

MODUL
MATA KULIAH KONSEP DASAR IPA 1



OLEH
PRIMA MUTIA SARI, M.Pd
NIDN. 0303108902

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN GURU SEKOLAH DASAR
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
2021

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Ketua Lembaga Pendidikan dan Pengajaran Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, Bapak Dr. Tri Wintolo Apoko, M.Pd. beserta tim penyusunan modul digital, yang telah memberikan kesempatan dan ilmu untuk mengembangkan modul digital ini.
2. Ketua Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Ibu Ika Yatri, M.Pd. yang telah mendukung penyelesaian modul ini.
3. Rekan-Rekan Dosen pengampu mata kuliah Konsep Dasar IPA 1 yang ikut serta memberikan ide dan saran dalam penyelesaian modul ini.

Semoga Allah SWT memberikan pahala yang setimpal, dan melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada bapak, ibu, dan saudara-saudara semua. Amin.

Jakarta, Maret 2021

Daftar Isi

Ucapan Terima Kasih	2
Daftar Isi	3
Daftar Tabel.....	4
Daftar Gambar	5
Deskripsi Matakuliah dan Alur Kompetensi.....	8
MAKHLUK HIDUP DAN ORGANISASI KEHIDUPAN.....	9
KLASIFIKASI TUMBUHAN	17
ORGAN PADA TUMBUHAN	24
GERAK PADA TUMBUHAN	33
PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGBIAKAN TUMBUHAN	41
KLASIFIKASI DAN REPRODUKSI HEWAN.....	53
SISTEM GERAK MANUSIA.....	63
SISTEM PENCERNAAN MANUSIA	77
SISTEM RESPIRASI MANUSIA	89
SISTEM PEREDARAN DARAH MANUSIA.....	95
SISTEM SARAF DAN ALAT INDERA MANUSIA	109
EKOSISTEM	116
SALING KETERGANTUNGAN ANTAR KOMPONEN EKOSISTEM	124
DAFTAR PUSTAKA	131

Daftar Tabel

Tabel 1. Perbedaan Otot Polos, Otot Rangka dan Otot Jantung	74
Tabel 2. Macam-Macam Vitamin.....	78
Tabel 3. Macam-Macam Mineral	78
Tabel 4. Uji Makanan	79
Tabel 5. Golongan Darah.....	100
Tabel 6. Perbedaan arteri dengan vena.....	103
Tabel 7. Macam-macam penamaan komponen biotik dalam suatu Ekosistem.....	117

Daftar Gambar

Gambar 1. Jenis-Jenis Sel.....	11
Gambar 2. Jaringan Hewan.....	12
Gambar 3. Jaringan Tumbuhan.....	13
Gambar 4. Organ Tubuh Manusia.....	13
Gambar 5. Sistem Organ Manusia.....	14
Gambar 6. Contoh Alga Biru <i>Anabaena azollae</i>	17
Gambar 7. Contoh Alga Hijau <i>Spirogyra sp.</i>	18
Gambar 8. Contoh Alga Merah <i>Euchemma spinosum</i>	18
Gambar 9. Contoh Alga Coklat <i>Sargassum sp</i>	18
Gambar 10. Contoh Liken.....	19
Gambar 11. Berbagai Macam Lumut.....	19
Gambar 12. Beberapa contoh Tanaman Paku.....	20
Gambar 13. Contoh Gymnospermae.....	21
Gambar 14. Perbedaan Monokotil dan Dikotil.....	21
Gambar 15. Organ Pokok dan Organ Modifikasi pada Tumbuhan.....	24
Gambar 16. Sistem Perakaran Tunggang dan Serabut.....	25
Gambar 17. Struktur Akar Tunggang.....	25
Gambar 18. Struktur Batang.....	26
Gambar 19. Jenis-Jenis Batang.....	27
Gambar 20. Jenis-Jenis Daun.....	28
Gambar 21. Jenis Pertulangan Daun.....	28
Gambar 22. Morfologi Bunga.....	29
Gambar 23. Struktur Buah.....	30
Gambar 24. Gerak Fototropisme.....	34
Gambar 25. Gerak Geotropisme Positif dan Negatif.....	34
Gambar 26. Gerak Hidrotropisme.....	35
Gambar 27. Gerak Tigmotropisme.....	35
Gambar 28. a. Organel Kroloplas, b. Organel Kroloplas Mendekati cahaya.....	36
Gambar 29. Gerak Kemotaksis pada Tanaman Paku.....	36
Gambar 30. Gerak Fotonasti pada Tanaman <i>Mirabilis jalapa</i>	37
Gambar 31. Gerak Termonasti pada Mekarnya Bunga Tulip di Musim Semi.....	37
Gambar 32. Gerak Niktinasti.....	37
Gambar 33. Daun Putri Malu (<i>Mimosa pudica</i>) yang Disentuh.....	38
Gambar 34. Membuka dan Menutupnya Stomata Daun (Kemonasti).....	38
Gambar 35. Gerak Nasti Kompleks pada stomata karena kelembapan, suhu, pH, air, dan zat kimia.....	39
Gambar 36. Proses Fotosintesis.....	42
Gambar 37. Percobaan Ingenhouz.....	43
Gambar 38. Percobaan Sach.....	44
Gambar 39. Akar Tinggal Pada Jahe.....	45
Gambar 40. Umbi Batang pada Kentang.....	46
Gambar 41. Tunas Adventif pada Cocor Bebek.....	46
Gambar 42. Umbi Lapis pada Bawang Merah.....	46
Gambar 43. Tunas Bambu dan Tunas Pisang.....	47
Gambar 44. Umbi Akar pada Wortel.....	47

Gambar 45. Geragih pada Stoberi.....	48
Gambar 46. Spora Tumbuhan Paku	48
Gambar 47. Proses Mencangkok.....	49
Gambar 48. Merunduk pada Tanaman	49
Gambar 49. Proses Menempel Tanaman	50
Gambar 50. Proses Menyambung Tanaman.....	50
Gambar 51. Reproduksi Generatif pada Tanaman	51
Gambar 52. Hewan Mammalia	53
Gambar 53. Hewan Amphibi	54
Gambar 54. Hewan Reptil.....	54
Gambar 55. Hewan Aves	55
Gambar 56. Hewan Pisces	55
Gambar 57. Flagellata	56
Gambar 58. Hewan Spons	56
Gambar 59. Ubur-ubur	57
Gambar 60. <i>Planaria sp.</i>	57
Gambar 61. Cacing gilig	58
Gambar 62. Berbagai macam Annelida.....	58
Gambar 63. Berbagai Macam Mollusca.....	59
Gambar 64. Berbagai Macam Arthropoda	59
Gambar 65. Berbagai Macam Echinodermata.....	60
Gambar 66. Sistem Rangka Manusia.....	63
Gambar 67. Rangka Kepala	64
Gambar 68. Ruas-Ruas Tulang Belakang.....	65
Gambar 69. Tulang Rusuk dan dada	65
Gambar 70. Tulang Gelang Bahu.....	65
Gambar 71. Tulang Gelang Panggung.....	66
Gambar 72. Tulang Anggota Gerak Atas	66
Gambar 73. Tulang Anggota Gerak Atas	67
Gambar 74. Sistem Havers	68
Gambar 75. Jenis-Jenis Persendian.....	70
Gambar 76. Otot Polos.....	72
Gambar 77. Otot Jantung	73
Gambar 78. Bagian-Bagian Otot Lurik	73
Gambar 79. Beberapa Gerak Antagonis Otot.....	74
Gambar 80. Saluran pencernaan manusia	80
Gambar 81. Bagian-bagian gigi	81
Gambar 82. Kelenjar ludah di dalam mulut.....	82
Gambar 83. Gerak peristalsis dalam kerongkongan	83
Gambar 84. Struktur lambung.....	83
Gambar 85. Struktur usus besar	86
Gambar 86. Hati dan Pankreas.....	87
Gambar 87. Rongga Hidung.....	89
Gambar 88. Glotis dan Epiglotis	90
Gambar 89. Alat-alat Pernafasan	91
Gambar 90. Mekanisme Pernafasan.....	92
Gambar 91. Sel darah merah	97
Gambar 92. Macam-macam sel darah putih.....	99

Gambar 93. Sel darah merah terjerat oleh jarring-jaring fibrin.....	100
Gambar 94. Struktur jantung	101
Gambar 95. Aliran darah dalam jantung saat diastol dan sistol.	102
Gambar 96. Perbandingan struktur arteri dan vena	104
Gambar 97. Peredaran darah kecil.....	104
Gambar 98. Peredaran darah besar	105
Gambar 99. Struktur Neuron.....	109
Gambar 100. Struktur Anatomi Telinga.	111
Gambar 101. Struktur Anatomi Mata Vertebrata.....	112
Gambar 102. Papila pada lidah.....	112
Gambar 103. Pembauan pada manusia.	113
Gambar 104. Ujung Saraf Peraba Kulit.....	114
Gambar 105. Produsen, Konsumen dan Dekomposer	116
Gambar 106. Jenis-Jenis Ekosistem Daratan	119
Gambar 107. Ekosistem Estuari.....	120
Gambar 108. Adaptasi Morfologi pada Mulut Serangga	121
Gambar 109. Adaptasi Tingkah Laku.....	122
Gambar 110. Rantai Makanan	124
Gambar 111. Jaring-Jaring Makanan.....	125
Gambar 112. Piramida ekologi	126
Gambar 113. Piramida Jumlah	126
Gambar 114. Piramida Biomassa	127
Gambar 115. Piramida Energi	127
Gambar 116. Singa memangsa Zebra (predasi)	128
Gambar 117. Simbiosis Mutualisme antara bunga dan kupu-kupu.....	128

Deskripsi Matakuliah dan Alur Kompetensi

Konsep Dasar IPA 1 merupakan mata kuliah yang membahas mengenai makhluk hidup dan lingkungannya. Ruang lingkup mata kuliah ini meliputi pembahasan tentang : ciri-ciri makhluk hidup, tumbuhan, hewan, anatomi dan fisiologi manusia serta peranan lingkungan bagi makhluk hidup. Melalui mata kuliah ini diharapkan mahasiswa mampu memahami dasar-dasar makhluk hidup dan kehidupan. Adapun capaian pembelajaran dan kompetensi yang harus dikuasai oleh mahasiswa adalah sebagai berikut :

1. Mahasiswa mampu memahami konsep dasar makhluk hidup dan proses kehidupan
2. Mahasiswa mampu memahami struktur dan proses fisiologis tumbuhan
3. Mahasiswa mampu memahami klasifikasi dan reproduksi hewan
4. Mahasiswa mampu menjelaskan anatomi dan fisiologi tubuh manusia
5. Mahasiswa mampu menganalisis hubungan antara makhluk hidup dengan lingkungan

MAKHLUK HIDUP DAN ORGANISASI KEHIDUPAN

A. Uraian Materi

1. Ciri-Ciri Makhluk Hidup

Bumi kita terdiri dari benda hidup dan benda mati. Contoh benda hidup atau makhluk hidup adalah tumbuhan, hewan dan manusia, sedangkan contoh benda mati adalah batu, tanah, air, dan udara. Benda hidup disebut *biotik* sedangkan benda mati disebut *abiotik*, keduanya memiliki hubungan yang saling mempengaruhi. Benda hidup (makhluk hidup) memiliki ciri-ciri yang membedakannya dengan dengan benda mati. Adapun ciri-ciri makhluk hidup adalah sebagai berikut:

a. Bergerak

Bergerak merupakan perubahan posisi, baik seluruh tubuh atau sebagian. Hal ini disebabkan oleh adanya tanggapan terhadap rangsangan. Cara makhluk hidup bergerak berbeda-beda. Manusia bergerak dengan berjalan, adapun hewan ada yang berjalan, melompat, merayap, terbang dan berenang. Berikut adalah beberapa gerak yang dilakukan oleh makhluk hidup.

- 1) Gerak yang dilakukan pada tumbuhan antara lain: gerak menutupnya daun putri malu jika disentuh, gerak ujung batang dari bawah keatas ke arah sinar matahari, dan gerak membukanya biji lamtoro disebabkan perubahan kadar air.
- 2) Gerak yang dilakukan pada hewan: gerak aktif pada hewan vetebrata yaitu alat gerak berupa otot, gerak pasif pada hewan vetebrata yaitu alat gerak berupa tulang, dan gerak pada manusia yaitu berjalan, berlari dan lain lain.

b. Peka Terhadap Rangsangan (iritabilitas)

Tumbuhan, hewan, dan manusia mempunyai kepekaan terhadap rangsang. Hal ini ditunjukkan sebagai berikut:

- a. Pada tumbuhan, daun putri malu bila diberi rangsang sentuhan akan menanggapi rangsang dengan menutup daunnya.
 - b. Pada hewan, ayam ketika fajar menyising akan berkokok.
 - c. Manusia jika diberi bau yang merangsang akan menanggapi rangsang, misalnya bersin.
- Meskipun tumbuhan tidak mempunyai sistem syaraf, tumbuhan mampu menanggapi rangsang yang ada dalam lingkungan.

c. Memerlukan makanan (nutrisi)

Setiap makhluk hidup memerlukan makanan. Hal ini bertujuan agar dapat mempertahankan hidup, menghasilkan energi, dan pertumbuhan. Setiap makhluk hidup memiliki cara yang berbeda beda dalam memperoleh makanan. Misalnya tumbuhan dapat membuat makanan sendiri melalui proses fotosintesis. Hewan dan manusia tidak dapat membuat makanan sendiri, tetapi tergantung pada makhluk hidup lain nya.

d. Bernafas (respirasi)

Bernafas yaitu pengambilan oksigen untuk oksidasi makanan, sehingga memperoleh energi dan mengeluarkan karbondioksida sebagai zat sisa. Contoh pernafasan pad makhluk hidup:

- 1) Hewan vertebrata di darat dan manusia bernafas dengan paru-paru, ikan bernafas dengan insang, cacing bernafas dengan kulit.
- 2) Tumbuhan, pada daun bernafas melalui stomata, pada batang melalui lentisel dan di akar melalui bulu-bulu akar.

e. Tumbuh dan Berkembang

Mahluk hidup mengalami pertumbuhan dan perkembangan pertumbuhan dan perkembangan ini bersifat *irreversible*, Tumbuh adalah bertambahnya volume atau ukuran makhluk hidup (akan selalu bergerak keatas atau kesamping), contohnya adalah batang pohon yang lama kelamaan akan meninggi. Berkembang adalah proses menuju kedewasaan yang dipengaruhi oleh hormon, nutrisi dan lingkungan contohnya proses perkembangan manusia dari bayi menjadi dewasa.

f. Berkembangbiak (reproduksi)

Berkembangbiak adalah memperbanyak diri untuk mempertahankan kelestarian jenisnya. Cara berkembangbiak sebagai berikut:

- a. Secara kawin / generatif, yaitu perkembangbiakan yang melibatkan sel telur dan sel sperma. Contohnya:
 - 1) Manusia
 - 2) Hewan, hewan dibagi tiga: hewan yang berkembang biak dengan bertelur (ovipar), hewan yang berkembangbiak dengan melahirkan (vivipar), hewan yang berkembangbiak dengan bertelur dan melahirkan (ovovivipar)
- b. Secara tak kawin/ vegetatif, yaitu perkembangbiakan yang tidak melibatkan sel telur dan sel sperma, melainkan melibatkan sel tubuh. Contohnya:
 - 1) Tunas
 - 2) Membelah diri

g. Adaptasi

Adaptasi adalah kemampuan makhluk hidup untuk menyesuaikan diri terhadap lingkungan dan untuk mempertahankan diri. Ada tiga macam adaptasi, yaitu:

- 1) Adaptasi morfologi, yaitu penyesuaian diri terhadap alat-alat tubuhnya. Contoh: burung elang mempunyai kuku yang tajam untuk meneram mangsa. Bunga teratai mempunyai daun yang lebar untuk memperluas bidang penguapan.
- 2) Adaptasi fisiologi, yaitu penyesuaian diri terhadap lingkungan dengan fungsi alat-alat tubuh. Contoh: manusia menambah jumlah sel darah merah apabila berada di pegunungan. Kotoran unta kering tetapi urine nya kental.
- c. Adaptasi tingkah laku, yaitu penyesuaian diri terhadap lingkungan dengan tingkah lakunya. Contoh: bunglon mengubah warna tubuhnya, ikan paus muncul ke permukaan secara periodik.

h. Regulasi

Regulasi adalah proses pengaturan keserasian di dalam tubuh organisme yang diatur oleh syaraf dan hormon. Contohnya : aktivitas tubuh manusia seperti berjalan, menggerakkan tangan, mengunyah makanan dan lain-lainya, diatur dan dikendalikan oleh satu sistem yang disebut sistem pengatur atau regulasi

i. Ekskresi

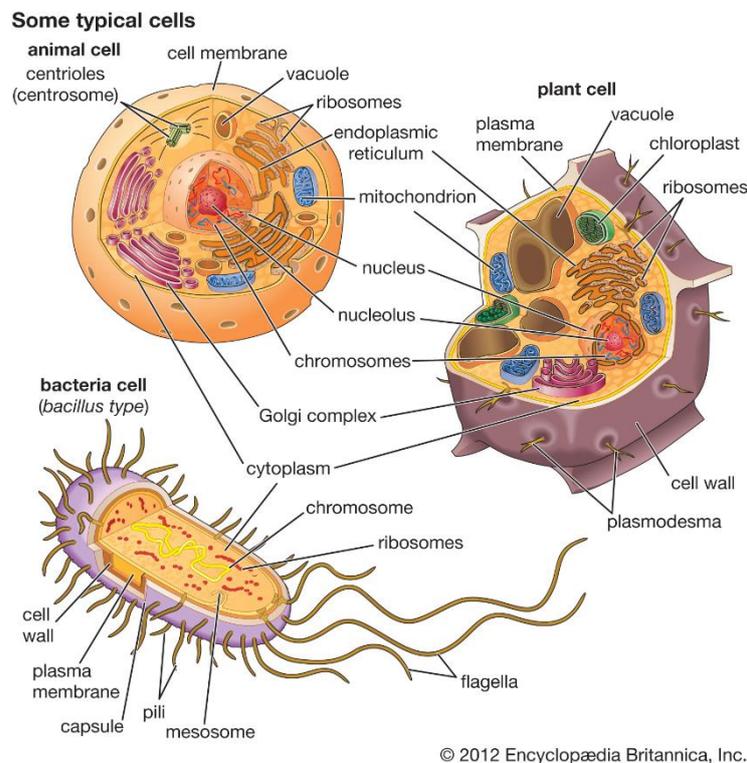
Ekskresi adalah proses pengeluaran sisa-sisa metabolisme tubuh. Dalam oksidasi makanan selain menghasilkan energi, tubuh organisme juga menghasilkan zat sisa yang harus dikeluarkan dari tubuh apabila zat tersebut tidak dikeluarkan akan membahayakan tubuh. Contoh: manusia mengeluarkan karbondioksida melalui paru-paru, ikan mengeluarkan karbondioksida melalui insang.

2. Organisasi Kehidupan

a. Sel

Tubuh makhluk hidup tersusun atas unit fungsional terkecil yang disebut sel. Sel tersusun atas organel-organel seperti ribosom, mitokondria, badan golgi yang masing-masing memiliki peran dalam menyokong kerja sel. Berdasarkan jumlah sel penyusunnya, kita mengenal makhluk hidup dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu makhluk hidup *uniseluler* (terdiri dari satu sel) dan makhluk hidup multiseluler (terdiri dari banyak sel).

Beberapa contoh makhluk hidup uniseluler misalnya protozoa, bakteri, dan alga. Organisme tersebut melangsungkan metabolisme tubuhnya di dalam satu buah sel saja. Sedangkan makhluk hidup multiseluler, seperti tumbuhan dan hewan disusun oleh banyak sel yang masing-masing mempunyai bentuk dan fungsi yang berbeda-beda.



Gambar 1. Jenis-Jenis Sel

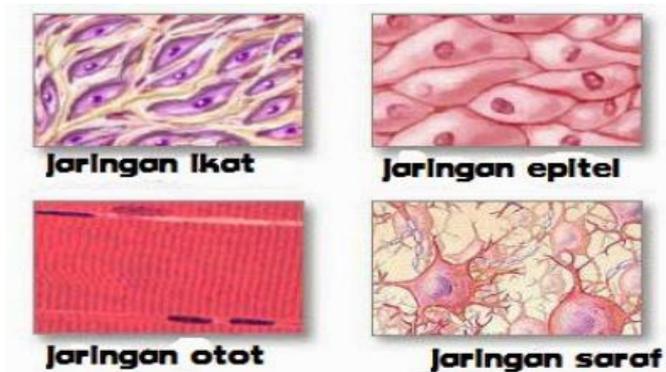
b. Jaringan

Jaringan adalah kumpulan sel yang memiliki bentuk serta fungsi yang sama. Kelompok sel ini memiliki fungsi yang spesifik. Berikut ini contoh-contoh jaringan pada makhluk hidup.

1) Jaringan Hewan

Jaringan hewan terdiri atas beberapa jenis. Jaringan-jaringan tersebut di antaranya adalah jaringan epitel, jaringan saraf, jaringan otot, dan jaringan darah. Jaringan epitel terdiri atas sel-sel epitel yang saling berhubungan. Jaringan saraf terdiri atas sel saraf yang berfungsi menerima serta merespons rangsangan. Jaringan otot merupakan serat panjang yang memiliki fungsi sebagai alat gerak aktif.

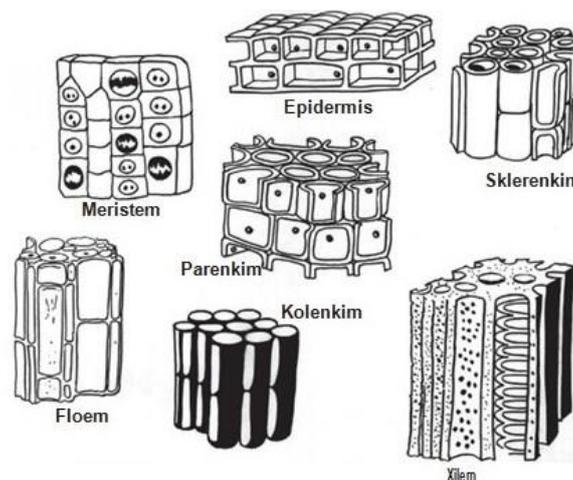
Adapun jaringan darah terdiri atas sel-sel darah. Sel-sel darah ini memiliki fungsi yang berbeda. Ada yang mengedarkan oksigen, zat-zat makanan, ada pula yang berfungsi sebagai antibodi atau sistem kekebalan tubuh.



