, antara lain efek letal (kematian) dan pseudodominan (pemunculan fenotipe sifat resesif, seperti sifat dominan).

b. Duplikasi

- Duplikasi terjadi jika kromosom memperoleh tambahan sebagian segmen kromosom lainnya.
- Duplikasi mempunyai efek genetik, antara lain melindungi pengaruh gen resesif yang merugikan untuk evaluasi materi genetik, dan menghasilkan efek posisi (menghasilkan fenotipe baru).

c. Inversi G

- Inversi G adalah pembalikan urutan-urutan pada susunan gen.
- Inversi G berperan menekan terjadinya peristiwa pindah silang.

d. Translokasi

- Translokasi adalah pertukaran sebagian kromosom dengan kromosom nonhomolog lainnya, sehingga menghasilkan efek posisi.

3. Peranan Mutasi

- Pemanfaatan sinar radioaktif pada mutasi buatan, yaitu melalui radiasi sinar alfa, beta, dan gama serta sinar-X mampu meningkatkan hasil produksi pertanian.
- Sinar-X digunakan untuk mendiagnosis berbagai penyakit, misalnya kanker. Akibat radiasi tersebut pertumbuhan sel terhambat dan mengalami degenerasi yang diikuti kematian sel kanker tersebut.
- Sementara sinar ultraviolet dimanfaatkan untuk mensterilkan ruang operasi dan alat-alat operasi.



Latihan Soal

1. Prinsip segregasi (pemisahan gen-gen) pada waktu meiosis merupakan dasar dari Hukum
 - a. I Mendell
 - b. II Mendell
 - c. III Mendell
 - d. Asortasi

Pembahasan:

Prinsip pemisahan gen-gen pada meiosis disebut Prinsip Segregasi (Hukum I Mendell).

Jawaban: a

2. Tanaman yang melakukan penyerbukan sendiri secara terus-menerus dan selalu menghasilkan keturunan yang sama dengan induknya meskipun ditanam berulang-ulang disebut
 - a. Dominan
 - b. Resesif
 - c. Galur murni
 - d. Heterozigot



Pembahasan:

Galur murni adalah tanaman yang melakukan penyerbukan sendiri secara terus-menerus dan selalu menghasilkan keturunan yang sama dengan induknya, meskipun ditanam berulang-ulang.

Jawaban: c



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB
24

EVOLUSI

A. Pengertian Evolusi

Evolusi pada makhluk hidup adalah perubahan yang dialami makhluk hidup secara berangsur-angsur dalam waktu yang lama, sehingga terbentuk spesies baru.

B. Petunjuk-petunjuk Evolusi

Petunjuk evolusi berupa fakta-fakta yang terdapat di bumi yang mendukung peristiwa evolusi sebagai berikut:

1. Variasi dari Individu-individu dalam Satu Keturunan

- Darwin berpendapat variasi-variasi tersebut dipengaruhi oleh faktor dari luar, misal makanan, suhu, dan tanah.
- Darwin juga berpendapat pada peristiwa domestikasi spesies yang dimuliakan, manusia berasal dari spesies liar yang kemudian mengalami perubahan yang akhirnya terjadi variasi.

2. Petunjuk Fosil dari Berbagai Lapisan Bumi

Lapisan-lapisan bumi menunjukkan tingkat usia bumi, sehingga dapat dijadikan petunjuk adanya hewan atau tumbuhan pada masa-masa tertentu. Umur fosil ditentukan berdasarkan lapisan bumi tempat fosil ditemukan.

3. Homologi Antarorgan-organ pada Makhluk Hidup

- Homologi adalah organ-organ yang mempunyai bentuk asal sama dan kemudian berubah strukturnya, sehingga fungsinya berbeda.
- Homologi digunakan sebagai petunjuk evolusi dengan membandingkan asal-usul organ-organ makhluk hidup tersebut dari berbagai spesies.

4. Embriologi Perbandingan dalam Perkembangan Makhluk Hidup

- Embriologi adalah ilmu yang mempelajari tentang perkembangan embrio.
- Perkembangan embrio menunjukkan adanya kesamaan pada fase-fase perkembangannya.

5. Pengaruh Penyebaran Geografis Makhluk Hidup

Letak geografis berpengaruh terhadap faktor-faktor utama yang menentukan berbagai tipe atau karakteristik habitat tertentu.

C. Mekanisme Evolusi

- Sifat dan karakteristik yang dimiliki suatu individu ditentukan oleh gen.
- Perubahan yang terjadi pada gen menyebabkan terjadinya perubahan sifat pada individu.

- Perubahan gen disebabkan adanya mutasi gen dan rekombinasi gen.
- Mutasi gen adalah perubahan susunan kimia dari suatu gen. Adanya peristiwa mutasi gen yang menguntungkan, memunculkan spesies dengan sifat:
 1. Lebih adaptif;
 2. Daya fertilitas dan daya ketahanan spesies meningkat;
 3. Sifat baru yang menguntungkan.
- Adanya perubahan lingkungan yang terjadi dari masa ke masa, mengakibatkan individu-individu yang hidup pada masa-masa tersebut mengalami perubahan pula.

Evolusi juga didukung adanya faktor-faktor sebagai berikut:

1. Seleksi Alam

Hanya makhluk hidup yang dapat beradaptasi yang mampu bertahan hidup dan berkembang biak, sedangkan yang tidak mampu beradaptasi akan punah dan gagal melangsungkan kehidupannya.

2. Migrasi

Migrasi adalah perpindahan spesies-spesies ke tempat-tempat baru. Perpindahan tersebut menghasilkan pola kehidupan baru yang mendukung terjadinya perubahan pada spesies-spesies tersebut.

3. Rekombinasi Gen

- Rekombinasi gen-gen yang disebabkan oleh perkawinan silang merupakan dasar terjadinya evolusi, karena melalui rekombinasi memungkinkan adanya variasi baru.
- Proses pembentukan spesies baru disebut spesiasi. Spesiasi dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut:

a. Isolasi Reproduksi

Apabila dua spesies yang asal-usulnya sama, kemudian terjadi perubahan yang mendasar, sehingga mengakibatkan tidak terjadinya kesamaan alat reproduksi dan tidak terjadi interhibridisasi, maka spesies tersebut menjadi dua kelompok populasi simpatrik (populasi yang berbeda spesies).

b. Isolasi Geografis

Isolasi geografis merupakan pemisahan kedua spesies simpatrik karena letak geografis yang mengakibatkan tidak terjadinya interhibridisasi.

c. Domestikasi

Penjinakan hewan-hewan liar menjadi hewan peliharaan disebut domestikasi. Domestikasi menyebabkan terjadinya penyimpangan dari keadaan aslinya, sehingga mengarah pada terbentuknya spesies baru.

d. Peristiwa Poliploidi

Poliploidi adalah suatu keadaan yang tidak normal, di mana jumlah kromosom menjadi berlipat ganda, sehingga tidak mewarisi sifat dari induknya dan menyebabkan terbentuknya spesies baru.

D. Perkembangan Teori Evolusi

- Teori Evolusi didasarkan pada seleksi alam, dan didukung dengan fakta-fakta yang merupakan pedoman bagi penyelidikan biologi.
- Teori Evolusi yang diciptakan oleh Darwin dimulai dari ekspedisinya di Kepulauan Galapagos pada tahun 1835. Kepulauan Galapagos terletak 900 km di sebelah barat Pantai Ekuador, Amerika Selatan. Di pulau ini, Darwin meneliti berbagai macam kura-kura dan burung *finch* (pipit).
- Darwin, dalam membentuk pendapatnya tentang timbulnya spesies banyak dipengaruhi oleh isi buku Charles Lyell (Inggris, 1797–1875) dalam bukunya yang berjudul *Principles of Geology*, dan Thomas Robert Malthus (Inggris, 1766–1834) dalam bukunya yang berjudul, *An Essay on The Principle of Population*.
- Kumpulan semua hasil studinya disusun ke dalam sebuah buku yang berjudul *On*

the Origin of Species by Means of Natural Selection (Timbulnya Spesies Baru Melalui Seleksi Alam) pada tahun 1859.

Buku *On the Origin of Species by Means of Natural Selection* memuat dua teori sebagai berikut:

1. Spesies yang hidup sekarang berasal dari spesies yang hidup di masa lampau.
2. Evolusi terjadi melalui seleksi alam.

Berbeda dengan pendapat Lamarck yang juga mengemukakan Teori Evolusi, bahwa perubahan-perubahan yang terjadi pada suatu individu disebabkan oleh pengaruh lingkungan.