Gambar 2. Jaringan Hewan

2) Jaringan pada Tumbuhan

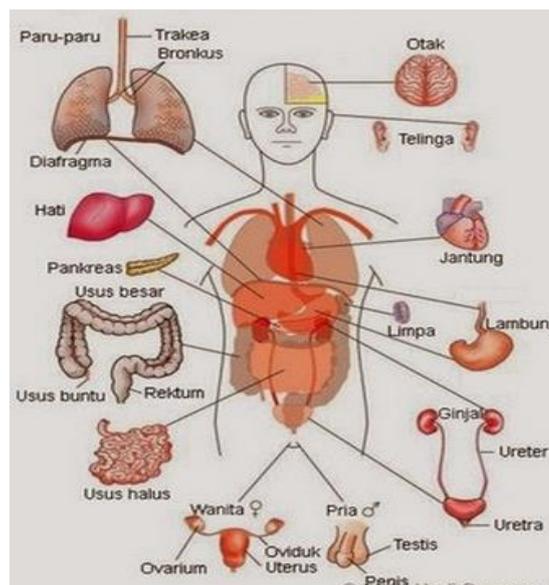
Jaringan pada tumbuhan juga terdiri atas jaringan epidermis, jaringan pembuluh, jaringan penguat, dan jaringan meristem. Jaringan epidermis merupakan jaringan yang melapisi permukaan tumbuhan. Jaringan pembuluh terdiri atas xilem dan floem. Xilem berfungsi mengangkut air dan zat hara tanah dari akar ke daun, sedangkan floem berfungsi mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan. Jaringan penguat pada tumbuhan terdiri atas sel-sel yang tebal dan kuat. Jaringan penguat ini berfungsi menyokong tubuh tumbuhan. Adapun jaringan meristem merupakan jaringan yang aktif membelah untuk menghasilkan sel-sel baru.



Gambar 3. Jaringan Tumbuhan

c. Organ

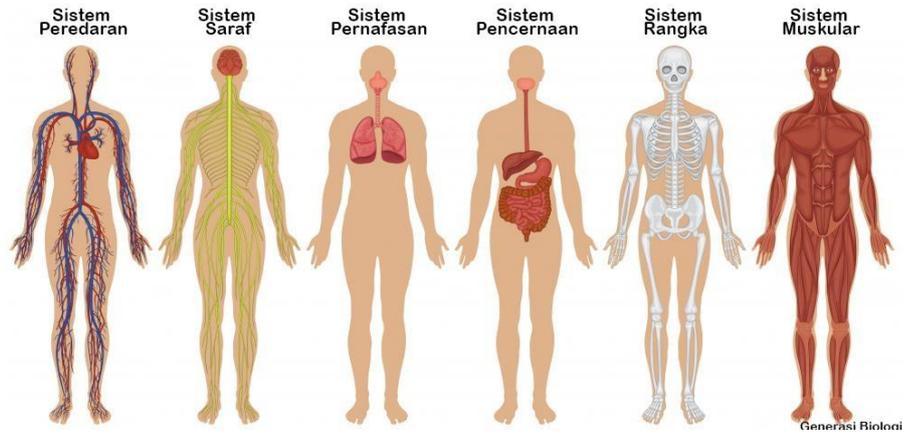
Organ adalah suatu kumpulan jaringan yang mempunyai fungsi tertentu. Organ hanya ditemukan pada organisme multiseluler. Contohnya adalah jaringan saraf dan jaringan ikat menyusun organ otak dan bekerja sama untuk melaksanakan fungsi koordinasi, Jaringan epidermis, jaringan tiang, dan jaringan bunga karang menyusun organ daun dan bekerja sama untuk melaksanakan fungsi fotosintesis, transpirasi, serta pertukaran gas. Contoh-contoh organ lainnya adalah organ jantung yang berperan untuk memompa darah; organ paru-paru untuk pertukaran oksigen dan karbon dioksida; organ telinga untuk mendengar; dan organ mata untuk melihat. Organ-organ pada tumbuhan, contohnya daun untuk pertukaran gas, bunga untuk perkembangbiakan, dan akar untuk menyerap air dan garam mineral.



Gambar 4. Organ Tubuh Manusia

d. Sistem Organ

Organ-organ yang melakukan fungsi dan tugas saling berkait disebut sebagai sistem organ. Sebagai contoh, sistem pernapasan terbentuk dari kerja sama organ hidung, faring, laring, trakea, bronkus, dan paru-paru untuk menjalankan fungsi respirasi. Sistem pencernaan terbentuk dari kerja sama organ mulut, kerongkongan, lambung, usus, hati, dan pankreas. Sistem pencernaan berfungsi menjalankan pencernaan dan penyerapan sari-sari makanan. Sistem gerak untuk menyokong dan menggerakkan tubuh terdiri atas otot dan rangka.



Gambar 5. Sistem Organ Manusia

e. Organisme (Individu)

Individu dapat berupa organisme bersel tunggal (uniseluler) dan bersel banyak (multiseluler). Bakteri dan protozoa adalah contoh organisme bersel tunggal. Satu bakteri dan satu protozoa dikatakan sebagai satu individu. Manusia, kucing, pohon kelapa, dan tanaman melati merupakan contoh organisme multiseluler. Seorang manusia, seekor kucing, sebatang pohon kelapa, dan setangkai tanaman melati juga dikatakan satu individu.

Individu multiseluler terbentuk dari sistem organ-sistem organ yang bekerja sama dalam suatu kesatuan. Setiap sistem organ tidak dapat melaksanakan fungsinya sendiri-sendiri. Setiap sistem organ memiliki ketergantungan pada sistem organ yang lainnya. Contohnya pada manusia, sistem pernapasan, sistem peredaran darah, sistem pencernaan, sistem pengeluaran, sistem koordinasi, sistem gerak, dan sistem reproduksi memiliki saling ketergantungan.

B. Contoh Soal dan Pembahasan

1. Mengapa makhluk hidup melakukan respirasi?
2. Sebutkan satu contoh sistem organ lainnya beserta nama organ-organ penyusunnya!

Pembahasan

1. Makhluk hidup melakukan respirasi untuk mengambil oksigen dan mengeluarkan karbondioksida, oksigen berfungsi untuk pembakaran zat makanan untuk menghasilkan energi.
2. Contoh system organ alah system pencernaan yang terdiri dari organ mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar dan anus.

C. Rangkuman

Ciri-ciri makhluk hidup antara lain : bergerak, pekaa terhadap rangsangan (iritabilitas), memerlukan nutrisi (makanan), bernafas (respirasi), berkembang biak (reproduksi), adaptasi, regulasi dan mengeluarkan zat sisa (ekskresi). Organisasi kehidupan dimulai dari tingkatan sel, jaringan, organ, system organ, dan organisme

D. Tes Formatif

1. Gerak pada tumbuhan berbeda dengan gerak pada hewan karena bertujuan untuk ...
 - a. Menanggapi rangsangan
 - b. Berpindah tempat
 - c. Mencari makanan
 - d. Mencari pasangan
 - e. Berburu mangsa
2. Proses masuknya oksigen dan keluarnya karbondioksida disebut...
 - a. Ekskresi
 - b. Respirasi
 - c. Sirkulasi
 - d. Transportasi
 - e. Nutrisi
3. Kemampuan makhluk hidup untuk dapat menyesuaikan diri dengan lingkungannya disebut...
 - a. Nutrisi
 - b. Ekskresi
 - c. Sirkulasi
 - d. Adaptasi
 - e. Respirasi
4. Kumpulan dari sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama disebut...
 - a. Sel
 - b. Jaringan
 - c. Organ
 - d. Sistem Organ
 - e. Organisme
5. Di bawah ini yang merupakan contoh dari jaringan tumbuhan adalah, *kecuali*
 - a. Epidermis
 - b. Parenkim
 - c. Epitel
 - d. Xylem
 - e. Floem

E. Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran

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

Pedoman penskoran :

Jawaban benar = 1

Jawaban salah = 0

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor total}} \times 100$$

KLASIFIKASI TUMBUHAN

A. Uraian Materi

Tumbuhan atau Kingdom Plantae merupakan makhluk hidup dengan ciri-ciri sebagai berikut :

- a. Bersifat autotroph
- b. Mempunyai klorofil
- c. Memiliki dinding sel
- d. Bergerak secara pasif
- e. Multiseluler

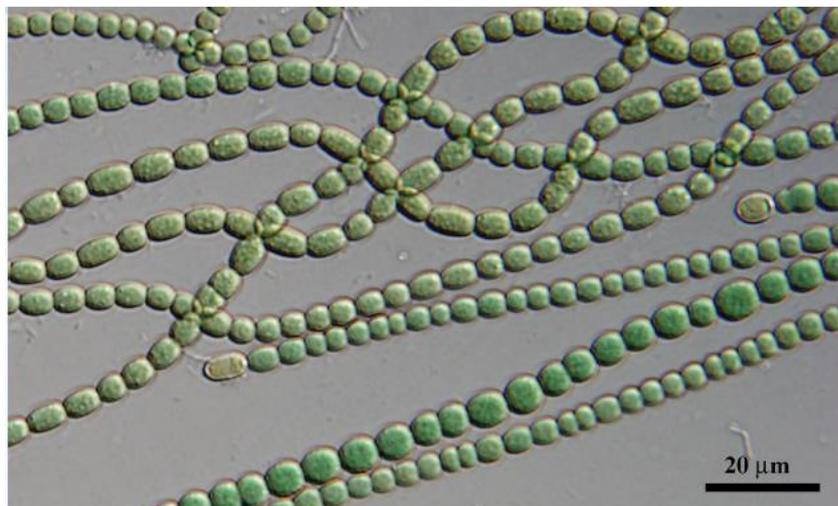
Berdasarkan bentuknya, tumbuhan digolongkan atas beberapa divisi sebagai berikut :

1. Divisi Schyzophyta

Tumbuhan dari kelompok ini sebenarnya tergolong ke dalam Kingdom Monera karena memiliki sel prokariotik. Akan tetapi dapat dikatakan tumbuhan karena memiliki klorofil dan mampu berfotosintesis. Kelompok ini memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- a. Memiliki sel prokariotik
- b. Bersel satu
- c. Mempunyai pigmen fikosianin (biru) dan klorofil.
- d. Berkembang biak dengan membelah diri

Contoh : Alga Biru (Cyanophyta)



Gambar 6. Contoh Alga Biru *Anabaena azollae*

2. Divisi Thallophyta

Tumbuhan dari kelompok ini memiliki ciri utama yang disebut tumbuhan bertalus yaitu tumbuhan belum dapat dibedakan akar, batang dan daun. Selain itu, tumbuhan ini ada yang bersel banyak (multiseluler) dan ada juga yang bersel satu (uniseluler). Contoh dari tumbuhan bertalus adalah Alga (Ganggang) dan Lichenes (Lumut kerak).

a. Alga

Berdasarkan pigmen warnanya Alga dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok di bawah ini :

1) Alga Hijau (Chlorophyta)

Ciri utama dari kelompok ini adalah mempunyai pigmen klorofil (hijau). Contoh dari tumbuhan ini adalah *Spirogyra sp*, *Chlorella sp*.



Gambar 7. Contoh Alga Hijau *Spirogyra sp*

2) Alga Merah (Rhodophyta)

Ciri utama dari kelompok ini adalah mempunyai pigmen fikoeritrin (merah). Contoh dari tumbuhan ini adalah *Euchemma spinosum*



Gambar 8. Contoh Alga Merah *Euchemma spinosum*

3) Alga Coklat (Phaeophyta)

Ciri utama dari kelompok ini adalah mempunyai pigmen fikoxantin (coklat). Contoh dari tumbuhan ini adalah *Sargassum sp*



Gambar 9. Contoh Alga Coklat *Sargassum sp*

b. Liken/lumut kerak

Liken merupakan simbiosis antara jamur dengan Alga. Jamur membantu alga menyerap air dan mineral sedangkan jamur mendapat zat organik hasil fotosintesis Alga.



Gambar 10. Contoh Liken

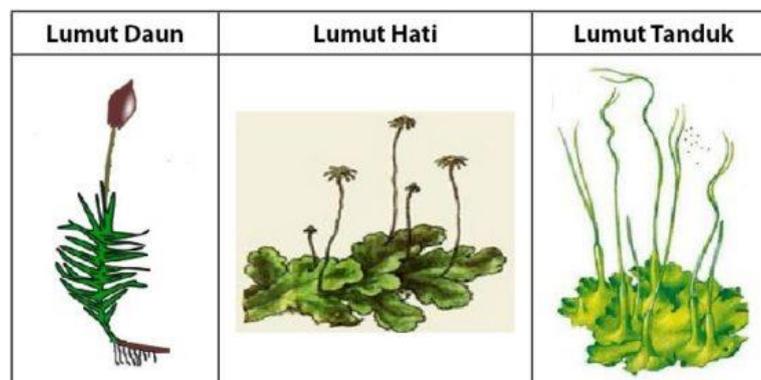
3. Divisi Bryophyta

Bryophyta atau dikenal dengan tanaman lumut tergolong ke dalam tanaman berspora karena berkembang biak menggunakan spora. Adapun ciri-ciri dari tumbuhan lumut adalah sebagai berikut :

- a. Peralihan dari thallophyta ke kormophyta
- b. Berkembang biak dengan spora
- c. Mengalami metagenesis (pergiliran keturunan)

Berdasarkan bentuk tubuhnya, lumut digolongkan menjadi beberapa kelas sebagai berikut :

- a. Lumut Hati (Hepaticopsida)
- b. Lumut Tanduk (Anthocerotopsida)
- c. Lumut Daun (Bryopsida)



Gambar 11. Berbagai Macam Lumut

4. Divisi Pteridophyta

Pteridophyta atau dikenal dengan tanaman paku merupakan tanaman berspora yang setingkat lebih tinggi dari tanaman lumut. Adapun ciri-ciri dari tanaman paku adalah sebagai berikut :

- a. Tumbuhan kormus (memiliki akar, batang, daun sejati)
- b. Berkembang biak dengan spora
- c. Daun muda menggulung

Berdasarkan bentuk tubuhnya, paku digolongkan menjadi beberapa kelas sebagai berikut :

- a. Paku Purba
- b. Paku Kawat
- c. Paku Ekor Kuda
- d. Paku Sejati



Gambar 12. Beberapa contoh Tanaman Paku

5. Divisi Spermatophyta

Spermatophyta berasal dari dua kata, sperma = biji dan phyta = tumbuhan, jadi spermatophyta merupakan kelompok tanaman yang berkembang biak dengan biji. Dibedakan atas 2 sub divisi :

1. Gymnospermae (Tumbuhan Biji Terbuka)

Biji tidak dilindungi oleh daging buah, fertilisasi tunggal, terdiri dari 4 kelas :

- a. Kelas Cycadinae (Seperti palma), contoh : Pakis haji
- b. Kelas Coniferae (Berdaun Jarum), contoh: Pinus
- c. Kelas Gyngoinae (Daun seperti Kipas), contoh: *Gynkgo biloba*
- d. Gnetinae (Tumbuhan berkayu), contoh: Melinjo



Gambar 13. Contoh Gymnospermae

2. Angiospermae (Tumbuhan Biji Tertutup)

Biji dilindungi oleh Daging Buah, fertilisasi ganda, terdiri dari 2 kelas :

a) Monokotil

Tanaman monokotil (mono=satu, kotiledon = keping biji) merupakan tanaman dengan keping biji satu.

b) Dikotil

Tanaman dikotil (di=dua, kotiledon = keping biji) merupakan tanaman dengan keping biji dua.



Gambar 14. Perbedaan Monokotil dan Dikotil

B. Contoh Soal dan Pembahasan

Tuliskan ciri-ciri utama tumbuhan!

Jawab :

Ciri utama tumbuhan adalah mempunyai klorofil sehingga mampu berfotosintesis dan bersifat autotroph, selain itu sel tumbuhan berdinding sel dan bergerak pasif.

C. Rangkuman

Tumbuhan memiliki ciri berklorofil, autotroph, multiseluler. Tumbuhan terbagi atas empat divisi : Schyziphyta (tumbuhan belah), Thallaophyta (tumbuhan bertalus), Bryophyta (Lumut), Pteridophyta (Paku) dan Spermatophyta (Tumbuhan berbiji).

D. Tes Formatif

1. Ciri utama dari tumbuhan *Anabaena azollae* yang membedakannya dengan kelompok lain adalah...
 - a. Berklorofil
 - b. Uniseluler
 - c. Sel prokariotik
 - d. Berfotosintesis
 - e. Multiseluler
2. Tumbuhan yang tidak dapat dibedakan akar, batang dan daun adalah...
 - a. *Sargassum sp*
 - b. *Marchantia sp*
 - c. *Anabaena spp*
 - d. *Asplenium sp*
 - e. *Adiantum sp*
3. Ciri utama tumbuhan paku yang membedakannya dengan lumut adalah...
 - a. Mengalami metagenesis
 - b. Berspora
 - c. Berpembuluh
 - d. Berklorofil
 - e. Tidak berbunga
4. Tumbuhan di bawah ini yang memiliki biji yang tidak dilindungi oleh daging buah adalah...
 - a. Jagung
 - b. Kacang tanah
 - c. Melinjo
 - d. Suplir
 - e. Semanggi

5. Seorang mahasiswa menemukan sebuah tumbuhan dengan ciri-ciri sebagai berikut : pertulangan daun menjari, system perakaran tunggang, dan biji berkeping dua. Berdasarkan ciri di atas, maka tumbuhan tersebut tergolong pada kelompok...
- Cycadinales
 - Coniferales
 - Cycadales
 - Monocotyledonae
 - Dicotyledonae

E. Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran

- C
- A
- C
- C
- D

Pedoman penskoran :

Jawaban benar = 1

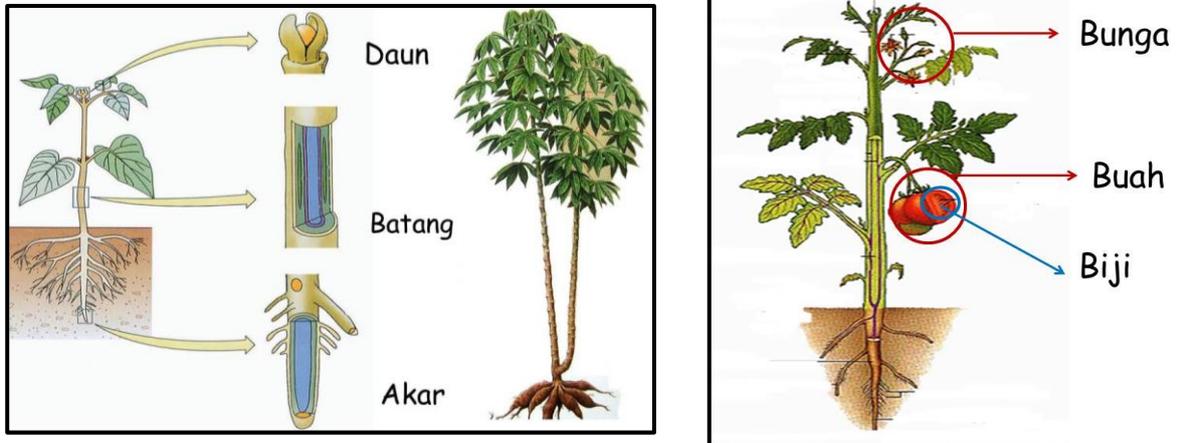
Jawaban salah = 0

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor total}} \times 100$$

ORGAN PADA TUMBUHAN

A. Uraian Materi

Organ pada tumbuhan meliputi organ pokok dan organ modifikasi. Organ pokok pada tumbuhan meliputi akar, batang dan daun. Sedangkan organ modifikasi meliputi bunga, buah dan biji.



Gambar 15. Organ Pokok dan Organ Modifikasi pada Tumbuhan

1. Akar (Radix)

Akar merupakan organ pokok pada tumbuhan yang mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- Biasanya terdapat didalam tanah, dengan tumbuhan yang mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:
- Tidak berbuku-buku, jadi tidak beruas dan tidak mendukung daun.
- Tidak berwarna hijau.
- Tidak terus pada ujung.
- Bentuknya seringkali meruncing, sehingga lebih mudah menembus tanah.

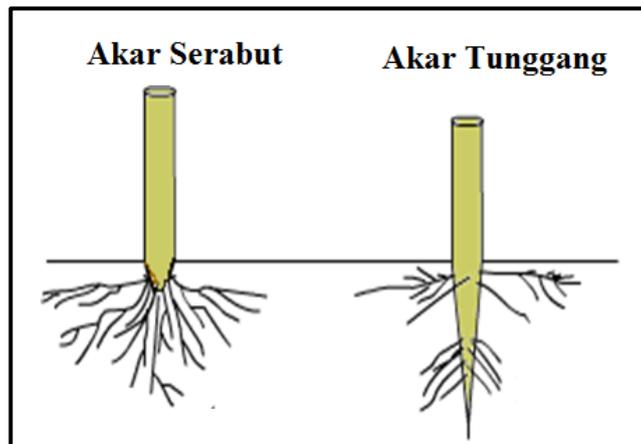
Akar bagi tumbuhan berfungsi untuk:

- Memperkuat berdirinya tumbuhan
- Menyerap air dan zat-zat makanan yang terlarut di dalam air dari dalam tanah
- Mengangkut air dan zat makanan ke tempat-tempat yang memerlukan
- Kadang-kadang sebagai tempat penimbunan makanan.

Akar disebut organ pokok dari tumbuhan karena akar sudah ditemukan pada embrio yaitu yang berasal dari akar lembaga (radicula). Akar lembaga pada tumbuhan ada yang berkembang terus dan ada yang hanya sebentar saja berkembang/mati pada awal perkembangan. Berdasarkan perkembangan akar lembaga tersebut, maka pada tumbuhan ada 2 macam sistem perakaran yaitu:

- Sistem perakaran tunggang (radix primaria), jika akar lembaga tumbuh terus menjadi akar pokok yang bercabang-cabang. Sistem perakaran ini ditemukan pada tumbuhan biji belah (Dicotyledoneae) seperti mangga, jeruk, apel dan tumbuhan biji telanjang (Gymnospermae) seperti pinus.

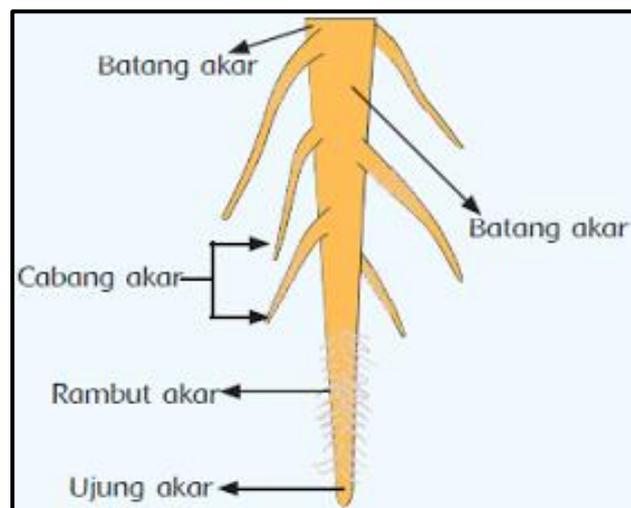
- b. Sistem perakaran serabut (*radix adventicia*), jika akar lembaga mati, kemudian keluar akar disekeliling pangkal batang kurang lebih hampir sama besar dan hampir sama panjang, karena akar ini bukan berasal dari akar lembaga maka akar ini disebut akar liar (*adventicia*) yang berbentuk serabut. Akar ini ditemukan pada tanaman Monokotil seperti padi, jagung, kelapa, dan sebagainya.



Gambar 16. Sistem Perakaran Tunggang dan Serabut

Akar tunggang yang bercabang, mempunyai bagian-bagain seperti berikut:

1. Leher akar atau pangkal akar
2. Batang akar
3. Cabang-cabang akar
4. Serabut akar
5. Ujung akar
6. Rambut-rambut akar
7. Tudung akar



Gambar 17. Struktur Akar Tunggang

Semua akar tumbuhan mempunyai tudung akar di ujung-ujung akar dan mempunyai rambut-rambut akar disetiap ujung akar atau ujung serabut-serabut akar. Berhubungan

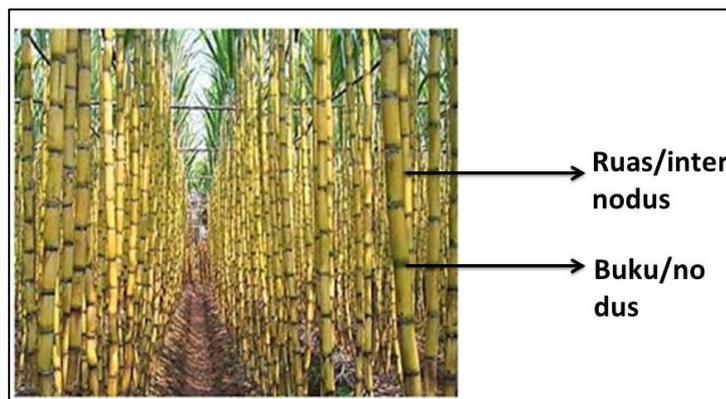
dengan cara-cara hidup tumbuhan, pada tumbuhan ditemui akar-akar yang mempunyai sifat-sifat dan tugas khusus seperti:

1. Akar udara atau akar gantung pada anggrek
2. Akar penggerek atau akar penghisap pada benalu
3. Akar pelekat pada sirih
4. Akar pembelit pada panili
5. Akar nafas pada tumbuhan bakau
6. Akar tunjang pada pandan
7. Akar banir pada pohon sukun yang sudah tua

2. Batang (Caulis)

Batang merupakan organ tumbuhan yang amat penting yang mempunyai sifat umumnya berbentuk bulat, mempunyai ruas dan buku, tumbuh menuju cahaya (fototrop), selalu bertambah panjang dan mengadakan percabangan.

Batang mempunyai tugas mendukung bagian-bagian tumbuhan yang ada di atas tanah yaitu: daun, bunga dan buah. Dengan percabangan memperluas bidang asimilasi, sebagai alat transportasi dan tempat penimbunan zat-zat makanan cadangan. Batang mempunyai ruas (internodus) dan buku (nodus), dimana buku adalah tempat melekatnya daun dan antara dua buku disebut dengan ruas.



Gambar 18. Struktur Batang

Bentuk batang ada yang bulat, bersegi, dan pipih. Batang tumbuhan ada yang tidak tampak jelas atau disebut juga tumbuhan tidak berbatang dan ada yang tampak jelas. Pada tumbuhan yang tampak jelas dapat dibedakan atas 4 perawakan atau habitus yaitu:

1. Batang basah (herbaceus), pada kangkung
2. Batang berkayu (lignosus), dibagi 3 yaitu:
 - a. Pohon, contoh cemara laut
 - b. Perdu, contoh rimbang
 - c. Semak, contoh melati
3. Batang rumput (calmus), contoh padi
4. Batang mending (calamus), contoh rumput teki

Arah tumbuh batang ada yang tegak lurus, menggantung, berbaring, menjalar, memanjat, dan membelit.



Gambar 19. Jenis-Jenis Batang

Batang juga mengalami modifikasi sesuai dengan fungsinya seperti:

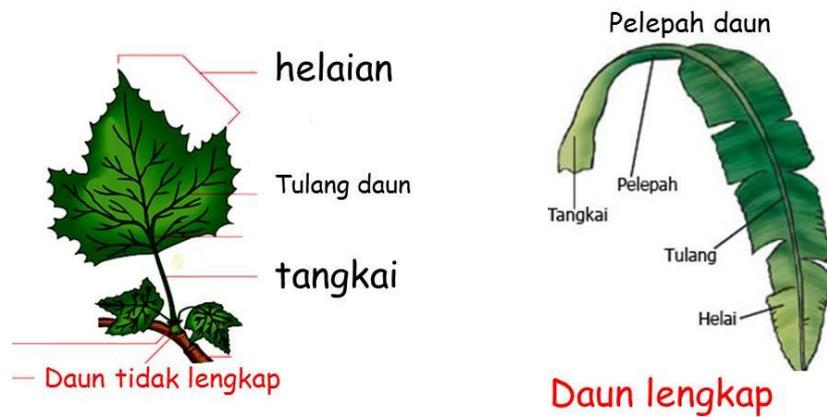
1. Rimpang (rhizoma), batang horizontal di dalam tanah
2. Umbi batang (tuber), cabang di dalam tanah yang membengkak
3. Umbi lapis (bulbus), modifikasi batang dan pelepah daun yang membengkak
4. Kormus (cormus), batang pendek horizontal di dalam tanah
5. Geragih (stolon), cabang ramping, panjang, tumbuh ke samping di atas atau di bawah tanah.
6. Sulur batang atau sulur cabang.

3. Daun (folium)

Daun merupakan organ pokok atau organ vegetative, biasanya berbentuk pipih melebar umumnya berwarna hijau dan terdapat pada batang. Fungsi utama dari daun adalah untuk melakukan fotosintesis.

Berdasarkan bagian-bagian yang ditemukan pada daun, maka daun dibedakan 2 macam, yaitu:

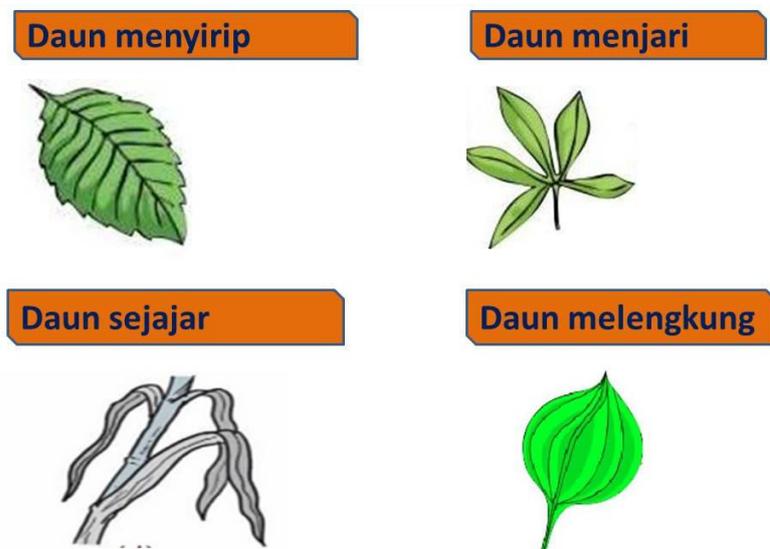
1. Daun lengkap, yaitu daun yang mempunyai tiga bagian yaitu:
 - Helaian daun
 - Tangkai daun dan
 - Peleah daun
2. Daun tidak lengkap, yaitu daun yang hanya mempunyai:
 - Tangkai dan helaian daun disebut daun bertangkai, contoh daun nangka
 - Peleah dan helaian daun disebut daun berupih, contoh daun tebu
 - Helaian daun saja disebut daun duduk, contoh daun lobak
 - Tangkai daun saja tetapi sudah mengalami modifikasi sehingga menyerupai helaian daun disebut filodia, contoh *Acacia*



Gambar 20. Jenis-Jenis Daun

Daun dari tumbuhan mempunyai bentuk dan ukuran yang beranekaragam dan setiap daun itu diperkuat dengan adanya pertulangan. Berdasarkan bentuk dan susunan tulangnya daun dapat dibagi atas 4 golongan:

- a. Daun-daun yang bertulang menyirip, contoh mangga
- b. Daun-daun yang bertulang menjari, contoh jarak pagar
- c. Daun-daun yang bertulang melengkung, contoh genjer
- d. Daun-daun yang bertulang sejajar atau lurus, contoh padi



Gambar 21. Jenis Pertulangan Daun

Jika kita perhatikan daun dari tumbuhan dalam satu tangkai terdapat satu helai daun dan ada yang mempunyai lebih dari satu helai daun. Berdasarkan jumlah daun pada satu tangkai maka daun tumbuhan dapat dibagi atas 2 macam yaitu:

- a. Daun tunggal, satu tangkai hanya mempunyai satu helai daun
- b. Daun majemuk, satu tangkai mempunyai lebih dari satu helai daun

4. Bunga (*Flos*)

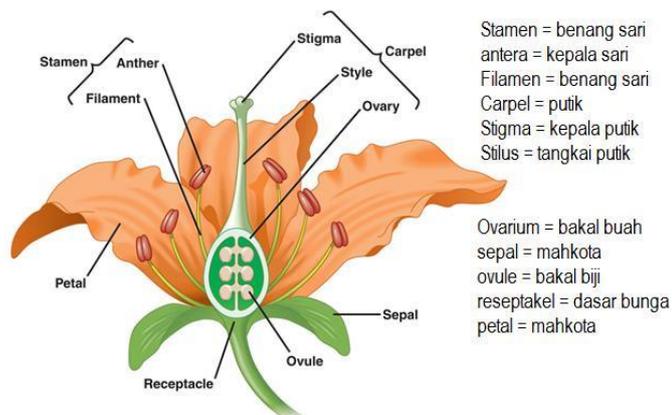
Bunga merupakan organ generatif dari tumbuhan dan merupakan metamorfosis dari batang dan daun. Hal ini dapat kita buktikan bahwa pada bunga kita temukan bagian yang berbentuk batang seperti tangkai bunga, tangkai sari dan tangkai putik. Bagian yang seperti daun dapat terlihat pada mahkota dan kelopak bunga.

Berdasarkan jumlah bunga yang ditemukan pada satu tangkai maka ada dua macam bunga yaitu:

- a. Bunga tunggal (*flores sparsa*), pada satu tangkai ditemukan satu kuntum bunga contohnya kembang sepatu.
- b. Bungan majemuk (*inflorescentia*), pada stu tangkai ditemukan lebih dari satu kuntum bunga, contohnya kembang merak.

Pada satu kuntum bunga terdapat bagian-bagian seperti berikut:

- a. Tangkai bunga (*peduncullus*)
- b. Dasar bunga (*reseptaculum*)
- c. Kelopak bunga (*calyx*)
- d. Mahkota bunga (*corolla*)
- e. Alat kelamain jantan (*androcium*), yang terdiri dari sejumlah benang sari (*stamen*)
- f. Alat kelamin betina (*gynaecium*), yang biasanya disebut putik (*pistillum*)



Gambar 22. Morfologi Bunga

Berdasarkan bagian-bagian yang ditemukan pada suatu kuntum bunga maka bunga dapat dibedakan atas 2 macam yaitu:

- a. Bunga lengkap atau bunga sempurna (*flos cmlpletus*) yang terdiri dari: kelopak , mahkota, benang sari, putik. Contohnya kembang sepatu
- b. Bunga tidak lengkap atau tidak sempurna (*flos incmlpletus*) yaitu jika bunga tidak mempunyai kelopak atau mahkota atau benang sari atau putik

Berdasarkan kelamin bunga yang ditemukan pada satu kuntum bunga maka bunga dapat dibagi atas:

- a. Bunga banci atau berkelamin dua (hermaproditus), pada satu bunga ada benang sari dan putik, contoh bunga kembang sepatu
- b. Bunga berkelamin tunggal (unisexualis), jika pada satu bunga ditemukan salah satu alat kelamin misalnya:
- c. Bunga mandul, jika pada satu bunga tidak ditemukan alat kelamin, contoh bunga pita dari bunga matahari.

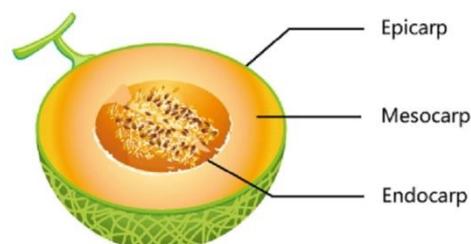
Berdasarkan kelamin bunga yang terdapat pada satu tumbuhan maka tumbuhan dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu:

- a. Berumah satu (monoceus), tumbuhan yang mempunyai bunga betina dan bunga jantan pada satu individu (jagung) atau tumbuhan yang mempunyai bunga banci) bunga yang mempunyai kelamin betina dan kelamin jantan).
- b. Berumah dua (dioecus), bunga jantan dan bunga betina terdapat pada individu yang berbeda, contohnya salak.
- c. Poligami (polygamus), jika bunga jantan, bunga betina dan bunga banci sekaligus pada satu individu, contohny papaya.

5. Buah (Fructus)

Sebelum pembuahan diawali terlebih dahulu dengan penyerbukan yaitu jatuhnya serbuk sari di kepala putik. Pada tumbuhan penyerbukan ada yang terjadi pada satu bunga yang disebut penyerbukan sendiri dan ada yang terjadi antar dua bunga yang berada dalam satu individu yang disebut penyerbukan tetangga dan penyerbukan bisa pula terjadi antara bunga yang berasal dari individu berbeda yang disebut penyerbukan silang.

Setelah terjadi penyerbukan maka terjadilah pembuahan yaitu bertemunya sel sperma dengan sel telur, sehingga bagian-bagian bunga gugur dan bakal buah akan berkembang jadi buah dan bakal biji akan berkembang menjadi biji. Pada tumbuhan tertentu ada bagian-bagian bunga yang tidak gugur diantaranya adalah daun-daun pelindung pada jagung, daun-daun kelopak pada jambu dan manggis, tangkai putik pada jagung, tangkai putik pada jagung yang kita kenal dengan rambut jagung, dan kepala putik pada manggis. Pada sebahagian tumbuhan tanpa pnyerbukan juga buah bisa berkembang, peristiwa seperti ini disebut dengan partenokarpi, contohnya pada pisang.



Gambar 23. Struktur Buah

6. Biji (semen)

Setelah terjadi penyerbukan yang diikuti dengan pembuahan, bakal buah tumbuh menjadi buah an bakal biji tumbuh menjadi biji. Pada tumbuhan spermatophyte, biji merupakan alat perkembangbiakan yang utama karena biji mengandung calon tumbuhan baru (lembaga). Biji dapat kita bedakan bagian-bagiannya sebagai berikut:

- a. Kulitbiji (*spermatodermis*)
- b. Tali pusat (*funiculus*)
- c. Inti biji atau isi biji (*nucleus siminis*)

Inti biji atau isi biji merupakan semua bagian yang berada di dalam kulit biji yang terdiri dari:

1. Lembaga (embrio), calon individu baru, yang terdiri dari akar lembaga, daun lembaga dan batang lembaga
2. Putih lembaga (albumen), cadangan makanan selama proses perkecambahan.

Jenis-jenis Biji

1. Biji Berkeping Satu (Monokotil)
2. Biji Berkeping Dua (Dikotil)

B. Contoh Soal dan Pembahasan

Sebutkan jenis-jenis pertulangan daun beserta contoh!

Jawab:

Jenis-jenis pertulangan daun

1. Menjari contohnya pada daun jarak
2. Menyirip contohnya pada daun manga
3. Sejajar contohnya pada daun jagung
4. Melengkung contohnya pada daun sirih

C. Rangkuman

Organ pokok pada tumbuhan meliputi akar, batang dan daun. Organ modifikasi pada tumbuhan meliputi bunga, buah dan biji. Akar berperan memperkuat berdirinya tumbuhan dan menyerap air dan zat hara dalam tanah. Sistem perakaran dibedakan atas akar serabut dan akar tunggang. Batang berperan sebagai alat transportasi pada tumbuhan. Jenis batang ada batang berkayu, batang basah dan batang rumput. Batang tumbuhan monokotil tidak bercabang dan tidak berkambium sedangkan batang tumbuhan dikotil bercabang dan berkambium. Daun berperan sebagai tempat fotosintesis. Tipe pertulangan daun ada yang menyirip, menjari, melengkung dan sejajar. Bunga merupakan organ reproduksi pada tumbuhan. Bunga terdiri dari bagian-bagian bunga seperti kelopak, mahkota, benang sari dan putik. Buah merupakan hasil dari pembuahan pada tumbuhan. Biji merupakan alat perkembangbiakan utama, jenis biji terdiri dari biji berkeping satu (monokotil) dan biji berkeping dua (dikotil).

D. Tes Formatif

1. Jenis pertulangan daun pada daun tanaman Pepaya adalah...
 - a. Menyirip
 - b. Menjari
 - c. Sejajar
 - d. Melengkung

- e. Menyebar
- 2. Tanaman yang memiliki akar serabut adalah....
 - a. Kacang tanah
 - b. Mangga
 - c. Padi
 - d. Pepaya
 - e. Singkong
- 3. Fungsi utama dari daun adalah...
 - a. Menyerap air
 - b. Berfotosintesis
 - c. Mengangkut air
 - d. Mengangkut sari makanan
 - e. Alat reproduksi
- 4. Jenis batang tanaman bayam adalah...
 - a. Batang Berkayu dan memiliki ruas yang tidak jelas
 - b. Batang Tidak berkayu dan memiliki ruas yang jelas
 - c. Batang Berkambium dan memiliki ruas yang jelas
 - d. Batang Basah dan memiliki ruas yang jelas
 - e. Batang Basah dan memiliki ruas yang tidak jelas
- 5. Salah satu contoh tanaman yang memiliki biji berkeping satu, adalah *kecuali*
 - a. Padi
 - b. Jagung
 - c. Alpukat
 - d. Salak
 - e. Kelapa

E. Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran

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

Pedoman penskoran :

Jawaban benar = 1

Jawaban salah = 0

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor total}} \times 100$$

GERAK PADA TUMBUHAN

A. Uraian Materi

Gerak merupakan salah satu bentuk tanggapan organisme terhadap rangsang. Rangsang dapat datang dari luar (eksternal) atau dari dalam (internal) tubuhnya sendiri. Pada makhluk primitif, kemampuan menanggapi rangsang masih sangat sederhana yang disebut daya iritabilitas. Tumbuhan mempunyai kepekaan tertentu untuk menanggapi rangsang yang diterimanya. Setiap rangsangan yang mengenai tumbuhan akan ditanggapi oleh tumbuhan tersebut. tanggapan ini berupa gerakan dari bagian-bagian tumbuhan.

1. Macam-Macam Gerak Pada Tumbuhan

Berdasarkan rangsangannya, gerak pada tumbuhan dikelompokkan menjadi dua, yaitu gerak autonom (endonom), dan gerak etionom (esionom).

Gerak Endonom (Autonom)

Gerak endonom adalah gerakan pada tumbuhan yang diakibatkan oleh rangsangan yang berasal dari dalam tumbuhan itu sendiri.

Gerak endonom ada 2 yaitu:

- a. Endonom nutasi yang merupakan gerakan spontan (gerak aliran sitoplasma pada tanaman air *Hydrilla verticillata*).
- b. Endonom higroskopis yaitu akibat kadar air yang rendah (contoh : pecah kacang polong-polongan saat kering).

2. Gerak Etionom / Gerak Esionom

Gerak etionom adalah gerakan pada tumbuhan yang disebabkan oleh rangsangan yang berasal dari luar tumbuhan tersebut. Faktor penyebab gerakan etionom bisa berasal dari faktor rangsang sentuhan, air, cahaya, temperatur/suhu, zat kimia, gravitasi, dan lain sebagainya. Beberapa jenis gerakan etionom (esionom) yaitu tropisme, taksis, dan nasti.

a. Tropisme

Tropisme adalah gerakan tumbuhan yang arah gerakannya dipengaruhi oleh arah datangnya rangsang. Rangsang dari luar yang mempengaruhi gerak tumbuhan ada bermacam-macam. Misalnya cahaya, gravitasi, air atau kelembaban, dan sentuhan atau singgungan. Berdasarkan jenis rangsangan tersebut, tropisme dibedakan menjadi fototropisme, geotropisme, hidrotropisme, dan tigmotropisme.

1) Fototropisme

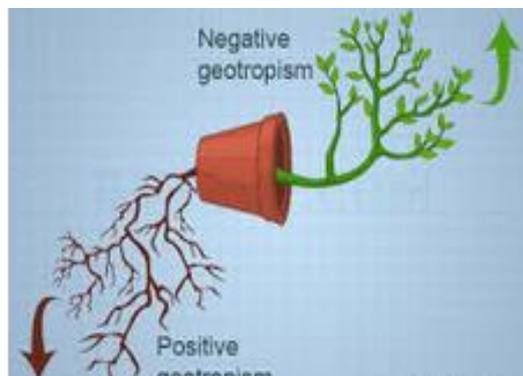
Fototropisme adalah gerak bagian tumbuhan yang dipengaruhi oleh rangsang cahaya. Apabila gerak tumbuhan tersebut menuju kearah cahaya, berarti tumbuhan tersebut melakukan gerak fototropisme positif. Apabila gerakan tumbuhan ini menjauhi arah cahaya, maka disebut fototropisme negatif. Contoh gerak fototropisme positif adalah tanaman biji-bijian yang sedang tumbuh tunas.



Gambar 24. Gerak Fototropisme

2) Geotropisme

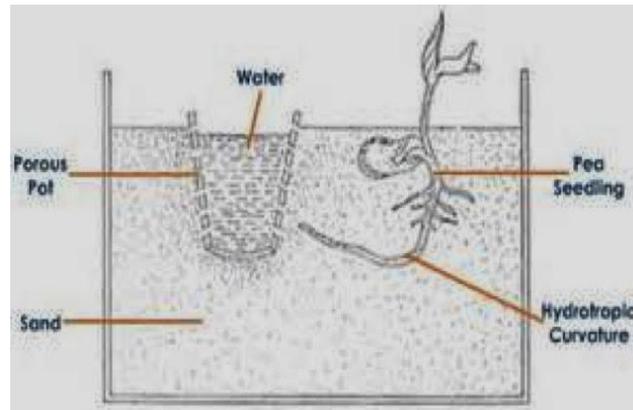
Geotropisme adalah gerakan bagian tumbuhan karena pengaruh gravitasi (gaya tarik) bumi. Apabila arah pertumbuhan tersebut ke atas, maka termasuk geotropisme negatif. Akan tetapi, apabila arah pertumbuhan menuju kebawah berarti termasuk gerak geotropisme positif. Contoh geotropisme positif adalah pertumbuhan akar yang selalu menuju kebawah atau kedalam tanah.