- Lamarck berpendapat bahwa organ-organ yang terlatih dan sering digunakan akan berkembang dan membesar.
- Menurut Lamarck, jerapah yang berleher panjang pada mulanya berasal dari jerapah yang berleher pendek, tetapi karena harus mencapai daun-daun dari pohon yang tinggi, maka lehernya tumbuh menjadi agak panjang.
- Darwin tidak sependapat, menurutnya nenek moyang jerapah terdiri atas individu yang berleher panjang dan pendek. Jerapah yang berleher panjang mudah memperoleh makanan, sehingga dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya.

E. Tanggapan Teori Evolusi Darwin

- Penolakan Teori Evolusi menurut beberapa ahli hanya merupakan *conjecture* atau dugaan belaka tanpa dukungan fakta. Argumentasi lain dari ilmuwan yang menolak konsep Teori Evolusi adalah dipertanyakannya apakah variasi dapat terakumulasi sebagaimana yang dikatakan Darwin.
- Saat ini sudah banyak buku yang ditulis ilmuwan yang menentang Teori Evolusi. Beberapa di antaranya: Norman Macbeth (1971, *Darwin Retried: An Appeal to Reason*), Michael Denton (1985, *Evolution: A Theory in Crisis*), Robert Saphiro (1986, *Origins: A Sceptics Guide to The Creation of Life on Arth*), Michael J. Behe (1996, *Darwin's Black Box*), W.R. Bird (1991, *The Origin of Species Revisited*), Elaine Morgan (1994, *The Scars of Evolution*).
- Penolakan lain terhadap Teori Evolusi Darwin disampaikan oleh Harun Yahya, seorang penulis dari Turki. Harun Yahya (2004) menolak terhadap mekanisme yang menyebabkan terjadinya proses evolusi. Menurutnya, tidak pernah dikemukakan sebuah bukti yang menunjukkan bahwa seleksi alam telah menyebabkan makhluk hidup berevolusi. Seleksi alam hanya menyatakan bahwa makhluk hidup yang

lebih mampu menyesuaikan diri dengan kondisi alam habitatnya akan mendominasi dengan cara memiliki keturunan yang mampu bertahan hidup. Sebaliknya, yang tidak mampu akan punah.

- Ada tiga alasan utama mutasi tidak dapat dijadikan bukti yang mendukung pernyataan evolusi sebagai berikut:
 1. Efek langsung dari mutasi membahayakan. Karena, mutasi hampir selalu merusak makhluk hidup yang mengalaminya.
 2. Mutasi tidak menambahkan informasi baru pada DNA suatu organisme. Mutasi tidak dapat memberi makhluk hidup organ atau sifat baru.
 3. Agar dapat diwariskan pada generasi selanjutnya, mutasi harus terjadi pada sel-sel reproduksi organisme tersebut.
- Menurut Teori Evolusi, setiap spesies hidup berasal dari satu nenek moyang. Spesies yang ada sebelumnya lambat laun berubah menjadi spesies lain dan semua spesies muncul dengan cara ini. Perubahan ini berlangsung sedikit demi sedikit dalam jangka waktu jutaan tahun. Hal yang menjadi penolakan adalah seharusnya terdapat banyak spesies peralihan selama periode perubahan yang panjang ini.



Latihan Soal

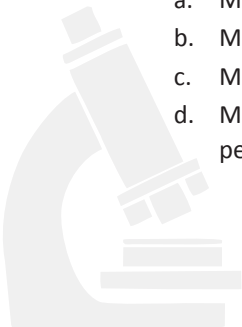
1. Menurut Darwin, faktor-faktor yang memengaruhi adanya variasi pada makhluk hidup adalah
 - a. Tanah, mutasi gen, dan rekombinasi gen
 - b. Suhu, tanah, dan makanan
 - c. Suhu, makanan, dan mutasi gen
 - d. Makanan, mutasi gen, dan seleksi

Pembahasan:

Adanya perbedaan tersebut menimbulkan variasi. Individu yang mengalami variasi disebut varian. Darwin berpendapat variasi-variasi tersebut dipengaruhi oleh faktor dari luar, misal makanan, suhu, dan tanah.