Gambar 25. Gerak Geotropisme Positif dan Negatif

3) Hidrotropisme

Hidrotropisme adalah gerak bagian tumbuhan menuju kearah yang basah atau berair. Arah pertumbuhan menuju tempat yang berair disebut gerak hidrotropisme positif. Apabila arah pertumbuhan tanaman menjauhi tempat yang berair disebut gerakan hidrotropisme negatif. Contoh hidrotropisme positif adalah arah pertumbuhan ujung akar didalam tanah yang selalu menuju ketempat yang mengandung air.



Gambar 26. Gerak Hidrotropisme

d) Tigmotropisme

Tigmotropisme adalah gerak tumbuhan dari bagian tumbuhan akibat persinggungan. Contohnya sulur sirih, markisa dan batang mentimun yang membelit tanaman lain.



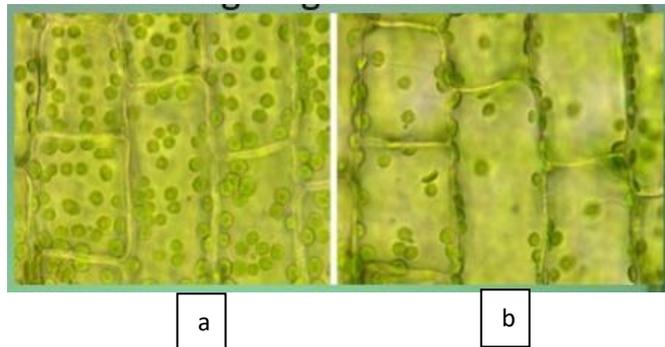
Gambar 27. Gerak Tigmotropisme

b. Taksis

Tumbuhan umumnya hanya mampu melakukan gerak pada sebagian anggota tubuhnya, misalnya akar yang mendekati air atau pucuk yang mendekati cahaya. Namun, pada tumbuhan tingkat rendah mampu melakukan gerak berpindah tempat. Seluruh tubuhnya berpindah. Misalnya, tumbuhan euglena dan bakteri besi. Gerak seluruh tubuh tumbuhan yang disebabkan oleh datangnya rangsang disebut gerak taksis. Berdasarkan rangsang penyebabnya, taksis dibedakan menjadi fototaksis dan kemotaktis.

1) Fototaksis

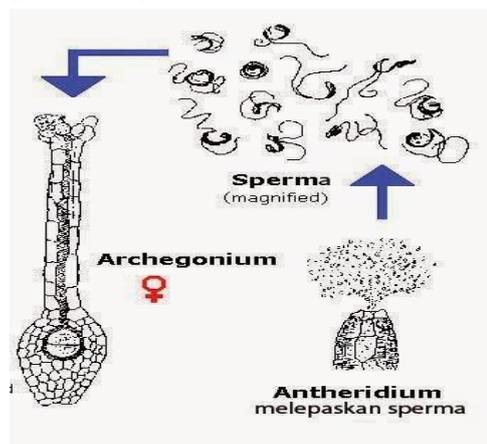
Fototaksis merupakan gerak seluruh tubuh tumbuhan yang disebabkan oleh rangsang cahaya. Misalnya gerakan organel kloroplas dalam sel yang selalu mendekati cahaya.



Gambar 28. a. Organel Kloroplas , b. Organel Kloroplas Mendekati cahaya

2) Kemotaksis

Kemotaksis adalah gerak taksis yang disebabkan oleh rangsang berupa zat kimia. Contohnya Spermatozoid pada Arkegonium lumut-lumutan dan paku-pakuan yang bergerak karena tertarik oleh zat gula atau protein.



Gambar 29. Gerak Kemotaksis pada Tanaman Paku

c. Nasti

Gerak nasti adalah gerak pada tumbuhan yang arah geraknya tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsang. Sama halnya dengan gerak tropisme, gerak nasti juga dipengaruhi oleh rangsang dari luar seperti cahaya, suhu, sentuhan atau singgungan, bahan kimia, serta kondisi gelap. Berikut adalah macam-macam gerak nasti Fotonasti.

1) Fotonasti

Fotonasti adalah gerak nasti yang dipengaruhi oleh rangsang berupa cahaya. Contoh fotonasti adalah gerak mekarnya bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) pada sore hari.



Gambar 30. Gerak Fotonasti pada Tanaman *Mirabilis jalapa*

2) Thermonasti

Thermonasti adalah gerak nasti yang dipengaruhi rangsang berupa suhu. Contohnya mekarnya bunga tulip pada suhu tertentu.



Gambar 31. Gerak Termonasti pada Mekarnya Bunga Tulip di Musim Semi

3) Niktinasti

_____ Niktinasti adalah gerak nasti karena kondisi gelap. Contohnya gerak menutupnya daun majemuk (lamtoro, turi) karena cahaya gelap



Gambar 32. Gerak Niktinasti

4) Seismonasti

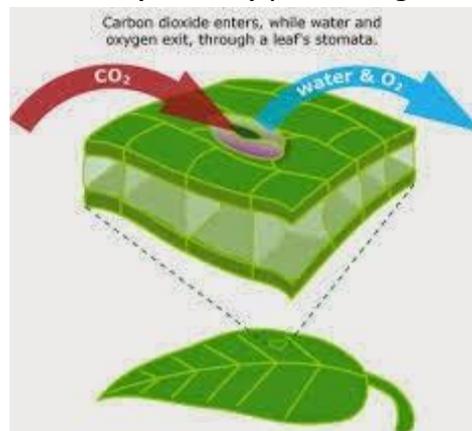
Seismonasti adalah gerak nasti karena pengaruh rangsang berupa sentuhan. Contoh seismonasti adalah gerak menutupnya daun putri malu (*Mimosa pudica*) karena sentuhan. Daun putri malu akan menutup apabila disentuh. Dan setelah didiamkan agak lama, daun tersebut akan membuka kembali. Gerak tersebut sebagai tanggapan atas reaksi yang datang dari luar, sedangkan arah gerakannya tidak ditentukan oleh arah datangnya rangsang.



Gambar 33. Daun Putri Malu (*Mimosa pudica*) yang Disentuh

5) Kemonasti

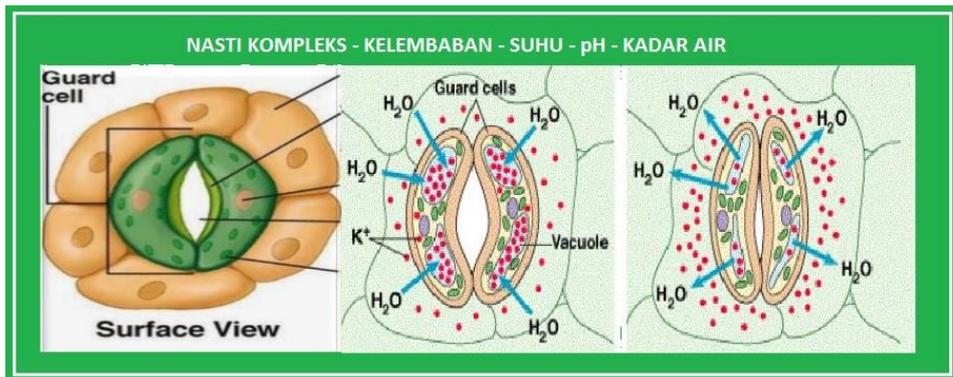
Kemonasti adalah gerak nasti karena pengaruh rangsang berupa zat kimia. Contohnya adalah membukanya mulut daun (stomata) pada siang hari karena adanya karbondioksida.



Gambar 34. Membuka dan Menutupnya Stomata Daun (Kemonasti)

6) Nasti kompleks

Nasti kompleks adalah gerak nasti yang dipengaruhi lebih dari satu macam rangsang. Contohnya gerak membuka dan menutupnya mulut daun (stomata) karena cahaya matahari, zat kimia, air dan suhu.



Gambar 35. Gerak Nasti Kompleks pada stomata karena kelembapan, suhu, pH, air, dan zat kimia

B. Contoh Soal dan Pembahasan

Jelaskan perbedaan dan persamaan antara gerak tropisme dan gerak taksis!

Jawab :

Persamaan gerak tropisme dengan gerak taksis adalah arah gerak sama-sama menuju arah datangnya rangsangan, sedangkan perbedaannya adalah gerak tropisme pada sebagian tubuh tanaman dan gerak taksis pada seluruh bagian tubuh.

C. Rangkuman

Gerak pada tumbuhan terbagi menjadi dua yaitu gerak endonom yaitu gerak yang rangsangannya berasal dari dalam tubuh tumbuhan itu sendiri, sedangkan gerak etionom adalah gerak yang rangsangannya berasal dari luar . Gerak Etionom terdiri atas gerak tropisme, gerak taksis dan gerak nasti. Gerak tropisme adalah gerak sebagian tubuh tumbuhan yang arah gerak dipengaruhi oleh arah rangsang, terdiri atas gerak fototropisme (foto=cahaya), geotropism (geo=bumi), dan sebagainya. Gerak taksis adalah gerak seluruh bagian tumbuhan yang arah gerak dipengaruhi arah rangsang, terdiri atas fototaksis (foto=cahaya), kemotaksis (kemo=kimia). Gerak nasti adalah gerak sebagian tubuh tumbuhan yang arah gerak tidak dipengaruhi oleh arah rangsang, terdiri atas seismonasti (seismo=getaran), termonasi (termo=suhu), niktinasti (nikti=malam) dan sebagainya.

D. Tes Formatif

1. Gerakan menutup daun tanaman petai cina saat malam hari disebut gerak...
 - a. Seismonasti
 - b. Niktinasti
 - c. Thermonasti
 - d. Fotonasti
 - e. Kemonasti
2. Gerakan akar menuju pusat bumi tergolong pada gerak...
 - a. Fototropisme
 - b. Geotropisme

- c. Hidrotropisme
 - d. Tigmotropisme
 - e. Kemotropisme
3. Salah satu contoh gerak higrokopis adalah...
 - a. Pecahnya spora tanaman paku
 - b. Menutupnya daun petai Cina di malam hari
 - c. Mekarnya bunga pukul empat
 - d. Menutupnya daun putri malu saat disentuh
 - e. Mekarnya bunga tulip
 4. Gerakan ganggang hijau menuju sumber cahaya disebut gerak...
 - a. Kemotaksis
 - b. Fototaksis
 - c. Kemotropi
 - d. Fototropi
 - e. Fotonasti
 5. Gerak tanaman sulur saat melilit termasuk contoh dari gerak...
 - a. Fototropisme
 - b. Geotropisme
 - c. Hidrotropisme
 - d. Tigmotropisme
 - e. Kemotropisme

E. Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran

1. B
2. B
3. A
4. B
5. D

Pedoman penskoran :

Jawaban benar = 1

Jawaban salah = 0

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor total}} \times 100$$

PROSES FISILOGIS TUMBUHAN

A. Uraian Materi

1. Pertumbuhan dan Perkembangan

Pertumbuhan adalah proses kenaikan volume yang bersifat irreversibel (tidak dapat balik), dan terjadi karena adanya pertambahan jumlah sel dan pembesaran dari tiap-tiap sel. Pada proses pertumbuhan biasa disertai dengan terjadinya perubahan bentuk. Pertumbuhan dapat diukur dan dinyatakan secara kuantitatif. Pertumbuhan dipengaruhi oleh beberapa factor seperti :

- a. Faktor internal : gen dan hormone
- b. Faktor eksternal : nutrisi, suhu, cahaya, air, dan sebagainya

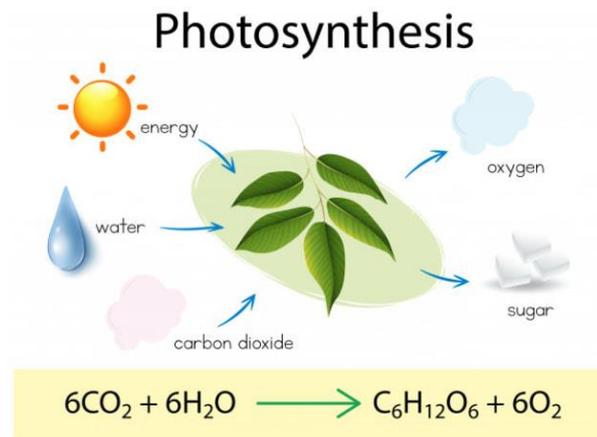
Perkembangan adalah proses menuju dewasa. Proses perkembangan berjalan sejajar dengan pertumbuhan. Berbeda dengan pertumbuhan, perkembangan merupakan proses yang tidak dapat diukur. Dengan kata lain, perkembangan bersifat kualitatif, tidak dapat dinyatakan dengan angka. Organisme disebut telah dewasa apabila telah mampu berkembang biak secara generatif. Pada tumbuhan, hal itu ditandai dengan terbentuknya bunga. Sedang pada manusia dan mamalia lainnya ditandai dengan telah berkembangnya gonade yang menghasilkan sel-sel kelamin (gamet). Pada pria ditandai dengan dimulainya produksi sel sperma oleh testis, dan pada wanita menghasilkan ovum (sel telur) yang dibentuk di ovarium.

2. Fotosintesis

Fotosintesis merupakan salah satu contoh yang paling umum dikemukakan untuk menjelaskan tentang reaksi anabolisme dalam sel. Anabolisme adalah suatu peristiwa perubahan senyawa sederhana menjadi senyawa kompleks, nama lain dari anabolisme adalah peristiwa sintesis atau penyusunan. Anabolisme memerlukan energi misalnya energi cahaya untuk fotosintesis dan energi kimia untuk kemosintesis.

Fotosintesis adalah proses penyusunan atau pembentukan senyawa organik (glukosa) dengan menggunakan energi cahaya atau foton. Sumber energi cahaya alam adalah matahari yang memiliki spektrum cahaya infra merah (tidak kelihatan), merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, ungu dan ultra ungu (tidak kelihatan). Dalam proses fotosintesis, yang digunakan adalah spektrum cahaya tampak, dari ungu sampai merah infra merah dan ultra ungu tidak digunakan dalam fotosintesis.

Dari fotosintesis dihasilkan karbohidrat dan oksigen. Oksigen sebagai hasil sampingan dari fotosintesis, volumenya dapat diukur, oleh sebab itu untuk mengetahui tingkat produksi fotosintesis adalah dengan mengatur volume oksigen yang dikeluarkan dari tubuh tumbuhan. Untuk membuktikan bahwa dalam fotosintesis diperlukan energi cahaya matahari, dapat dilakukan percobaan Ingenhousz.



Gambar 36. Proses Fotosintesis

Fotosintesis dapat berlangsung pada sel tumbuhan yang memiliki pigmen fotosintetik, yaitu pada daun, batang, dan buah yang berwarna hijau. Namun demikian daun merupakan tempat utama berlangsungnya fotosintesis karena di dalam jaringan mesofil daun terdapat jaringan pagar dan jaringan bunga karang. Kedua jaringan tersebut memiliki kloroplas yang mengandung klorofil (pigmen hijau) yang merupakan salah satu pigmen fotosintetik yang mampu menyerap energi cahaya matahari.

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pembentukan klorofil antara lain :

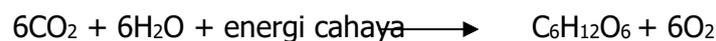
1. Gen, jika gen untuk klorofil tidak ada maka tanaman tidak akan memiliki klorofil.
2. Cahaya, beberapa tanaman dalam pembentukan klorofil memerlukan cahaya, tanaman lain tidak memerlukan cahaya.
3. Unsur N, Mg, Fe, yaitu unsur-unsur pembentuk dan katalis dalam sintesis klorofil
4. Air, bila kekurangan air akan terjadi desintegrasi klorofil.

1. Tahap-tahap Fotosintesis

Fotosintesis dibedakan menjadi dua tahapan seperti berikut ini :

1. Reaksi cahaya (reaksi terang), suatu reaksi yang tidak tergantung suhu, tetapi tergantung cahaya.
2. Reaksi gelap adalah reaksi yang tidak tergantung cahaya tetapi tergantung suhu

Reaksi fotosintesis merupakan reaksi yang sangat kompleks, namun dapat diringkas sebagai berikut :



2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Laju Fotosintesis

Ada beberapa faktor utama yang menentukan laju fotosintesis, antara lain :

1. *Intensitas cahaya*
Laju fotosintesis maksimum ketika banyak cahaya
2. *Konsentrasi karbon dioksida*

Semakin banyak karbondioksida di udara, makin banyak jumlah bahan yang dapat digunakan tumbuhan untuk melakukan fotosintesis.

3. *Suhu*

Enzim-enzim yang bekerja sama dalam proses fotosintesis hanya dapat bekerja pada suhu optimalnya. Umumnya laju fotosintesis meningkat seiring dengan meningkatnya suhu hingga batas toleransi enzim.

4. *Kadar air*

Kekurangan air atau kekeringan menyebabkan stomata menutup, menghambat penyerapan karbondioksida sehingga mengurangi laju fotosintesis.

5. *Kadar fotosinat (hasil fotosintesis)*

Jika kadar fotosinat seperti karbohidrat berkurang, laju fotosintesis akan anik. Bila kadar fotosinat bertambah atau bahkan sampai jenuh, laju fotosintesis akan berkurang.

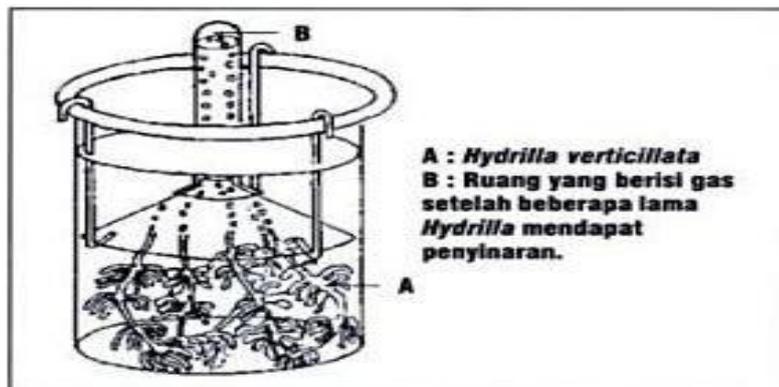
6. *Tahap pertumbuhan*

Penelitian menunjukkan bahwa laju fotosintesis jauh lebih tinggi pada tumbuhan yang sedang berkecambah ketimbang tumbuhan dewasa. Hal ini mungkin dikarenakan tumbuhan berkecambah memerlukan lebih banyak energi dan makanan untuk tumbuh.

3. Percobaan-Percobaan Fotosintesis

a. Percobaan Ingenhouz

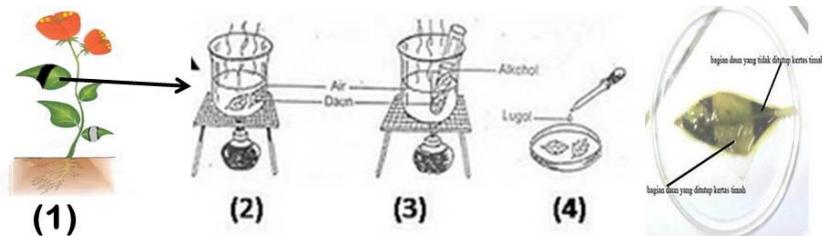
Percobaan Ingenhouz dilakukan untuk membuktikan bahwa fotosintesis menghasilkan oksigen.



Gambar 37. Percobaan Ingenhouz

b. Percobaan Sach

Percobaan sach dilakukan untuk membuktikan bahwa fotosintesis menghasilkan amilum.

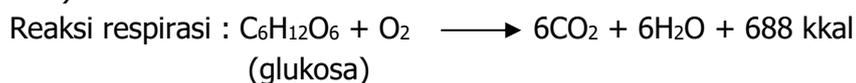


- 1). Daun ditutup alumunium foil
- 2). Daun direbus dalam air untuk mematikan sel tumbuhan
- 3). Daun direbus dalam alkohol untuk melarutkan klorofil
- 4). Daun ditetesi lugol / iodium

Gambar 38. Percobaan Sach

3. Respirasi

Respirasi merupakan salah satu contoh yang paling umum dikemukakan untuk menjelaskan tentang reaksi katabolisme dalam sel. Katabolisme adalah reaksi pemecahan (penguraian) senyawa kimia kompleks yang mengandung energi tinggi menjadi senyawa sederhana yang mengandung energi lebih rendah. Tujuan utama katabolisme adalah untuk membebaskan energi yang terkandung di dalam senyawa sumber, agar dapat digunakan oleh organisme konsumen untuk melaksanakan aktivitas hidupnya. Pada kebanyakan tumbuhan dan hewan respirasi yang berlangsung adalah respirasi aerob, yaitu respirasi yang berlangsung dalam lingkungan cukup oksigen, namun demikian dapat juga terjadi respirasi tanpa oksigen (anaerob). Respirasi semacam itu lebih dikenal dengan fermentasi. Dari hasil akhir yang didapatkan, fermentasi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu fermentasi asam laktat (asam susu) dan fermentasi alkohol.



Respirasi yaitu suatu proses pembebasan energi yang tersimpan dalam zat kimia sumber energi (molekul organik kompleks misalnya glukosa, protein dan lemak) melalui proses kimia dengan menggunakan oksigen. Dari respirasi akan dihasilkan energi kimia dalam bentuk ATP yang diperlukan oleh organisme untuk kegiatan kehidupan, seperti sintesis (anabolisme), gerak dan pertumbuhan. Contohnya adalah respirasi pada molekul glukosa, yang reaksinya digambarkan secara sederhana sebagai berikut :



Reaksi penguraian glukosa sampai menghasilkan energi ditempuh melalui tiga tahap :

- 1) Glikolisis
- 2) Siklus Krebs
- 3) Transpor elektron

4. Reproduksi Tumbuhan

Reproduksi tumbuhan adalah suatu proses dimana tumbuhan memperoleh organisme baru sesuai dengan induknya. Reproduksi tumbuhan dibedakan menjadi dua, yaitu reproduksi secara aseksual (vegetatif) dan reproduksi secara seksual (generatif)

a. Reproduksi Vegetatif

Perkembangbiakan secara vegetatif adalah perkembangbiakan yang terjadi tanpa melalui proses penyerbukan atau pembuahan. Tumbuhan baru yang terbentuk berasal dari pertumbuhan dan perkembangan bagian tubuh tertentu dari induknya. Perkembangbiakan vegetatif dikelompokkan menjadi dua, yaitu perkembangbiakan vegetatif alami dan perkembangbiakan vegetatif buatan.

1. Reproduksi Vegetatif Alami

Reproduksi jenis ini tidak melibatkan campuran tangan manusia. Perkembangbiakan vegetatif alami dapat terjadi melalui umbi batang, umbi lapis, tunas, akar tinggal, umbi akar, geragih, spora, dan tunas adventif

a. Akar Tinggal

Akar tinggal atau rizoma atau rimpang merupakan batang yang tumbuh horizontal menyerupai akar didalam tanah. Dari bagian ini, tumbuh tunas yang menjadi individu baru, misalnya pada bunga tasbih, lengkuas, dan jahe.



Gambar 39. Akar Tinggal Pada Jahe

b. Umbi Batang

Umbi batang atau tuber merupakan cadangan makanan yang disimpan dalam batang dan terletak didalam tanah. Jika umbi ini ditanam, dapat tumbuh tunas menjadi tanaman baru. Contoh tumbuhan yang berkembang biak dengan umbi batang adalah kentang



Gambar 40. Umbi Batang pada Kentang

b. Tunas Adventif

Tunas adventif merupakan tunas yang tumbuh selain dari batang seperti dari daun dan akar contohnya pada cocor bebek.



Gambar 41. Tunas Adventif pada Cocor Bebek

c. Umbi lapis

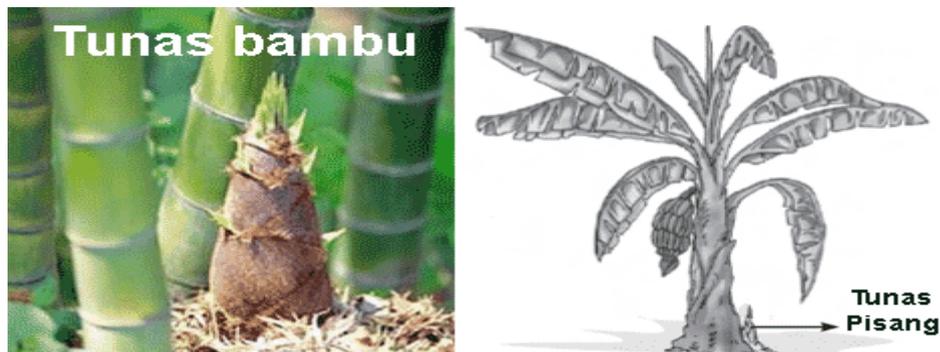
Umbi lapis merupakan lapisan daun berdaging dan berfungsi sebagai makanan cadangan. Di tengah lapisan umbi terdapat tunas. Tunas yang terbentuk di tengah umbi lapis disebut siung. Siung yang terpelihara akan menghasilkan umbi baru yang lebih banyak. Perkembangbiakan dengan umbi lapis terjadi pada bawang merah, bawang putih, bawang daun, bunga bakung, dan bunga lili. Lapis-lapis pada bawang merah itu disebut umbi lapis.



Gambar 42. Umbi Lapis pada Bawang Merah

d. Tunas

Perkembangbiakan dengan tunas artinya tunas dari tumbuhan induk tumbuh menjadi tumbuhan baru. Tunas pohon pisang tumbuh dari pangkal induknya. Tunas tumbuh menjadi pohon pisang baru. Jarak tunas-tunas baru berdekatan dengan induknya sehingga membentuk rumpun pohon pisang. Ada pula tumbuhan lain yang berkembang biak dengan tunas, yaitu bambu dan tebu.



Gambar 43. Tunas Bambu dan Tunas Pisang

e. Umbi Akar

Umbi akar berguna untuk menyimpan cadangan makanan. Umbi akar tidak berkuncup, tidak berdaun, tidak bermata tunas, dan tidak berbuku-buku. Tumbuhan yang berkembang biak dengan umbi akar adalah bunga dahlia dan wortel. Sisa batang pada pangkal umbi dapat memunculkan tunas. Akar tunas baru akan tumbuh dari bagian sisa batang jika umbi akar tersebut ditanam



Gambar 44. Umbi Akar pada Wortel

f. Geragih

Geragih adalah batang horizontal yang menjalar di atas atau di dalam tanah maupun air. Pada buku-buku batangnya tumbuh tunas dan membentuk akar. Setelah beberapa waktu tanaman ini tumbuh memanjang dan menjauhi induknya lalu membengkok ke atas membentuk individu baru. Pada bagian bawah geragih muncul akar serabut, walaupun tetap berhubungan dengan induknya, namun tumbuhan baru itu tidak bergantung pada induknya.



Gambar 45. Geragih pada Stoberi

Geragih yang menjalar di sekitar permukaan tanah disebut Stolon. Di sepanjang stolon dapat tumbuh tunas adventisia (liar), dan masing-masing tunas ini dapat menjadi anakan tanaman. Stolon juga merupakan modifikasi batang sebagaimana rhizome. Berbeda dengan rhizome, stolon menjalar di sekitar permukaan tanah.

h. Spora

Spora adalah sel yang berubah fungsi menjadi alat perkembangbiakan. Ukuran spora sangat kecil dan bentuknya seperti biji. Tumbuhan yang berkembang biak dengan spora yaitu jamur, lumut, dan paku-pakuan



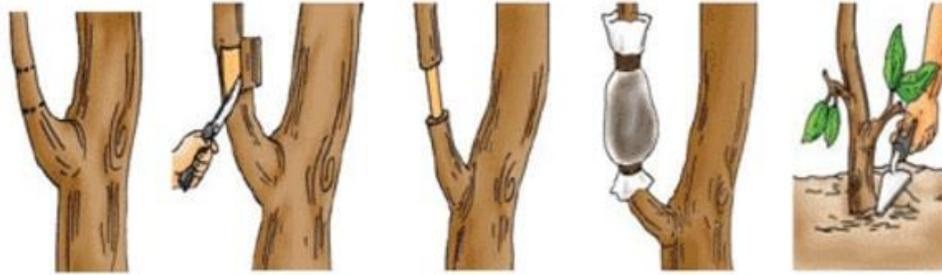
Gambar 46. Spora Tumbuhan Paku

2. Reproduksi Vegetatif Buatan

Reproduksi jenis ini sengaja dilakukan manusia untuk memperoleh tanaman baru yang bersifatnya sama dengan induknya. Tumbuhan baru tersebut diambil dari tanaman induk yang telah tumbuh besar, sehingga tumbuhan baru itu akan cepat menghasilkan dengan sifat yang sama dengan induknya. Berikut ini akan dijelaskan contoh-contoh perkembangan vegetative buatan.

a. Mencangkok

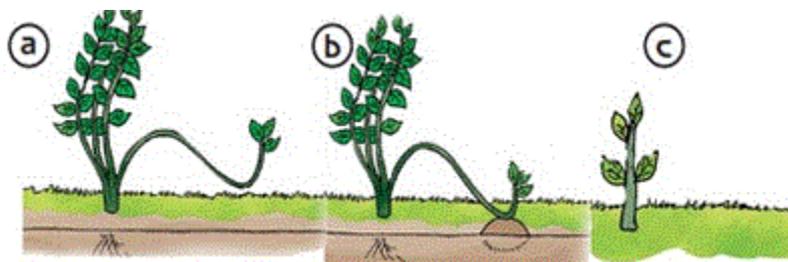
Mencangkok dilakukan pada tanaman dikotil dengan cara membuang sebagian kulit dan kabium secara melingkar pada cabang. Kemudian daerah lukanya dibalut oleh tanah atau media lain dan diikat serta dibiarkan sampai tumbuh akar.



Gambar 47. Proses Mencangkok

b. Merunduk

Cara ini dilakukan dengan merundukan cabang tanaman kebawah sehingga menyentuh permukaan tanah. Batang tersebut ditimbun dengan tanah terutama pada bagian yang memiliki ruas. Pada ruas tersebut akan tumbuh akara dan tunas.



Gambar 48. Merunduk pada Tanaman

c. Menempel

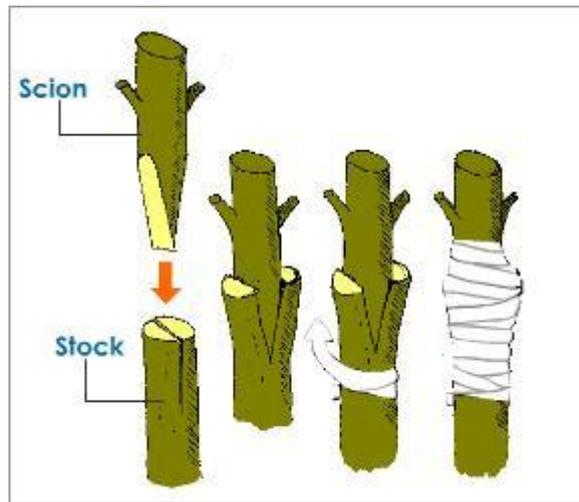
Menempel (Okulasi) dan menyambung bertujuan menggabungkan sifat dua tanaman sejenis atau semarga. Prinsip opulasi adalah emnumbuhan bagian tanaman pada tanaman lain. Biasanya, bagian yang ditempelkan adalah mata tunas.



Gambar 49. Proses Menempel Tanaman

d. Menyambung

Prinsip dalam menyambung adalah memindahkan ujung ranting atau pun ujung cabang suatu tanaman pada bagian ujung ranting tanaman lain. Kemudian, sambungan tersebut diikat.



Gambar 50. Proses Menyambung Tanaman

d. Menyetek

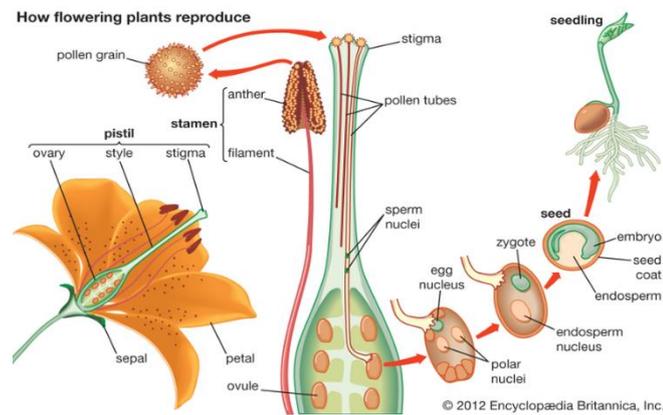
Merupakan cara paling umum dilakukan karena mudah di kerjakan. Kita hanya memotong cabang sekitar 20 cm dan membenamkannya dalam tanah sedalam 5-10 cm. Arah mata tunas sebaiknya menghadap ke atas.

e. Kultur jaringan

Kemajuan ilmu hormon tumbuhan mendorong para ahli pertanian mengembangkan pola produksi vegetative melalui teknik kultur jaringan. Jaringan tersebut diambil dari daun, batang, akar, ataupun bagian tumbuhan lainnya. Melalui teknik ini dapat menghasilkan tumbuhan yang sangat banyak dalam waktu singkat.

b. Reproduksi Generatif

Proses reproduksi seksual memerlukan gamet jantan dan betina yang ada pada bunga. Proses perkawinan tumbuhan berbiji diawali oleh proses penyerbukan dan dilanjutkan dengan proses pembuahan. Penyerbukan merupakan jatuhnya serbuk sari di kepala putik sedangkan pembuahan merupakan peleburan gamet jantan dan gamet betina.



Gambar 51. Reproduksi Generatif pada Tanaman

B. Contoh Soal dan Pembahasan

Apa yang menjadi ciri tumbuhan dikatakan sudah dewasa!

Jawab :

Tumbuhan dikatakan sudah dewasa apabila sudah menghasilkan bunga

C. Rangkuman

Pertumbuhan merupakan proses pertambahan ukuran, volume, massa dan jumlah sel yang bersifat irreversible. Perkembangan merupakan proses menuju kedewasaan. Fotosintesis adalah proses pembentukan zat makanan dengan bantuan cahaya matahari dan klorofil. Fotosintesis membutuhkan air dan karbondioksida dan menghasilkan glukosa serta oksigen. Fotosintesis berlangsung melalui dua tahap reaksi, yaitu reaksi terang dan reaksi gelap. Respirasi yaitu suatu proses pembebasan energi yang tersimpan dalam zat kimia sumber energi (molekul organik kompleks misalnya glukosa, protein dan lemak) melalui proses kimia dengan menggunakan oksigen. Dari respirasi akan dihasilkan energi kimia dalam bentuk ATP yang diperlukan oleh organisme untuk kegiatan kehidupan, seperti sintesis (anabolisme), gerak dan pertumbuhan. Reproduksi tumbuhan terbagi dua menjadi reproduksi vegetative dan generative.

D. Tes Formatif

1. Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan adalah...
 - a. Suhu
 - b. Nutrisi
 - c. Cahaya
 - d. Hormone
 - e. Air

2. Fotosintesis membutuhkan komponen berikut kecuali...
 - a. Cahaya
 - b. Klorofil
 - c. Air
 - d. Karbondioksida
 - e. Oksigen
3. Meneteskan lugol pada uji Sach bertujuan untuk...
 - a. Menguji adanya amilum
 - b. Melarutkan klorofil
 - c. Mematikan sel daun
 - d. Menguji fotosintesis
 - e. Menghancurkan sel daun
4. Uji fotosintesis Ingenhouz bertujuan untuk membuktikan bahwa fotosintesis menghasilkan...
 - a. Karbondioksida
 - b. Oksigen
 - c. Amilum
 - d. Glukosa
 - e. Nitrogen
5. Tumbuhan yang berkembang biak dengan umbi batang adalah...
 - a. Singkong
 - b. Wortel
 - c. Kentang
 - d. Bawang merah
 - e. Stroberi

E. Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran

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

Pedoman penskoran :

Jawaban benar = 1

Jawaban salah = 0

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor total}} \times 100$$

KLASIFIKASI DAN REPRODUKSI HEWAN

A. Uraian Materi

1. Klasifikasi Hewan

Hewan atau disebut juga dengan Binatang adalah salah satu makhluk hidup yang terdapat di muka bumi ini. Hewan didefinisikan sebagai makhluk yang bernyawa dan mampu bergerak atau berpindah tempat serta mampu bereaksi terhadap rangsangan tetapi tidak berakal budi. Di bumi terdapat 2 kelompok besar hewan berdasarkan ada atau tidaknya tulang belakang yaitu Vertebrata dan Invetebrata

1) Vertebrata

Vertebrata adalah jenis hewan yang memiliki tulang belakang atau tulang punggung. Hewan-hewan yang tergolong dalam Vertebrata dibagi lagi menjadi beberapa kelas yakni:

a. Kelas Mamalia

Kelas ini merupakan kelompok hewan yang memiliki kelenjar susu (betina) yang berfungsi untuk menghasilkan susu sebagai sumber makanan anaknya. Hewan Mammalia pada umumnya adalah hewan yang berdarah panas dan bereproduksi secara kawin. Hewan Menyusui atau mammalia ini ada yang hidup di darat dan ada juga hidup di air. Contoh Hewan Mammalia yang hidup di darat seperti Sapi, Domba, Monyet, Rusa, Kuda dan Gajah. Sedangkan Hewan Mammalia yang habitatnya di air seperti Paus, Lumba-lumba dan Duyung.



Gambar 52. Hewan Mammalia

b. Kelas Amfibi

Amfibi bertelur, biasanya dalam air dan bernapas melalui kombinasi paru-paru, insang dan kulit. Mereka tidak bisa mengatur suhu tubuh mereka dan bisa hidup baik, di darat dan di air. Amfibi dibagi menjadi tiga jenis seperti: 1) Caecilian, 2) Katak dan Kodok, dan 3) Salamander.



Gambar 53. Hewan Amphibi

c. Kelas Reptil

Reptil telah menjelajahi bumi sejak sebelum usia Dinosaurus dan beradaptasi dengan baik terhadap perubahan lingkungan. Dinosaurus sebenarnya sekelompok reptil dikenal sebagai Dinosauria. Contoh reptil adalah Aligator, buaya, kadal, ular, kura-kura, dll Meskipun ini adalah hewan bernapas, mereka juga dapat hidup di air, tetapi untuk jangka waktu yang sangat pendek (mereka harus datang di atas permukaan air untuk bernapas). Reptil tidak dapat mengatur suhu tubuh dan mereka bertelur.



Gambar 54. Hewan Reptil

d. Kelas Aves (Burung)

Ada lebih dari 8000 spesies burung dan beberapa contoh nyatermasuk Burung Beo, Burung Pipit, Merpati, Ansa, dan Camar Laut. Ciri khas dari kelompok hewan ini adalah memiliki sayap berbulu, yang memungkinkan mereka untuk terbang, memiliki paruh dan tulang ringan yang membuat kelompok ini cukup ringan untuk terbang. Burung bisa bernapas pada saat terbang dan reproduksinya dengan cara bertelur.



Gambar 55. Hewan Aves

e. Kelas Ikan (Pisces)

Terdapat lebih dari 20.000 spesies ikan. Ikan hidup di air, memiliki insang untuk bernapas, berkembang biak dengan cara bertelur. Tubuh ikan dilapisi dengan sirip. Contoh ikan adalah Ikan Mas, Ikan Koi, Ikan Mujair

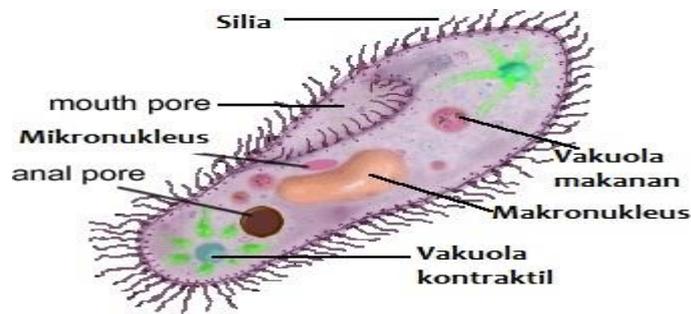


Gambar 56. Hewan Pisces

2) Hewan Invertebrata

Invertebrata adalah jenis hewan yang tidak memiliki tulang belakang atau tulang punggung. Struktur morfologi, sistem pernafasan, sistem pencernaan dan sistem peredaran darah Hewan Invertebrata lebih sederhana jika dibandingkan dengan hewan jenis Vertebrata. Hewan yang termasuk dalam golongan Hewan Invertebrata antara lain :

- 1. Filum Protozoa**, yaitu hewan yang bersel satu yang hidup di dalam air. Bentuk tubuh Protozoa sangat kecil yaitu berkisar antara 10-50 μm tetapi ada juga yang memiliki bentuk tubuh hingga 1mm. Sumber makanan Protozoa adalah hewan dan tumbuhan. Berdasarkan alat geraknya, Protozoa terbagi menjadi 4 kelas yaitu Kelas Rhizopoda (berkaki semu), kelas Flagellata (berbulu cambuk), kelas Ciliata (berambut getar), dan kelas Sporozoa (berspora).



Gambar 57. Flagellata

- 2. Filum Porifera** atau hewan berpori, yaitu hewan air yang hidup di laut dengan bentuk tubuh seperti tumbuhan atau tabung berpori yang melekat pada suatu dasar laut dan dapat berpindah tempat dengan bebas. Sumber makanan Porifera adalah Bakteri dan Plankton. Filum Porifera terbagi menjadi 3 kelas yaitu Kelas Corcorea, kelas Hexactinelida dan Kelas Demospangia.



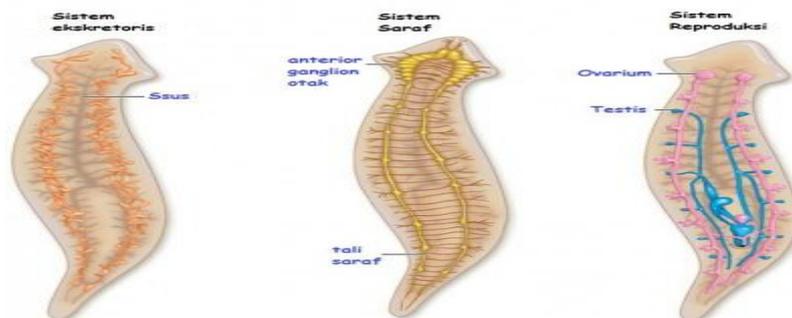
Gambar 58. Hewan Spons

- 3. Filum Coelenterata** yaitu hewan yang memiliki rongga tubuh gastrovaskuler dan memiliki sel penyengat yang dinamai knidosit yang digunakan untuk menangkap mangsa dan membela diri. Terdiri dari 3 kelas yaitu Hydrozoa, Anthozoa dan Schphozoa/



Gambar 59. Ubur-ubur

4. Filum Platyhelminthes atau Cacing Pipih, yaitu hewan yang berbentuk cacing dengan tubuh pipih dan tidak bersegmen. Cacing pipih ini pada umumnya hidup di sungai, laut, danau ataupun sebagai parasit di tubuh organisme lain. Terdapat 3 kelas dalam filum Platyhelminthes yaitu Turbellaria (cacing berambut getar), Trematoda (Cacing Isap) dan Cestoda (cacing pita).



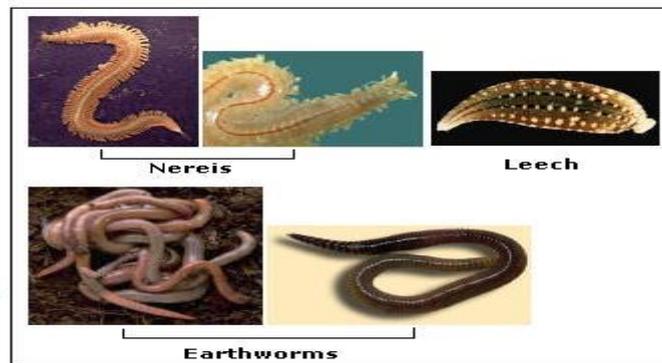
Gambar 60. *Planaria sp*

5. Filum Nematoda (Cacing Gilik), yaitu cacing yang berbentuk gilik. Kedua ujung tubuh Filum Nematoda berbentuk runcing dan sedangkan tengahnya bulat. Contoh Cacing Gilik diantaranya seperti cacing tambang, cacing askaris dan cacing filaria.



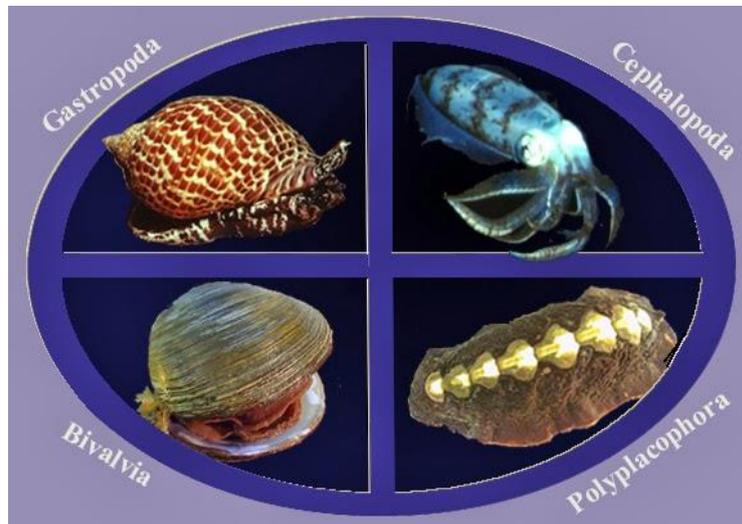
Gambar 61. Cacing gilig

6. Filum Annelida (Cacing Gelang), yaitu cacing yang tubuhnya terdiri atas segmen-segmen seperti gelang dengan berbagai sistem organ yang baik dengan sistem peredaran darah tertutup. Filum Annelida terbagi menjadi 5 kelas yaitu Polychaeta (berambut banyak), Oligochaeta (berambut sedikit atau tidak ada rambut sama sekali), dan Hirudinea (menghisap darah). Contoh cacing jenis Filum Annelida diantaranya seperti cacing tanah, cacing pasir, cacing kipas dan lintah.