Jawaban: b

2. Domestikasi merupakan suatu usaha manusia untuk memenuhi kebutuhannya dengan
 - a. Melakukan pembastaran
 - b. Melakukan inseminasi buatan
 - c. Melakukan vegetatif buatan
 - d. Menjadikan hewan liar menjadi hewan peliharaan



Pembahasan:

Penjinakan hewan-hewan liar menjadi hewan peliharaan disebut domestikasi. Domestikasi menyebabkan terjadinya penyimpangan dari keadaan aslinya, sehingga mengarah pada terbentuknya spesies baru.

Jawaban: d



Strategi Kebut Semalam Biologi SMA

BAB
25

BIOTEKNOLOGI



A. Pengertian Bioteknologi

1. Arti Bioteknologi

- Istilah bioteknologi merupakan teknologi yang menggunakan bahan hayati atau sejenisnya guna menghasilkan barang atau jasa dalam skala industri sebagai sarana pemenuhan kebutuhan manusia. Definisi tersebut merupakan definisi dari bioteknologi secara tradisional atau konvensional.
- Definisi bioteknologi modern menyatakan bahwa istilah bioteknologi merupakan teknologi yang menggunakan bahan hayati yang telah direayasa secara *in vitro* guna menghasilkan barang atau jasa dalam skala industri sebagai sarana pemenuhan kebutuhan manusia.
- Berdasarkan dua pengertian bioteknologi tersebut, maka bioteknologi adalah penggunaan biokimia, mikrobiologi, dan rekayasa genetika secara terpadu untuk menghasilkan barang atau lainnya bagi kepentingan manusia.

Ciri-ciri utama bioteknologi sebagai berikut:

- Adanya agen biologi berupa mikroorganisme, tumbuhan, atau hewan.
- Adanya pendaaygunaan secara teknologi dan industri.
- Produk yang dihasilkan adalah hasil ekstraksi dan pemurnian.

Menurut perhimpunan bioteknologi Eropa, bioteknologi diartikan sebagai penggunaan biokimia, mikrobiologi, dan rekayasa kimia secara terpadu dengan tujuan untuk penerapan teknologi dari kapasitas mikroba dan sel-sel jaringan yang dibiakkan.

2. Perkembangan Bioteknologi

Perkembangan bioteknologi dapat dikelompokkan menjadi empat tahapan sebagai berikut:

- Bioteknologi pada era generasi pertama, yaitu bioteknologi sederhana pada produksi makanan dan tanaman serta pengawetan makanan melalui penggunaan mikroba secara tradisional.
- Bioteknologi pada era generasi kedua, yaitu proses bioteknologi yang berlangsung dalam keadaan tidak steril.
- Bioteknologi pada era generasi ketiga, yaitu proses bioteknologi yang berlangsung dalam kondisi steril.
- Bioteknologi pada era generasi baru, yaitu proses bioteknologi yang diterapkan pada hasil keilmuan baru (bioteknologi baru).

Berbagai hasil keilmuan baru tentang penerapan bioteknologi sebagai berikut:

a. Penelitian tentang enzim

Mempelajari tentang aktivitas sel-sel dan enzim yang diatur aktivitasnya.

b. Keilmuan tentang rekayasa genetika

- Rekayasa genetik merupakan usaha untuk mengubah atau memanipulasi bahan/materi genetik suatu organisme secara *invitro* melalui penambahan, penggantian, pengurangan, atau modifikasi gen, sehingga diperoleh ciri-ciri dengan kemampuan baru.
- Teknologi rekombinan DNA ini dapat dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:
 - ✓ Pelacakan DNA target dari organisme donor untuk diekstraksi. Selanjutnya, DNA target dipotong secara enzimatik dan diligasi (digabungkan) ke DNA yang lain (vektor kloning) untuk membentuk DNA rekombinan (DNA *insert construct*).
 - ✓ Vektor dengan insert ini, kemudian dipindahkan dan dipelihara di dalam sel inang. Pemasukan DNA ke sel inang/bakteri dikenal dengan istilah transformasi.
 - ✓ Sel-sel inang yang dapat mengalami transformasi kemudian dipisahkan dan diisolasi dari sel-sel yang tidak mengalami transformasi, serta ditumbuhkan.
 - ✓ Jika diperlukan, DNA rekombinan (DNA) tersebut dapat dimanipulasi untuk meyakinkan bahwa produk protein yang dikodekan oleh DNA klon diproduksi oleh sel inang.