Gambar 62. Berbagai macam Annelida

7. Filum Mollusca (Filum Moluska), yaitu hewan yang bertubuh lunak baik dilindungi oleh cangkang maupun yang tidak dilindungi oleh cangkang. Cangkang Filum Mollusca terdiri dari bahan kalsium (zat kapur). Filum Mollusca terdiri dari 3 kelas yakni Bivalvia (memiliki 2 buah cangkang seperti kerang, tiram dan simping), Gastropoda (Siput baik yang bercangkang ataupun tidak), Cephalophoda (Gurita dan cumi-cumi), Polyplacophora.



Gambar 63. Berbagai Macam Mollusca

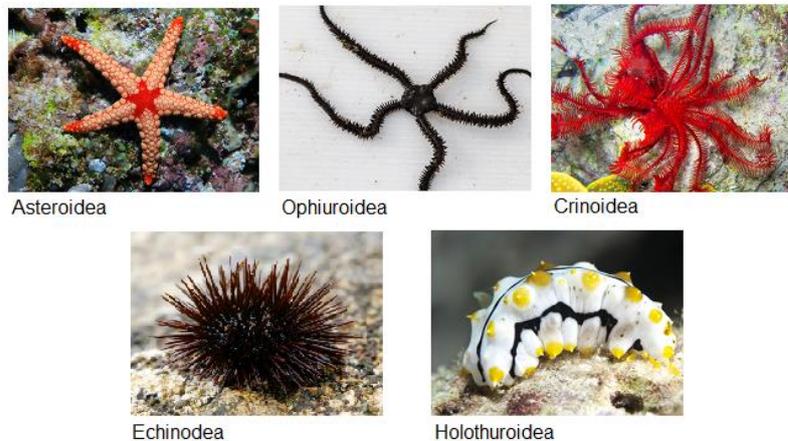
8. **Filum Artropoda**, yaitu filum bertubuh segmen yang biasanya bersatu menjadi dua atau tiga daerah yang jelas, anggota tubuh bersegmen berpasangan dan simetri bilateral. Filum Artropoda juga dikenal dengan sebutan hewan berbuku-buku. Filum Artropoda terbagi menjadi beberapa kelas, diantaranya adalah Arachnoidea (laba-laba, tungau, kalajengking), Insecta (Serangga), Myriapoda (Berkaki banyak), Crustasea (kepiting, lobster, udang).



Gambar 64. Berbagai Macam Arthropoda

9. Filum Echinodermata

Filum Echinodermata terdiri dari hewan seperti asterias (bintang ikan), Echinus (landak laut), Holothuria (teripang) dan Antedon (bintang bulu). Sebagian besar hewan ini adalah makhluk laut dengan tubuh simetris yang baik berbentuk bintang, bulat atau memanjang. Sebagian besar dari mereka memiliki eksoskeleton berduri dan sebagian besar tidak memiliki kepala yang sejati. Pergerakan dicapai dengan bantuan kaki tubed dan kedua jenis kelamin terpisah.



Gambar 65. Berbagai Macam Echinodermata

2. Reproduksi Hewan

Hewan bereproduksi melalui dua cara yaitu secara aseksual dan seksual.

1. Reproduksi Aseksual

Reproduksi aseksual merupakan perkembangbiakan tanpa perkawinan dan melibatkan satu induk dan tidak melalui peleburan gamet. Ada beberapa cara reproduksi vegetatif

- a) Membelah diri
- b) Fragmentasi
- c) Pertunasan

2. Reproduksi Seksual

Reproduksi seksual terjadi melalui peleburan (fertilisasi) gamet jantan dan gamet betina. Ada dua jenis fertilisasi

- a) Fertilisasi Eksternal
- b) Fertilisasi Internal

Ada 3 cara perkembangbiakan janin pada makhluk hidup

- a) Ovipar
- b) Ovovivipar
- c) Vivipar

B. Contoh Soal dan Pembahasan

Tuliskan ciri utama dari kingdom animalia (hewan)

Jawab :

Kingdom animalia (hewan) mempunyai ciri sel eukariotik, multiseluler, tidak berdinding sel, heterotroph serta dapat bergerak aktif.

C. Rangkuman

Hewan didefinisikan sebagai makhluk yang bernyawa dan mampu bergerak atau berpindah tempat serta mampu bereaksi terhadap rangsangan. Hewan (Animalia) terdiri atas kelompok vertebrata (bertulang belakang) dan kelompok invertebrata (tidak bertulang belakang). Vertebrata terdiri atas 5 kelas yaitu kelas Pisces (Ikan), kelas Amphibi (hidup di dua alam), kelas Reptilia (hewan melata), kelas Aves (Unggas), dan kelas Mammalia (hewan menyusui). Invertebrata terdiri atas filum Porifera (hewan berpori), filum Coelenterata (hewan berongga), filum Platyhelminthes (cacing pipih), filum Nematelminthes (cacing gilig), filum Annelida (cacing beruas-ruas), filum Mollusca (bertubuh lunak), filum Arthropoda (kaki beruas-ruas) dan filum Echinodermata (berkulit duri).

D. Tes Formatif

1. Hewan yang hidup di dua alam merupakan ciri utama dari kelas...
 - a. Mammalia
 - b. Aves
 - c. Reptil
 - d. Amfibi
 - e. Pisces
2. Ciri utama dari kelas Mammalia adalah...
 - a. Memiliki kelenjar susu
 - b. Melahirkan
 - c. Memiliki daun telinga
 - d. Bernafas dengan paru-paru
 - e. Memiliki empat tungkai
3. Ubur-ubur tergolong ke dalam filum...
 - a. Porifera
 - b. Coelenterate
 - c. Platyhelminthes
 - d. Nematoda
 - e. Annelida
4. Ciri utama dari kelas Insecta adalah...
 - a. Memiliki kaki 4 pasang
 - b. Memiliki kaki 3 pasang
 - c. Memiliki kaki banyak
 - d. Memiliki kaki 5 pasang
 - e. Tidak memiliki kaki
5. Fertilisasi eksternal terjadi pada hewan...
 - a. Kucing
 - b. Tikus
 - c. Ikan mas
 - d. Ular
 - e. Cicak

E. Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran

1. D

2. A
3. B
4. B
5. C

Pedoman penskoran :

Jawaban benar = 1

Jawaban salah = 0

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor total}} \times 100$$

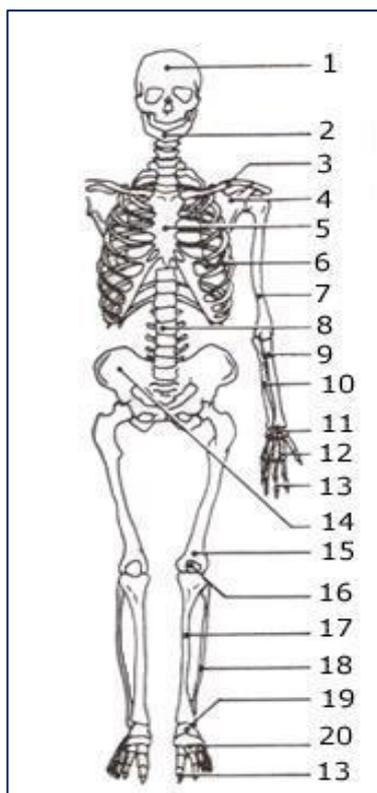
SISTEM GERAK MANUSIA

A. Uraian Materi

1. Sistem Rangka

a. Pengertian Sistem Rangka Manusia

Sistem rangka adalah suatu sistem organ yang memberikan dukungan fisik pada makhluk hidup. Rangka manusia terdiri dari kumpulan tulang-tulang yang saling berkoordinasi satu sama lain membentuk system rangka. Susunan tulang-tulang penyusun tubuh manusia dapat dilihat pada gambar di bawah ini



1. Cranium (tengkorak)
2. Mandibula (tulang rahang)
3. Clavicula (tulang selangka)
4. Scapula (tulang belikat)
5. Sternum (tulang dada)
6. Rib (tulang rusuk)
7. Humerus (tulang pangkal lengan)
8. Vertebra (tulang punggung)
9. Radius (tulang lengan)
10. Ulna (tulang hasta)
11. Carpal (tulang pergelangan tangan)
12. Metacarpal (tulang telapak tangan)
13. Phalanges (ruas jari tangan dan jari kaki)
14. Pelvis (tulang panggul)
15. Femur (tulang paha)
16. Patella (tulang lutut)
17. Tibia (tulang kering)
18. Fibula (tulang betis)
19. Tarsal (tulang pergelangan kaki)
20. Metatarsal (tulang telapak kaki)

Gambar 66. Sistem Rangka Manusia

b. Fungsi Rangka Tubuh Manusia

Kerangka manusia tersusun dari tulang-tulang, tulang-tulang yang menyusun tubuh manusia mempunyai bentuk yang beranekaragam baik tulang yang panjang maupun tulang pendek, sesuai dengan kedudukannya dalam tubuh serta fungsinya. Secara umum fungsi rangka manusia diantaranya ialah :

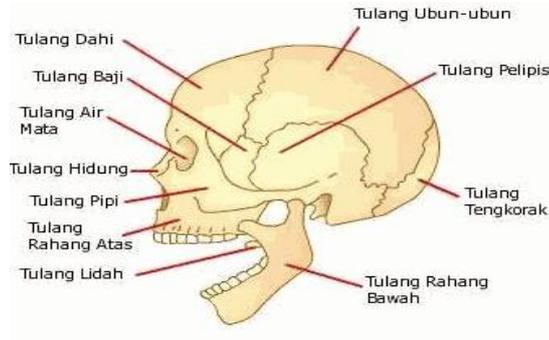
1. Menegakkan dan menompang tubuh.
2. Untuk memberikan bentuk keseluruhan bagi tubuh.
3. Melindungi organ-organ tubuh yang lunak seperti otak, jantung, dan paru-paru.
4. Untuk bergerak ketika dikehendaki otot.

5. Tempat pembentukan sel-sel darah.

c. Bagian-Bagian Rangka Manusia

Menurut tempatnya, rangka tubuh manusia terdiri atas tiga kelompok, yaitu:

1) Rangka Kepala



Gambar 67. Rangka Kepala

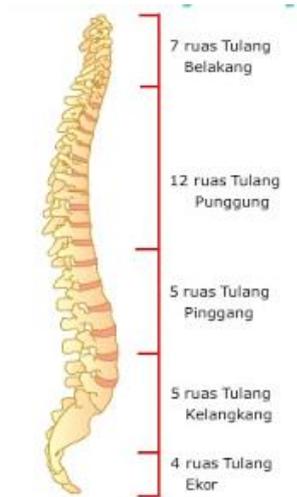
Rangka Kepala dikenal dengan nama tengkorak. Rangka tulang kepala berbentuk bulat, disusun oleh tulang-tulang yang berbentuk pipih. Tulang-tulang ini bersatu membentuk sendi tetapi tidak dapat digerakkan. Tulangnya keras yang berguna untuk melindungi otak. Otak merupakan bagian tubuh manusia yang amat penting dan sangat lunak. Rangka kepala (tengkorak) meliputi tulang tengkorak wajah.

Tulang-tulang yang menyusun rangka kepala adalah:

- a. Tulang Dahi
- b. Tulang Ubun-ubun
- c. Tulang Pelipis
- d. Tulang Tengkorak
- e. Tulang Baji
- f. Tulang Air Mata
- g. Tulang Pipi
- h. Tulang Hidung
- i. Tulang Rahang Atas
- j. Tulang Rahang Bawah
- k. Tulang Lidah

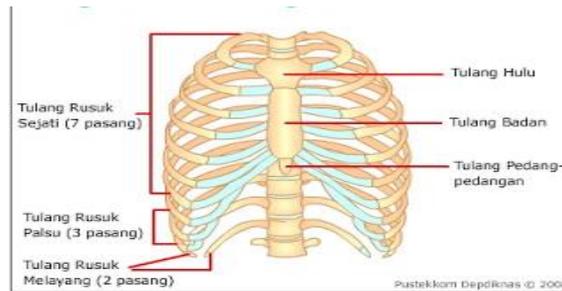
2) Rangka Badan

Rangka badan tersusun mulai dari tulang leher sampai tulang ekor. Tulang leher dibentuk oleh tujuh (7) ruas tulang. Tulang leher bersambungan dengan tulang punggung hingga tulang ekor. Tulang punggung hingga tulang ekor dibentuk oleh 26 ruas tulang. Jadi, jumlah ruas tulang leher sampai tulang ekor adalah 33 ruas tulang. Tiga puluh tiga tulang ini disebut juga tulang belakang.



Gambar 68. Ruas-Ruas Tulang Belakang

Pada bagian depan, tulang-tulang rusuk melekat ke tulang dada. Tulang rusuk terdiri atas 7 pasang tulang rusuk sejati, 3 pasang tulang rusuk palsu, dan 2 pasang tulang rusuk melayang. Tulang dada terdiri atas tiga bagian, yaitu tangkai atau hulu, badan, dan tajuk pedang. Tulang rusuk dan tulang dada membentuk tulang dada.



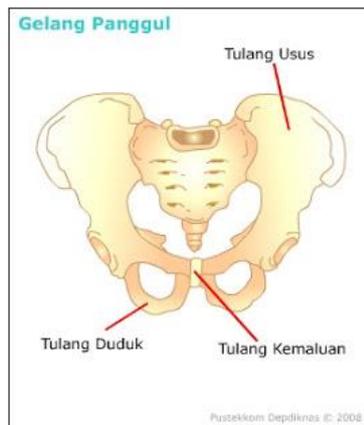
Gambar 69. Tulang Rusuk dan dada

Di atas rongga dada terdapat rangka bahu. Bahu dibentuk oleh tulang selangka dan tulang belikat.



Gambar 70. Tulang Gelang Bahu

Di badan bagian bawah terdapat rangka panggul (gelang panggul). Gelang panggul (pinggul) dibentuk oleh tulang pinggul dan tulang kemaluan.



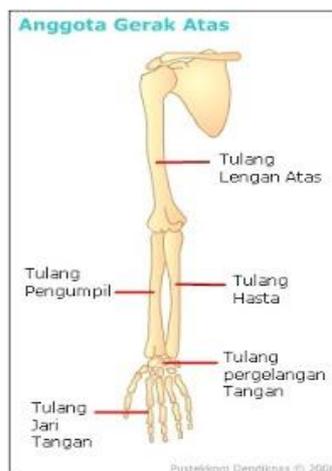
Gambar 71. Tulang Gelang Panggul

3) Rangka Anggota Gerak

Rangka anggota gerak terdiri dari anggota gerak atas dan anggota gerak bawah. Anggota gerak atas disebut juga dengan lengan (tangan). Anggota gerak bawah disebut juga kaki.

Anggota gerak atas (lengan) terdiri dari :

- a. tulang pengumpil
- b. tulang lengan atas
- c. tulang hasta
- d. tulang pergelangan tangan
- e. Tulang telapak tangan
- f. ruas-ruas jari tangan



Gambar 72. Tulang Anggota Gerak Atas

Anggota gerak bawah (kaki) terdiri dari :

- a. tulang paha
- b. tulang tempurung lutut

- c. tulang kering
- d. tulang betis tulang pergelangan kaki tulang telapak kaki
- e. ruas-ruas jari kaki



Gambar 73. Tulang Anggota Gerak Atas

d. Jenis-jenis Tulang

1) Tulang Rawan

Tulang rawan merupakan rangka penyangga tahapan embrio manusia. Namun setelah dewasa, sebagian besar tulang rawan berkembang menjadi tulang keras. Pada manusia dewasa, tulang rawan hanya terdapat pada bagian yang memerlukan elastisitas, seperti daun telinga, cuping hidung, dan cincin trakea. Tulang rawan terdiri atas anyaman serat dimana terdapat sel-sel tulang rawan (kondrosit) yang membuat matriks kondrn. Matriks tulang rawan tersusun atas serat kolagen dan kompleks protein-karbohidrat yang disebut kondroitin. Gabunga serat kolagen dan kondroitin membuat tulang rawan menjadi kuat dan fleksibel. Ada tiga jenis tulang rawan, yaitu hialin, elastic, dan fibrosa.

a) Tulang Rawan Hialin

Tulang rawan hialin merupakan bentuk tulang rawan terbanyak. Tulang rawan hialin mempunyai matriks yang homogeny dan bersifat halus serta transparan. Tulang rawan hialin terdapat pada cincin batang tenggorokan (trakea), cuping hidung, persendian, serta antara tulang rusuk dan tulang dada.

b) Tulang Rawan Elastis

Tulang rawan elastic bersifar lentur, matriksnya mengandung serat elastic yang bercabang-cabang. Tulang rawan elastic terdapat pada epiglottis dan bagian luar telinga.

c) Tulang Rawan Fibrosa

Tulang rawan fibrosa bersifat kurang lentur, matriksnya mengandung serat kolagen yang tidak teratur. Tulang rawan fibrosa terdapat pada antarruas tulang belakang.

2) Tulang Keras

Rangka yang menyokong sebagian besar tubuh manusia dewasa terbuat dari tulang keras. Bagian luar tulang keras dilapisi oleh periosteum yang merupakan tempat melekatnya

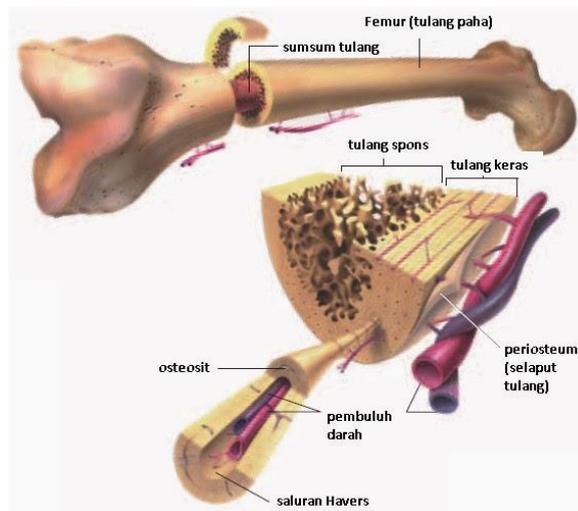
otot. Sel tulang keras disebut osteosit. Sel-sel tulang keras membentuk lingkaran konsentris berlapis-lapis.

Disekeliling sel tulang keras, terdapat matriks tulang keras. Matriks tulang keras tersusun atas matriks kolagen dan mineral yang keras terdiri atas ion kalsium, magnesium, dan fosfat. Kombinasi mineral yang keras dan matriks kolagen yang fleksibel membuat tulang membentuk lingkaran konsentris yang disebut lamela. Lingkaran sel dan matriks keras mengelilingi saluran havers.

Di dalam saluran havers, terdapat pembuluh darah yang merupakan penyuplai zat makanan bagi sel tulang keras. Tiap sel tulang keras dihubungkan dengan sel tulang keras lainnya dan saluran havers oleh kanalikuli. Sel tulang keras mendapatkan oksigen, makanan, dan membuang limbah melalui kanalikuli. Saluran havers, lingkaran sel dan lingkaran matriks tulang keras membentuk system havers.

Didalam tulang keras terdapat sumsum tulang yang berisi sumsum kuning atau sumsum merah. Sumsum kuning berfungsi untuk penimbunan lemak. Sumsum merah berfungsi sebagai tempat pembuatan sel darah.

Pembentukan dan perusakan tulang diatur oleh adanya kalsium, fosfat, vitamin D, hormone kalsitonin, dan hormon paratiroid



Gambar 74. Sistem Havers

Berdasarkan sifat matriksnya, tulang keras dibedakan menjadi dua, yaitu Tulang kompak dan tulang spons.

1. Tulang kompak

Tulang kompak merupakan tulang dengan matriks yang bersifat padat dan rapat, misalnya lapisan luar tulang pipa.

2. Tulang spons

Tulang spons memiliki matriks berongga, misalnya tulang pipih dan tulang pendek.

e. Bentuk Tulang pada Manusia

Tulang-tulang yang menyusun tubuh kita sangat banyak jumlahnya. Berdasarkan bentuknya, tulang penyusun tubuh kita dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu tulang pipa, tulang pendek, tulang pipih, dan tulang tidak beraturan. Berikut beberapa bentuk dan contoh tulang manusia

1) Tulang Pipa

Tulang ini memiliki bentuk sesuai namanya, berbentuk pipa. Tulang ini memiliki bentuk memanjang dan tengahnya berlubang. Contohnya adalah tulang paha, tulang betis, tulang ruas jari, dan tulang lengan.

2) Tulang Pendek.

Tulang pendek memiliki bentuk sesuai dengan namanya berbentuk pendek. Tulang ini bersifat ringan dan kuat. Meskipun tulang ini pendek, tulang ini mampu menahan beban yang cukup berat. Contohnya adalah tulang pergelangan tangan, ruas tulang belakang, tempurung lutut, telapak tangan, dan telapak kaki

3) Tulang Pipih.

Tulang ini memiliki bentuk pipih seperti pelat. Contoh dari tulang pipih adalah tulang belikat, tulang panggul, tulang penyusun tengkorak, tulang rusuk, dan tulang dada.

4) Tulang tidak Beraturan.