c. Teknik kultur jaringan

- *In vitro* atau kultur jaringan, yaitu mengembangbiakkan tumbuhan secara vegetatif dengan menggunakan sebagian jaringan pada media tertentu.
- Keuntungan dari penggunaan kultur jaringan sebagai berikut.
 - ✓ Propagasi klonal, yaitu didapakkannya turunan secara genetik yang identik dengan induknya atau seragam dalam jumlah yang besar.
 - ✓ Dapat dipergunakan sebagai pemuliaan tanaman, seperti seleksi, kultur *anther* atau *polen*, kultur protoplas, dan fusi protoplas.
 - ✓ Dapat diperoleh tumbuhan yang bebas dari virus, karena menggunakan eksplan yang benar-benar bebas virus.
 - ✓ Metabolisme sekunder, yaitu sifat *totipotensi* yang tidak terbatas pada struktur, tetapi menyangkut kemampuan mensintesis bahan kimia alami.

d. Teknik pengindraan secara molekuler

e. Kelengkapan rancang bangun suatu alat untuk menumbuhkan mikroba

Memungkinkan berlangsungnya suatu reaksi biologi.

f. Teknik bayi tabung

Dengan penemuan teknik *laparoskopi*, memungkinkan sel sperma suami dan sel telur istri difertilisasikan dalam cawan petri atau dalam tabung (*in vitro*).

g. Teknologi Hibridoma

Teknologi hibridoma adalah suatu cara untuk menyatukan dua sel dari jaringan-jaringan berbeda suatu organisme yang sama atau bahkan organisme yang berbeda, sehingga diperoleh satu sel tunggal (sel hibrid).

h. Tanaman Transgenik

Tanaman transgenik merupakan jenis tanaman hasil rekayasa genetika. Teknik pembuatan jenis tanaman ini hampir sama dengan teknik pembuatan insulin.

3. Prinsip Dasar Bioteknologi

Sesuai dengan definisi dari bioteknologi itu sendiri, maka prinsip dasar dari bioteknologi adalah memanipulasi atau merekayasa bahan hayati dengan unsur teknologi untuk menghasilkan suatu produk atau jasa yang dapat dipergunakan bagi kebutuhan manusia.

B. Peran Bioteknologi pada Sains, Lingkungan, Teknologi, dan Masyarakat (Saling-temas)

1. Bidang Bahan Makanan

Substrat	Mikroorganisme	Hasil (Produk)
Jerami, serbuk kayu, kertas bekas	<i>Agaricus bisporus</i> , <i>Lentinus edodes</i> , <i>Volvariella volvacea</i>	Jamur
Ketan, singkong	<i>Saccharomyces cereviseae</i> , <i>Endomyopsis sp.</i> , ragi	Fermentasi ragi
Kedelai	<i>Rizhopus sp.</i>	Kecap
Kedelai	<i>Rhizopus oligosporus</i> , <i>Mucor sp.</i>	Tempe
Ampas kacang tanah	<i>Neurospora sitophila</i>	Oncom
Susu	<i>Penicillium sp.</i>	Keju

Bijih logam mutu rendah	<i>Thiobacillus sp.</i>	Pencucian logam
Gula, tebu, molase	<i>Aspergillus niger</i>	Asam organik
Bahan organik campuran	<i>Actinomycetes</i> , jamur, bakteri	Kompos
Komponen limbah	<i>Protozoa</i> , bakteri, jamur	Perlakuan limbah

2. Bidang Kesehatan

Dalam bidang kesehatan, mikroorganismenya banyak menghasilkan berbagai jenis antibiotika dan vaksin. Baik mikroorganismenya yang termasuk kelompok bakteri, fungi, atau jamur. Berikut ini beberapa contoh zat antibiotika yang dihasilkan dari mikroorganismenya.

- Penisilin, dihasilkan oleh *Penicillium notatum*, *P. chrysogenum*.
- Streptomisin, dihasilkan oleh *Streptomyces griseus*.
- Kloromisetin atau kloromfenikol, dihasilkan oleh *Streptomyces venezuelae*.
- Tetrasiklin, dihasilkan oleh *Streptomyces aureofaciens*.