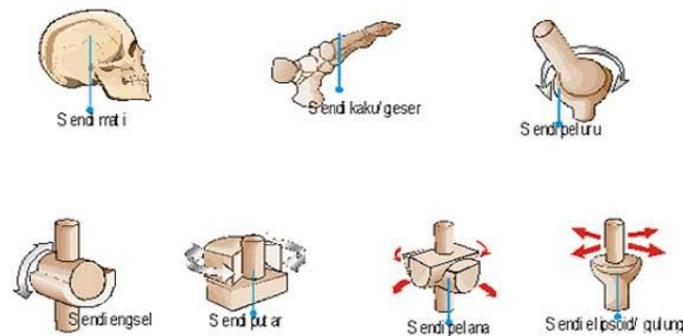
Tulang jenis ini merupakan gabungan dari berbagai bentuk tulang. Contohnya adalah tulang wajah dan tulang yang terdapat pada ruas-ruas tulang belakang.

f. Persendian

Tulang-tulang pembentuk rangka tubuh manusia saling berhubungan satu dengan yang lain. Hubungan antar tulang ini disebut sendi atau *artikulasi*. Tulang-tulang pada sendi tetap berada ditempatnya karena diikat oleh jaringan ikat sendi (*ligament*). Adanya ligament memungkinkan terjadinya gerakan dan untuk membatasi gerakan. Berdasarkan sifat gerakannya, sendi dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

1. Sendi mati (*sinartrosis*), yaitu persendian yang tidak dapat digerakkan karena terbentuk dari hubungan antar tulang yang erat seperti satu tulang. Contohnya: persendian pada tulang tengkorak dan gelang panggul.
2. Sendi kaku (*amfiartrosis*), yaitu persendian yang memungkinkan terjadinya sedikit gerakan (gerakan terbatas). Contohnya: persendian pada tulang pergelangan tangan, tulang pergelangan kaki, antara tulang rusuk dan tulang dada, antara ruas-ruas tulang belakang, serta antara tulang belakang dan tulang rusuk.
3. Sendi gerak (*dartrosis*), yaitu persendian yang memungkinkan terjadinya gerakan yang lebih bebas (satu arah, dua arah, dan segala arah). Pada kedua ujung tulang yang saling berhubungan terbentuk rongga sendi yang berisi minyak sendi (*cairan sinovial*). Cairan ini dihasilkan oleh membrane *synovial* yang melapisi persendian. Menurut arah gerakannya, sendi gerak dibedakan menjadi lima macam, yaitu:
 - a. Sendi peluru, yaitu persendian yang memungkinkan terjadinya gerakan kesegala arah. Contohnya: persendian antara tulang paha dan tulang gelang panggul serta persendian antara tulang-tulang lengan atas dan tulang gelang bahu.

- b. Sendi engsel, yaitu persendian yang memungkinkan terjadinya gerakan satu arah. Contohnya: persendian pada siku, lutut dan antara ruas-ruas tulang jari.
- c. Sendi putar, yakni persendian yang memungkinkan terjadinya gerakan berputar. Contohnya: persendian antara tulang hasta dan pengumpil serta antara tulang pemutar dan tulang atlas yang menyebabkan kepala dapat berputar.
- d. Sendi geser, yaitu persendian yang memungkinkan terjadinya gerakan bergeser. Kedua ujung tulang permukaannya datar dan rata. Contohnya: persendian yang terdapat pada tulang-tulang pergelangan tangan dan ruas-ruas tulang belakang.
- e. Sendi pelana, yakni persendian yang memungkinkan terjadinya gerakan dua arah atau gerakan seperti orang naik kuda. Contohnya: persendian antara tulang ibu jari dan tulang telapak tangan serta antara tulang telapak tangan dan pergelangan tangan.



Gambar 75. Jenis-Jenis Persendian

g. Gangguan-gangguan pada Rangka

Gangguan pada sistem rangka manusia dapat terjadi karena ada gangguan secara fisiologis, gangguan persendian, dan gangguan kedudukan tulang belakang.

1) Gangguan Fisiologis

Gangguan fisiologis pada tulang dapat disebabkan oleh kelainan fungsi hormon dan vitamin. Gangguan fisiologis pada tulang dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a) Osteoporosis
Osteoporosis adalah kondisi di mana tulang rapuh. Keropos dan mudah patah. Umumnya osteoporosis disebabkan oleh hormone jantan / betina yang kurang sempurna atau akibat kekurangan asupan kalsium untuk tulang.
- b) Rakhitis
Rakhitis adalah pelunakan dan melemahnya tulang pada anak-anak, biasanya karena kekurangan vitamin D yang ekstrim dan berkepanjangan. Vitamin D sangat penting dalam penyerapan kalsium dan fosfor dari saluran pencernaan, yang dibutuhkan anak-anak untuk membangun tulang yang kuat.
- c) Mikrosefalus
Mikrosefalus adalah suatu kondisi medis dimana lingkaran kepala lebih kecil dari ukuran normal karena otak tidak berkembang dengan baik atau telah berhenti

tumbuh. Mikrosefalus nampak pada saat kelahiran atau mungkin berkembang dalam beberapa tahu pertama kehidupan

2) Gangguan persendian

Gangguan persendian dapat terjadi karena sendi tidak berfungsi dengan normal. Jenis gangguan sendidikelompokkan menjadi 3 yaitu sebagai berikut :

a) Dislokasi

Dislokasi adalah terlepasnya kompresi jaringan tulang dari kesatuan sendi. Dislokasi ini dapat hanya komponen tulangnya saja yang bergeser atau terlepasnya seluruh komponen tulang dari tempat yang seharusnya (dari mangkuk sendi).

b) Terkilir (keseleo)

Terkilir merupakan tertariknya ligamen sendi karena gerakan tiba-tiba atau gerakan yang tidak biasa dilakukan. Terkilir menyebabkan timbulnya rasa sakit disertai peradangan pada daerah sendi.

c) Arthritis

Arthritis adalah peradangan pada satu atau lebih persendian, yang disertai dengan rasa sakit, kebengkakan, kekakuan, dan keterbatasan bergerak. Arthritis dapat terjadi akibat infeksi maupun tanpa infeksi.

3) Gangguan Tulang Belakang

Gangguan pada tulang belakang terjadi karena adanya perubahan posisi tulang belakang, sehingga menyebabkan perubahan kelengkungan batang tulang belakang. Gangguan yang disebabkan oleh kelainan tulang belakang dikelompokkan menjadi empat kelompok, yaitu :

a) Skoliosis

Skoliosis adalah melengkungnya tulang belakang kearah samping, mengakibatkan tubuh melengkung kearah kanan dan kiri

b) Kifosis

Kifosis adalah perubahan kelengkungan pada tulang belakang secara keseluruhan sehingga orang menjadi bengkok

c) Lordosis

Lordosis adalah melengkungnya tulang belakang di daerah tumpul atau pinggang kearah depan sehingga kepala tertarik kearah belakang

d) Subluksasi

Subluksasi adalah gangguan tulang belakang pada segmen leher sehingga posisi kepala tertarik kearah kiri atau kanan

2. Sistem Otot

a) Fungsi Otot

Otot mempunyai beberapa fungsi diantaranya sebagai berikut :

1. Sebagai alat gerak aktif

Otot penggerak rangka (otot rangka = daging), otot penggerak makanan dalam saluran pencernaan dan aliran darah dalam pembuluh darah (otot polos), otot pemompa darah (otot jantung)

2. Melindungi tubuh dari benturan

3. Penyimpan cadangan makanan (glikogen=gula otot)

4. Memberikan bentuk luar tubuh, bersama-sama rangka

b) Karakteristik Kerja Otot

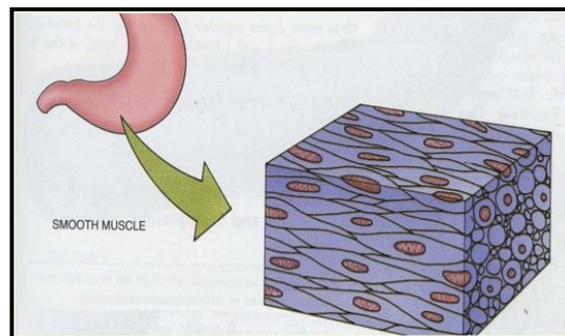
1. Kontraktibilitas
Kemampuan otot untuk mengadakan perubahan menjadi lebih pendek dari ukuran semula
2. Ekstensibilitas
Kemampuan otot untuk berelaksasi/memanjang dari ukuran semula
3. Elastisitas
Kemampuan otot untuk kembali ke ukuran semula setelah berkontraksi atau ekstensi. Pada saat kembali pada ukuran semula, otot dikatakan dalam keadaan relaksasi

c) Jenis-Jenis Otot

Pada mamalia, jaringan otot dapat dibedakan atas tiga jenis, yaitu:

1) Otot polos

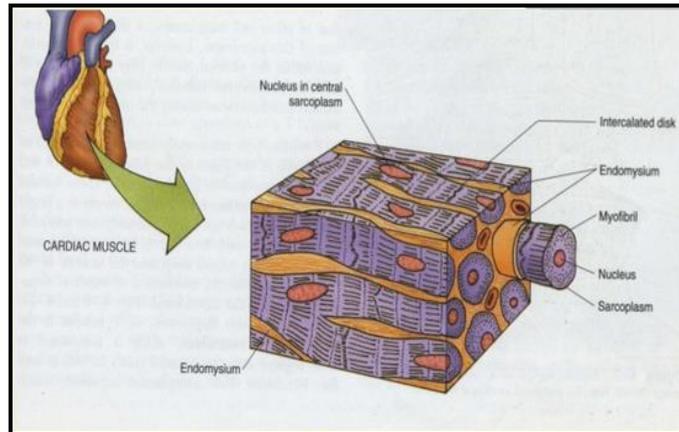
Otot polos terdiri dari sel seperti kumparan panjang (30-200 um). Setiap sel memiliki satu nucleus pipih, terletak di bagian tengah. Pada otot polos terdapat saraf simpatis dan parasimpatis dari sistem otonom. Pada umumnya otot polos terdapat pada dinding saluran pencernaan, uterus dan ureter. Otot polos mempunyai aktivitas secara spontan, tidak dipengaruhi oleh system saraf pusat.



Gambar 76. Otot Polos

2) Otot jantung

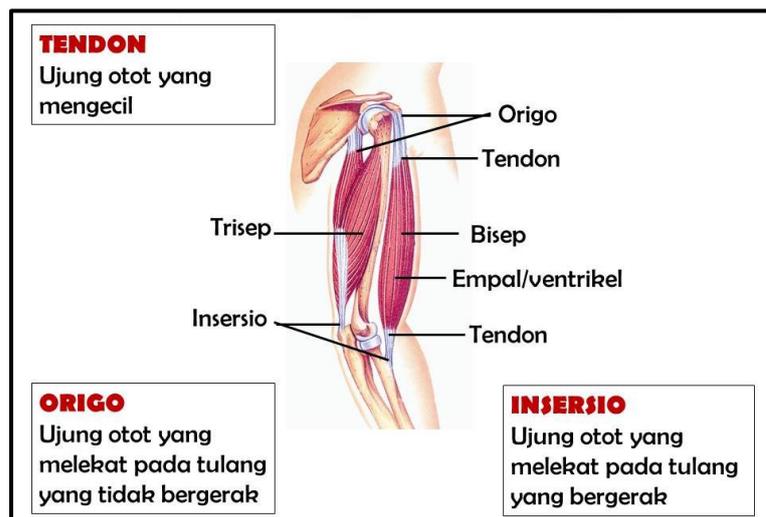
Otot jantung memperlihatkan pola sel bergaris melintang seperti otot rangka. Beda strukturnya dengan otot rangka adalah setiap sel mempunyai satu atau dua nucleus yang terletak di tengah. Kegiatan otot jantung sama dengan otot polos, tanpa dipengaruhi sistem saraf pusat.



Gambar 77. Otot Jantung

3) Otot lurik

Otot rangka bergaris melintang, terdiri dari berkas-berkas sel silindris yang panjang (sampai 4 cm) berinti banyak dengan diameter 10-100 cm dan disebut serabut otot. Inti sel berbentuk bujur telur biasanya ditemukan di pinggir sel. Otot rangka bergaris melintang, terdiri dari berkas-berkas sel silindris yang panjang (sampai 4 cm) berinti banyak dengan diameter 10-100 cm dan disebut serabut otot. Inti sel berbentuk bujur telur biasanya ditemukan di pinggir sel.



Gambar 78. Bagian-Bagian Otot Lurik

Selanjutnya perbedaan otot polos, otot jantung dan otot lurik dapat dilihat pada table di bawah ini.

Tabel 1. Perbedaan Otot Polos, Otot Rangka dan Otot Jantung

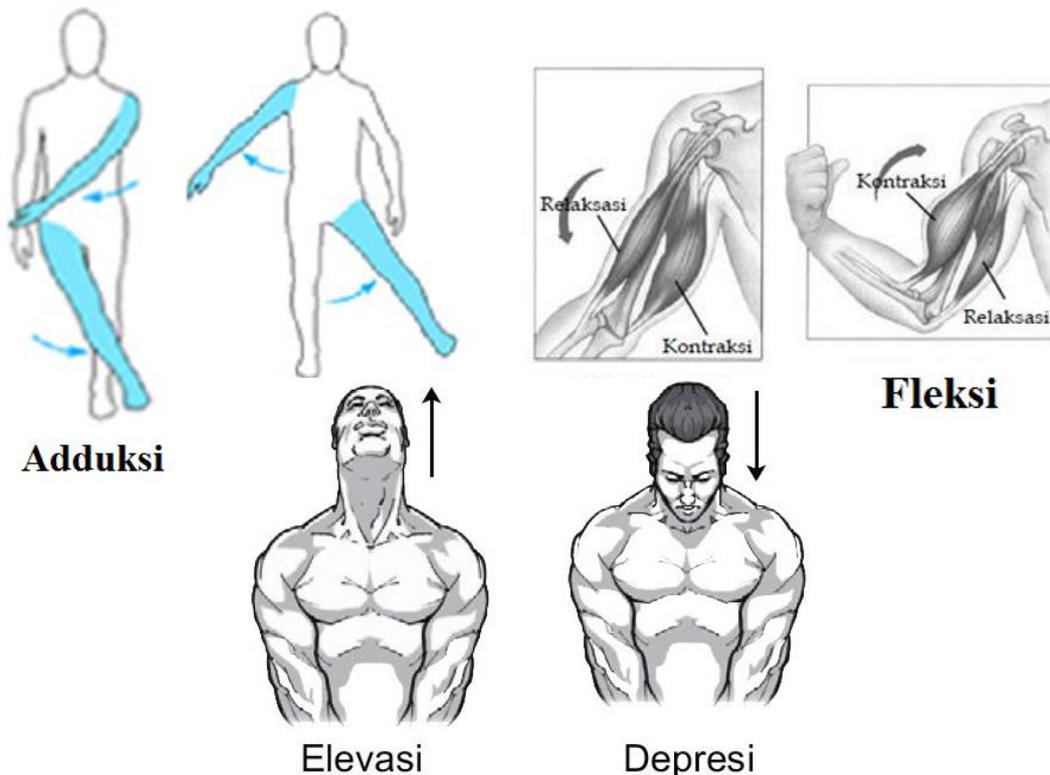
Jenis	Otot Polos	Otot Rangka	Otot Jantung
Bentuk	Gelendong	Serabut / silinder,	Serabut, bercabang
Nukleus	Satu di tengah	Banyak di tepi	Satu di tengah
Sifat kerja	Involunter, tidak cepat lelah	Volunter/sadar, mudah lelah	Involunter, tidak cepat lelah
Lokasi	Saluran : pencernaan, reproduksi. Pembuluh darah	Melekat pada rangka.	Jantung

d) Cara Kerja Otot

1) Gerak antagonis

Otot-otot yang menimbulkan arah gerak berlawanan :

- (1) EKSTENSI (lurus) X FLEKSI (bengkok)
- (2) ABDUKSI (jauhi badan) X ADDUKSI (dekati)
- (3) DEPRESI (turun) X ELEVASI (naik)
- (4) SUPINASI (menengadah) X PRONASI (menelungkup)



Gambar 79. Beberapa Gerak Antagonis Otot

2) Gerak sinergis

Otot-otot yang menimbulkan gerak yang sama dan saling memperkuat :

- (1) Otot antar tulang rusuk bekerja sama saat inspirasi dan ekspirasi
- (2) Otot pronator teres dan otot pronator kuadratus pada lengan bawah, bekerja sama saat menengadahkan dan menelungkup tangan

e) Gangguan dan Kelainan pada Sistem Otot

- 1) **Atropi** :Mengecilnya otot karena tidak difungsikan lagi untuk bergerak, akibat lumpuh atau serangan virus polio
- 2) **Hipertropi**
Otot yang berkembang (lebih besar dan kuat)
- 3) **Hernia abdominalis**
Sobeknya dinding otot perut (abdominal) sehingga usus melorot kebawah
- 4) **Tetanus**
Kejang otot karena terus kontraksi tanpa relaksasi, akibat racun bakteri *Clostridium tetani*
- 5) **Distrofi otot**
Cacat genetik yang menyebabkan gangguan gerak
- 6) **Myastheni gravis**
Otot yang melemah akibat tidak berfungsi secara normal, hormon tiroid dan sistem imunitas
- 7) **Gangguan karena kesalahan aktivitas**
Kaku leher (stiff), kram, atropi.

B. Contoh Soal dan Pembahasan

Jelaskan mengapa tulang disebut alat gerak pasif dan otot sebagai alat gerak aktif!

Jawab

Tulang disebut alat gerak pasif karena tidak bisa bergerak sendiri melainkan harus digerakkan oleh otot yang disebut alat gerak aktif melalui mekanisme kontraksi dan relaksasi.

C. Rangkuman

Fungsi utama otot adalah sebagai alat gerak aktif. Karakteristik kerja otot meliputi kontraktibilitas, ekstensibilitas dan elastisitas. Otot dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu : 1) otot polos, 2) otot rangka dan 3) otot jantung. Cara kerja otot meliputi gerak antagonis dan gerak sinergis. Beberapa kelainan pada otot antara lain Atropi, Hipertropi, Hernia Abdominalis, dan sebagainya.

D. Tes Formatif

1. Tulang di bawah ini yang merupakan penyusun tengkorak adalah...
 - a. Radius
 - b. Ulna
 - c. Humerus
 - d. Mandibula
 - e. Scapula
2. Tulang pengumpil (radius) merupakan bagian dari tulang...
 - a. Tengkorak
 - b. Anggota gerak atas

- c. Anggota gerak bawah
 - d. Gelang bahu
 - e. Gelang panggul
3. Sendi yang menghubungkan kepala dengan leher merupakan sendi...
- a. Sendi pelana
 - b. Sendi peluru
 - c. Sendi engsel
 - d. Sendi putar
 - e. Sendi geser
4. Kelainan tulang akibat posisi duduk yang bungkuk ke belakang disebut...
- a. Kifosis
 - b. Lordosis
 - c. Skoliosis
 - d. Osteoporosis
 - e. Hipertropi
5. Di bawah ini merupakan sifat dari otot lurik kecuali...
- a. Bercabang
 - b. Volunter
 - c. Mudah Lelah
 - d. Involunter
 - e. Berinti banyak

E. Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran

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

Pedoman penskoran :

Jawaban benar = 1

Jawaban salah = 0

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor total}} \times 100$$

SISTEM PENCERNAAN MANUSIA

A. Uraian Materi

1. Makanan

Syarat suatu makanan disebut makanan sehat adalah makanan yang higienis dan bergizi. Higienis artinya bebas dari segala kuman penyakit sedangkan bergizi artinya mengandung bahan-bahan yang dibutuhkan oleh tubuh seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral. Adapun fungsi makanan bagi tubuh manusia adalah sebagai berikut :

- a. Sumber energi
- b. Pembangun tubuh
- c. Pertahanan tubuh

Selanjutnya bahan makanan yang dibutuhkan oleh tubuh manusia terdiri dari :

a. Karbohidrat

Merupakan senyawa organik yang disintesis dari senyawa anorganik (CO_2 dan H_2O) yang mengandung unsur C, H dan O. Berdasarkan gugus gula penyusunnya, karbohidrat dibedakan menjadi :

1. Monosakarida, manis, larut dalam air, contoh : Glukosa, Fruktosa, Galaktosa
2. Disakarida, manis, larut dalam air, contoh : Laktosa, Sukrosa, Maltosa
3. Polisakarida, tidak berasa atau pahit, sukar larut dalam air, contoh : Amilum, Glikogen

Selanjutnya fungsi karbohidrat adalah sebagai berikut :

1. Sumber energi utama (4,1 kkal/g)
2. Bahan pembentuk senyawa kimia lain (protein dan lipid)
3. Menjaga keseimbangan asam dan basa
4. Bahan pembentuk struktur sel, jaringan dan organ tubuh.

Sumber karbohidrat antara lain dari beras, gandum, kentang, jagung.

b. Protein

Merupakan senyawa organik yang tersusun atas unsur C, H, O, N, S, P. . Berdasarkan ukuran molekulnya, protein dibedakan menjadi :

1. Asam amino
2. Dipeptida
3. Polipeptida

Selanjutnya fungsi karbohidrat adalah sebagai berikut :

1. Sumber energi
2. Membangun jaringan dan memperbaiki jaringan yang rusak
3. Menjaga kestabilan tekanan osmotik cairan dalam tubuh dan keseimbangan asam dan basa
4. Membentuk protein fungsional seperti enzim, hormone, antibodi

Sumber protein antara lain protein hewani (daging susu, ikan, telur) dan protein nabati (tempe, tahu, kacang-kacangan)

c. Lemak

Merupakan zat organik hidrofobik yang sukar larut dalam air namun larut dalam pelarut organik (kloroform, eter, benzene). Tersusun atas 1 molekul gliserol dan 3 molekul asam lemak.

Adapun fungsi lemak adalah sebagai berikut :

1. Sumber energi (9,3 kkal/g)
2. Pelindung tubuh dari suhu rendah
3. Sebagai bantalan lemak untuk melindungi alat-alat tubuh vital
4. Bahan penyusun hormone, vitamin (sterol) dan garam empedu
5. Pelarut vitain A, D, E, K

Sumber lemak terdiri dari lemak nabati (kelapa, kemiri, zaitun, alpukat, kacang) dan lemak hewani seperti daging, keju, mentega, susu, ikan, telur.

d. Vitamin

Merupakan senyawa organik kompleks yang penting untuk pertumbuhan, pengatur, dan pertahanan tubuh serta dapat langsung diserap tanpa dicerna.

Tabel 2. Macam-Macam Vitamin

No.	Vitamin	Fungsi	Akibat jika Kekurangan
1	A	Pembentukan pigmen penglihatan, memelihara jaringan epitel	Rabun senja, kulit kasar
2	B ₁	Pembentukan enzim	Beri-beri, gangguan saraf
3	B ₂	Metabolisme karbohidrat	Gangguan pertumbuhan, gangguan kulit
4	B ₆	Pembentukan enzim untuk metabolisme lemak	Dermatitis, gangguan saraf
5	B ₁₂	Pembentukan inti sel	Anemia
6	C	Dibutuhkan untuk kolagen dan jaringan ikat	Sariawan, gangguan jaringan ikat, skorbut
7	D	Penyerapan kalsium	Rickets, gangguan tulang
8	E	Pertumbuhan dan menjaga sel darah merah	Sel darah merah mudah rusak
9	K	Pembekuan darah	Apabila ada luka, darah sulit membeku

e. Mineral

Merupakan senyawa anorganik dan umumnya ditemukan dalam bentuk ion serta dapat langsung diserap usus tanpa dicerna

Tabel 3. Macam-Macam Mineral

Mineral	Fungsi	
MAKROELEMEN	Natrium (Na)	Memelihara tekanan osmotik & pH sel
	Kalium (K)	Kofaktor pembentukan protein & karbohidrat
	Kalsium (Ca)	Membentuk matriks tulang, pembekuan darah, penerimaan rangsang otot & syaraf
	Fosfor (P)	Membantu proses pengerutan otot
	Magnesium (Mg)	Respirasi seluler, mengatur kerja enzim tertentu
	Klor (Cl)	Komponen penyusun HCl
	Sulfur (S)	Komponen beberapa vitamin & aktivator enzim

Mineral		Fungsi
MIKROELEMEN	Seng (Zn)	Membantu metabolisme, pertumbuhan, reproduksi
	Tembaga (Cu)	Pembentukan hemoglobin, memelihara fungsi saraf
	Fluor (F)	Menguatkan tulang dan gigi
	Besi (Fe)	Komponen hemoglobin dan enzim respirasi (sitokrom)
	Iodium(I)	Membantu pembentukan hormon tiroksin dalam kelenjar tiroid / gondok

f. Air

Air berfungsi untuk :

1. Melarutkan zat-zat makanan
2. Mengangkut zat-zat makanan dan sisa metabolisme
3. Menjaga keseimbangan suhu tubuh
4. Medium berbagai reaksi kimia dalam tubuh
5. Menjaga tekanan osmotik dalam sel

g. Uji Bahan Makanan

Ada beberapa larutan yang dapat digunakan untuk uji bahan makanan seperti pada table di bawah ini.