3. Bidang Pertanian

- Bakteri seperti *Bacillus thuringensis*. Hasil ekskresi dari bakteri ini dikembangkan dan dibuat menjadi pestisida.
- Bakteri *Bdellovibrio bacteriovorus*, yang bersifat parasit terhadap bakteri lain, juga digunakan sebagai penghasil pestisida.

4. Bidang Lingkungan

Peran mikroorganismenya dalam dekomposisi dan detoksifikasi air selokan, akan membantu mengurangi pencemaran pada pembuangan limbah industri kimia.

5. Bidang Industri

- Bakteri besi *Thiobacillus ferroxidans* yang mampu mengoksidasi besi (II) menjadi besi (III).
- *Gallinella ferruginea*, mampu mengoksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} , yang hidup di lapisan besi oksidasi pada air buangan.
- *Leptothrix ochracea*, mampu mengoksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} , yang hidup di lapisan besi oksidasi pada air buangan.
- *Leptothrix discopharus*, mampu mengoksidasi Mn^{2+} menjadi Mn^{4+} .

C. Implikasi Bioteknologi

1. Pengembangan Bioteknologi

- Contoh hewan yang berhasil dikembangkan dengan jalan kloning, yaitu domba dolly, ikan karper, kera NETI (*Nuclear Embryo Transfer Infant*) dan ditto, kucing, sapi, dan sebagainya.
- Dalam bidang pertanian, lahirnya tanaman transgenik seperti telah diuraikan pada halaman sebelumnya.

2. Bioteknologi dan Hak atas Kekayaan Intelektual (HAKI)

- Kepemilikan adanya HAKI (*Hak Atas Kepemilikan Intelektual*) mutlak harus dimiliki seorang ilmuwan atau penemu suatu keilmuan, khususnya dalam bidang bioteknologi.
- Secara hukum ada kesepakatan internasional yang mengaturnya, yaitu *Convention on Biological Diversity* dan *World Trade Organization*.

3. Bioteknologi dan Keamanan Hayati (*Biosafety*)

- Untuk menjaga dampak negatif dari pengembangan bioteknologi, di tingkat internasional telah diakui dan ditandatangani

sebuah konvensi yang mengikat secara hukum, yaitu Konvensi Keanekaragaman Hayati (*Convention on Biological Diversity*, 1992) yang tidak ikut ditandatangani oleh Amerika Serikat. Indonesia telah meratifikasinya sebagai Undang-Undang No. 5 Tahun 1994.

- Sebagai tindak lanjut konvensi tersebut, telah disepakati pula *Cartagena Protocol on Biosafety* (Protokol Cartagena tentang Pengamanan Hayati). Protokol ini menyinggung tentang prosedur transportasi produk bioteknologi antarnegara, yang memperkuat adanya kemungkinan bahaya dampak merugikan terhadap keanekaragaman hayati dan ekosistem, juga terhadap kesehatan manusia.

Latihan Soal



1. Salah satu ciri khas produk dari perkembangan bioteknologi pada era generasi pertama adalah pembuatan
 - a. Tape
 - b. Hormon
 - c. Antibiotik
 - d. Aseton

Pembahasan:

Bioteknologi pada era generasi pertama, yaitu bioteknologi sederhana pada produksi makanan dan tanaman serta pengawetan makanan melalui penggunaan mikroba secara tradisional. Contoh-contoh produk era ini antara lain pembuatan tempe, tape, dan cuka.

Jawaban: a

2. Mikroorganisme berikut ini yang *bukan* penghasil antibiotik adalah
- Penicillium notatum*
 - Penicillium chrysogenum*
 - Streptomyces griseus*
 - Penicillium camemberti*

Pembahasan:

Berikut ini beberapa contoh zat antibiotika yang dihasilkan dari mikroorganisme.

- Penisilin, dihasilkan oleh *Penicillium notatum*, *P. chrysogenum*.
- Streptomisin, dihasilkan oleh *Streptomyces griseus*.
- Kloromisetin atau kloromfenikol, dihasilkan oleh *Streptomyces venezuelae*.
- Tetrasiklin, dihasilkan oleh *Streptomyces aureofaciens*.

Jawaban: d