Tabel 4. Uji Makanan

Bahan Makanan	Uji	Hasil positif
Amilum / pati	Iod / Lugol	Larutan menjadi biru kehitaman
Gula	Benedict	Larutan menjadi biru-hijau-kuning-merah bata
	Fehling A & B	Terbentuk endapan merah bata
Protein	Biuret	Larutan menjadi ungu
	Millon	Larutan menjadi merah
Lemak	Kertastik / kertas koran	Kertas menjadi transparan

2. Sistem Pencernaan

a) Pengertian Sistem Pencernaan Manusia

Pencernaan makanan merupakan proses mengubah makanan dari ukuran besar menjadi ukuran yang lebih kecil dan halus, serta memecah molekul makanan yang kompleks

menjadi molekul yang sederhana dengan menggunakan enzim dan organ-organ pencernaan. Enzim ini dihasilkan oleh organ-organ pencernaan dan jenisnya tergantung dari bahan makanan yang akan dicerna oleh tubuh. Zat makanan yang dicerna akan diserap oleh tubuh dalam bentuk yang lebih sederhana. Proses pencernaan makanan pada tubuh manusia dapat dibedakan atas dua macam, yaitu :

1) Proses Pencernaan Secara Mekanik

Yaitu proses perubahan makanan dari bentuk besar atau kasar menjadi bentuk kecil dan halus. Pada manusia dan mamalia umumnya, proses pencernaan mekanik dilakukan dengan menggunakan gigi.

2) Proses Pencernaan Secara Kimiawi (Enzimatis)

Yaitu proses perubahan makanan dari zat yang kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana dengan menggunakan enzim. Enzim adalah zat kimia yang dihasilkan oleh tubuh yang berfungsi mempercepat reaksi-reaksi kimia dalam tubuh.

Proses pencernaan makanan pada manusia melibatkan alat-alat pencernaan makanan. Alat-alat pencernaan manusia adalah organ-organ tubuh yang berfungsi mencerna makanan yang kita makan. Alat pencernaan dapat dibedakan atas saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan. Kelenjar pencernaan menghasilkan enzim-enzim yang membantu proses pencernaan kimiawi. Kelenjar-kelenjar pencernaan manusia terdiri dari kelenjar air liur, kelenjar getah lambung, hati (*hepar*), dan pankreas. Berikut ini akan dibahas satu persatu proses pencernaan yang terjadi di dalam saluran pencernaan makanan pada manusia

b) Saluran Pencernaan Manusia

Saluran pencernaan makanan merupakan saluran yang menerima makanan dari luar dan mempersiapkannya untuk diserap oleh tubuh dengan jalan proses pencernaan (penguyahan, penelanan, dan pencampuran) dengan enzim zat cair yang terbentang mulai dari mulut sampai anus. Saluran pencernaan makanan pada manusia terdiri dari beberapa organ berturut-turut dimulai dari mulut (*cavum oris*), kerongkongan (*esofagus*), lambung (*ventrikulus*), usus halus (*intestinum*), usus besar (*colon*), dan anus. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 80. Saluran pencernaan manusia

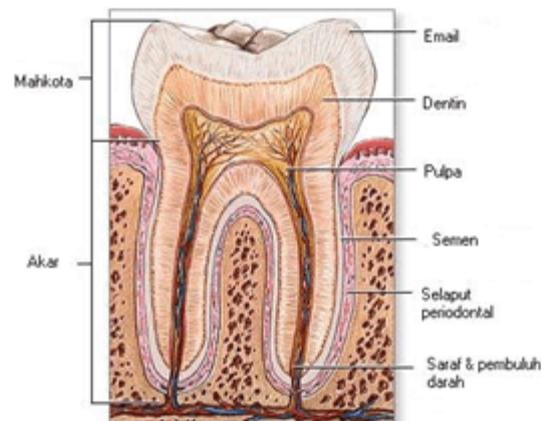
1) Mulut

Proses pencernaan dimulai sejak makanan masuk ke dalam mulut. Di dalam mulut terdapat alat-alat yang membantu dalam proses pencernaan, yaitu gigi, lidah, dan kelenjar ludah (air liur). Di dalam rongga mulut, makanan mengalami pencernaan secara mekanik dan kimiawi. Beberapa organ di dalam mulut, yaitu :

a. Gigi

Gigi berfungsi untuk mengunyah makanan sehingga makanan menjadi halus. Keadaan ini memungkinkan enzim-enzim pencernaan mencerna makanan lebih cepat dan efisien. Gigi dapat dibedakan atas empat macam yaitu gigi seri, gigi taring, gigi geraham depan, dan gigi geraham belakang. Secara umum, gigi manusia terdiri dari tiga bagian, yaitu mahkota gigi (*korona*), leher gigi (*kolum*), dan akar gigi (*radiks*). Mahkota gigi atau puncak gigi merupakan bagian gigi yang tampak dari luar. Setiap jenis gigi memiliki bentuk mahkota gigi yang berbeda-beda. Gigi seri berbentuk seperti pahat, gigi taring berbentuk seperti pahat runcing, dan gigi geraham berbentuk agak silindris dengan permukaan lebar dan datar berlekuk-lekuk.

Bentuk mahkota gigi pada gigi seri berkaitan dengan fungsinya untuk memotong dan menggigit makanan. Gigi taring yang berbentuk seperti pahat runcing untuk merobek makanan. Sedangkan gigi geraham dengan permukaan yang lebar dan datar berlekuk-lekuk berfungsi untuk mengunyah makanan. Leher gigi merupakan bagian gigi yang terlindung dalam gusi, sedangkan akar gigi merupakan bagian gigi yang tertanam di dalam rahang. Bila kita amati gambar penampang gigi, maka akan tampak bagian-bagian seperti pada gambar berikut ini



Gambar 81. Bagian-bagian gigi

Email gigi merupakan lapisan keras berwarna putih yang menutupi mahkota gigi. Tulang gigi, tersusun atas zat *dentin*. Sumsu gigi (*pulpa*), merupakan rongga gigi yang di dalamnya terdapat serabut saraf dan pembuluh-pembuluh darah. Itulah sebabnya bila gigi kita berlubang akan terasa sakit, karena pada sumsum gigi terdapat saraf.

b. Lidah

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

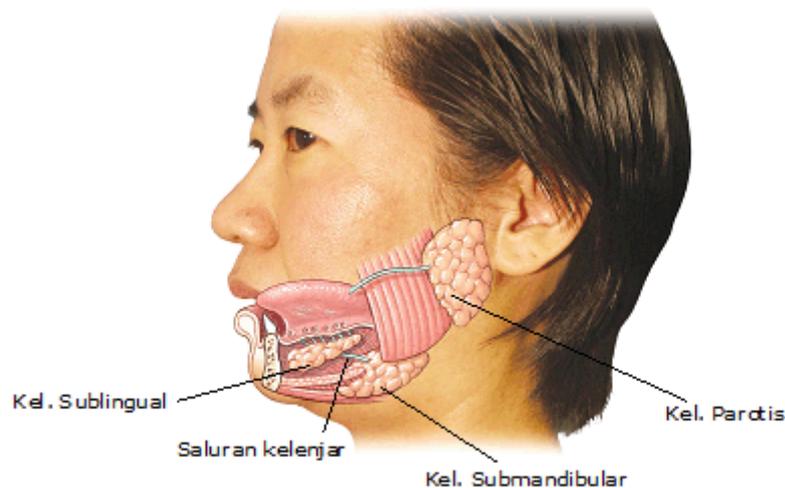
Lidah mempunyai reseptor khusus yang berkaitan dengan rangsangan kimia. Lidah merupakan organ yang tersusun dari otot. Permukaan lidah dilapisi dengan lapisan *epitelium* yang banyak mengandung kelenjar lendir, dan reseptor pengecap berupa tunas pengecap. Tunas pengecap terdiri atas sekelompok sel sensori yang mempunyai tonjolan seperti rambut yang disebut *papilla*

c. Kelenjar Ludah

Kelenjar ludah menghasilkan ludah atau air liur (*saliva*). Kelenjar ludah dalam rongga mulut ada 3 pasang, yaitu :

1. Kelenjar *parotis*, terletak di bawah telinga.
2. Kelenjar *submandibularis*, terletak di rahang bawah.
3. Kelenjar *sublingualis*, terletak di bawah lidah.

Letak kelenjar ludah di dalam rongga mulut dapat dilihat pada gambar berikut.



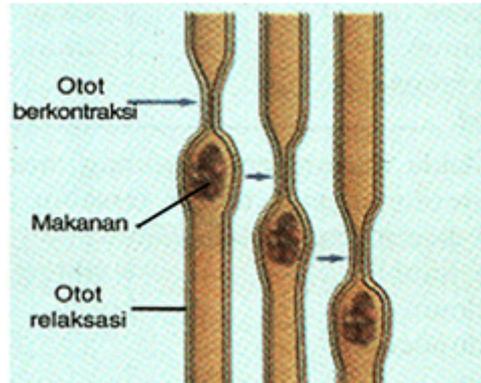
Gambar 82. Kelenjar ludah di dalam mulut

Kelenjar *parotis* menghasilkan ludah yang berbentuk cair. Kelenjar *submandibularis* dan kelenjar *sublingualis* menghasilkan getah yang mengandung air dan lendir. Ludah berfungsi untuk memudahkan penelanan makanan. Jadi, ludah berfungsi untuk membasahi dan melumasi makanan sehingga mudah ditelan. Selain itu, ludah juga melindungi selaput mulut terhadap panas, dingin, asam, dan basa. Di dalam ludah terdapat enzim *ptialin* (*amilase*). Enzim *ptialin* berfungsi mengubah makanan dalam mulut yang mengandung zat karbohidrat (*amilum*) menjadi gula sederhana (*maltosa*). *Maltosa* mudah dicerna oleh organ pencernaan selanjutnya. Enzim *ptialin* bekerja dengan baik pada pH antara 6,8 – 7 dan suhu 37°C.

2) Kerongkongan

Kerongkongan (*esofagus*) merupakan saluran penghubung antara rongga mulut dengan lambung. Kerongkongan berfungsi sebagai jalan bagi makanan yang telah dikunyah dari mulut menuju lambung. Jadi, pada kerongkongan tidak terjadi proses pencernaan.

Otot kerongkongan dapat berkontraksi secara bergelombang sehingga mendorong makanan masuk ke dalam lambung. Gerakan kerongkongan ini disebut gerak peristalsis. Gerak ini terjadi karena otot yang memanjang dan melingkari dinding kerongkongan mengkerut secara bergantian. Jadi, gerak peristalsis merupakan gerakan kembang-kempis kerongkongan untuk mendorong makanan masuk ke dalam lambung. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada gambar berikut.

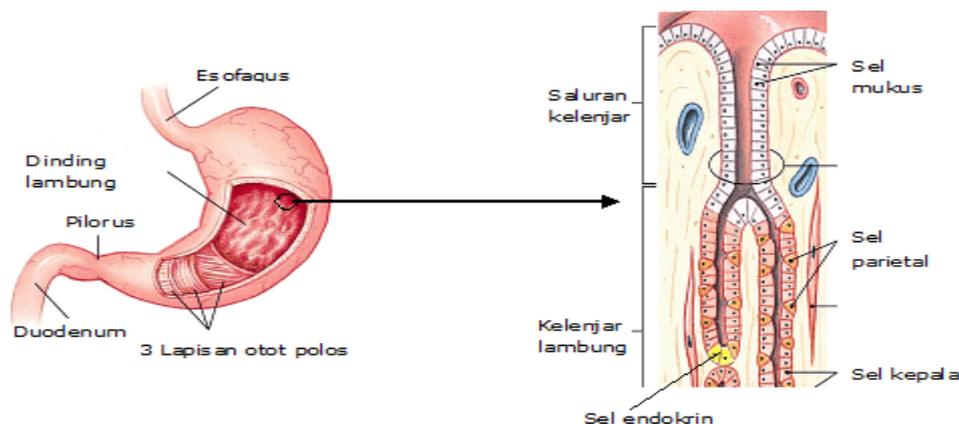


Gambar 83. Gerak peristalsis dalam kerongkongan

Makanan berada di dalam kerongkongan hanya sekitar enam detik. Bagian pangkal kerongkongan (faring) berotot lurik. Otot lurik pada kerongkongan bekerja secara sadar menurut kehendak kita dalam proses menelan. Artinya, kita menelan jika makanan telah dikunyah sesuai kehendak kita. Akan tetapi, sesudah proses menelan hingga sebelum mengeluarkan feses, kerja otot-otot organ pencernaan selanjutnya tidak menurut kehendak kita (tidak disadari).

3) Lambung

Lambung (*ventrikulus*) merupakan kantung besar yang terletak di sebelah kiri rongga perut sebagai tempat terjadinya sejumlah proses pencernaan. Lambung terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian atas (*kardiak*), bagian tengah yang membulat (*fundus*), dan bagian bawah (*pilorus*). Kardiak berdekatan dengan hati dan berhubungan dengan kerongkongan. *Pilorus* berhubungan langsung dengan usus dua belas jari. Di bagian ujung *kardiak* dan *pilorus* terdapat klep atau *sfincter* yang mengatur masuk dan keluarnya makanan ke dan dari lambung. Struktur lambung dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 84. Struktur lambung

Dinding lambung terdiri dari otot yang tersusun melingkar, memanjang, dan menyerong. Otot-otot tersebut menyebabkan lambung berkontraksi, sehingga makanan teraduk dengan baik dan bercampur merata dengan getah lambung. Hal ini menyebabkan makanan di dalam lambung berbentuk seperti bubur. Dinding lambung mengandung sel-sel kelenjar yang berfungsi sebagai kelenjar pencernaan yang menghasilkan getah lambung.

Getah lambung mengandung air lendir (*musin*), asam lambung, enzim *renin*, dan enzim *pepsinogen*. Getah lambung bersifat asam karena banyak mengandung asam lambung. Asam lambung berfungsi membunuh kuman penyakit atau bakteri yang masuk bersama makanan dan juga berfungsi untuk mengaktifkan *pepsinogen* menjadi *pepsin*. *Pepsin* berfungsi memecah protein menjadi *pepton* dan *proteosa*. Enzim *renin* berfungsi menggumpalkan protein susu (*kasein*) yang terdapat dalam susu. Adanya enzim *renin* dan enzim *pepsin* menunjukkan bahwa di dalam lambung terjadi proses pencernaan kimiawi.

Selain menghasilkan enzim pencernaan, dinding lambung juga menghasilkan hormon *gastrin* yang berfungsi untuk pengeluaran (sekresi) getah lambung. Di dalam lambung terjadi gerakan mengaduk. Gerakan mengaduk dimulai dari *kardiak* sampai di daerah *pilorus*.

Gerak mengaduk terjadi terus menerus baik pada saat lambung berisi makanan maupun pada saat lambung kosong. Jika lambung berisi makanan, gerak mengaduk lebih giat dibanding saat lambung dalam keadaan kosong. Mungkin kita pernah merasakan perut terasa sakit dan berbunyi karena perut kita sedang kosong. Hal itu disebabkan gerak mengaduk saat lambung kosong. Makanan umumnya bertahan tiga sampai empat jam di dalam lambung. Makanan berserat bahkan dapat bertahan lebih lama. Dari lambung, makanan sedikit demi sedikit keluar menuju usus dua belas jari melalui *sfincter pilorus*.

4) Usus Halus

Usus halus (*intestinum*) merupakan tempat penyerapan sari makanan dan tempat terjadinya proses pencernaan yang paling panjang. Usus halus terdiri dari :

1. Usus dua belas jari (*duodenum*)
2. Usus kosong (*jejunum*)
3. Usus penyerap (*ileum*)

Pada usus dua belas jari bermuara saluran getah pankreas dan saluran empedu. Pankreas menghasilkan getah pankreas yang mengandung enzim-enzim sebagai berikut :

1. ***Amilopsin*** (amilase pankreas) Yaitu enzim yang mengubah zat tepung (*amilum*) menjadi gula lebih sederhana (*maltosa*).
2. ***Steapsin*** (lipase pankreas) Yaitu enzim yang mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol.
3. ***Tripsinogen*** jika belum aktif, maka akan diaktifkan menjadi *tripsin*, yaitu enzim yang mengubah protein dan *pepton* menjadi dipeptida dan asam amino yang siap diserap oleh usus halus.

Empedu dihasilkan oleh hati dan ditampung di dalam kantung empedu. Selanjutnya, empedu dialirkan melalui saluran empedu ke usus dua belas jari. Empedu mengandung garam-garam empedu dan zat warna empedu (*bilirubin*). Garam empedu berfungsi mengemulsikan lemak. Zat warna empedu berwarna kecoklatan, dan dihasilkan dengan cara merombak sel darah merah yang telah tua di hati. Zat warna empedu memberikan ciri warna cokelat pada feses.

Pada bagian usus dua belas jari bermuara saluran getah pankreas dan saluran empedu. Selain enzim dari pankreas, dinding usus halus juga menghasilkan getah usus halus yang mengandung enzim-enzim sebagai berikut :

1. **Maltase**, berfungsi mengubah maltosa menjadi glukosa.
2. **Laktase**, berfungsi mengubah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa.
3. **Sukrase**, berfungsi mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa.
4. **Tripsin**, berfungsi mengubah pepton menjadi asam amino.
5. **Enterokinase**, berfungsi mengaktifkan tripsinogen menjadi tripsin.

Di dalam usus halus terjadi proses pencernaan kimiawi dengan melibatkan berbagai enzim pencernaan. Karbohidrat dicerna menjadi glukosa. Lemak dicerna menjadi asam lemak dan gliserol, serta protein dicerna menjadi asam amino. Jadi, pada usus dua belas jari, seluruh proses pencernaan karbohidrat, lemak, dan protein diselesaikan. Selanjutnya, proses penyerapan (absorpsi) akan berlangsung di usus kosong dan sebagian besar di usus penyerap. Karbohidrat diserap dalam bentuk glukosa, lemak diserap dalam bentuk asam lemak dan gliserol, dan protein diserap dalam bentuk asam amino. Vitamin dan mineral tidak mengalami pencernaan dan dapat langsung diserap oleh usus halus.

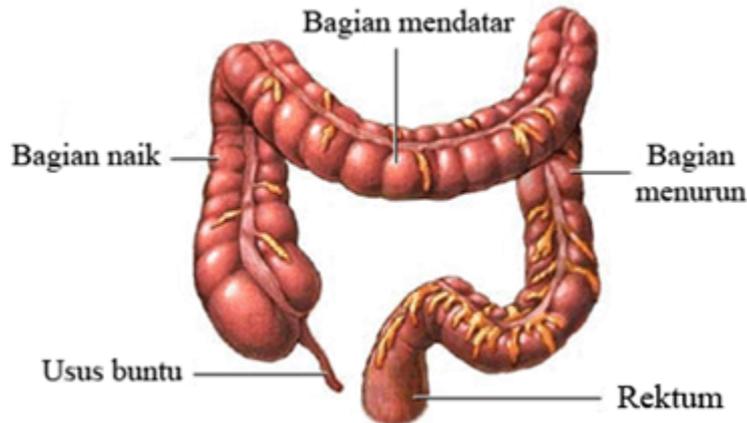
Pada dinding usus penyerap terdapat jonjot-jonjot usus yang disebut *vili* (Lihat gambar diatas). *Vili* berfungsi memperluas daerah penyerapan usus halus sehingga sari-sari makanan dapat terserap lebih banyak dan cepat. Dinding *vili* banyak mengandung kapiler darah dan kapiler limfe (pembuluh getah bening usus). Agar dapat mencapai darah, sari-sari makanan harus menembus sel dinding usus halus yang selanjutnya masuk pembuluh darah atau pembuluh limfe. Glukosa, asam amino, vitamin, dan mineral setelah diserap oleh usus halus, melalui kapiler darah akan dibawa oleh darah melalui pembuluh *vena porta hepar* ke hati. Selanjutnya, dari hati ke jantung kemudian diedarkan ke seluruh tubuh. Asam lemak dan gliserol bersama empedu membentuk suatu larutan yang disebut misel.

Pada saat bersentuhan dengan sel *vili* usus halus, gliserol dan asam lemak akan terserap. Selanjutnya asam lemak dan gliserol dibawa oleh pembuluh getah bening usus (pembuluh kil), dan akhirnya masuk ke dalam peredaran darah. Sedangkan garam empedu yang telah masuk ke darah menuju ke hati untuk dibuat empedu kembali. Vitamin yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E, dan K) diserap oleh usus halus dan diangkat melalui pembuluh getah bening. Selanjutnya, vitamin-vitamin tersebut masuk ke sistem peredaran darah. Umumnya sari makanan diserap saat mencapai akhir usus halus. Sisa makanan yang tidak diserap, secara perlahan-lahan bergerak menuju usus besar.

5) Usus Besar

Makanan yang tidak dicerna di usus halus, misalnya *selulosa*, bersama dengan lendir akan menuju ke usus besar menjadi feses. Di dalam usus besar terdapat bakteri *Escherichia coli*. Bakteri ini membantu dalam proses pembusukan sisa makanan menjadi feses. Selain membusukkan sisa makanan, bakteri *E. coli* juga menghasilkan vitamin K.

Vitamin K berperan penting dalam proses pembekuan darah. Sisa makanan dalam usus besar masuk banyak mengandung air. Karena tubuh memerlukan air, maka sebagian besar air diserap kembali ke usus besar. Penyerapan kembali air merupakan fungsi penting dari usus besar. Usus besar terdiri dari bagian yang naik, yaitu mulai dari usus buntu (*apendiks*), bagian mendatar, bagian menurun, dan berakhir pada anus. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 85. Struktur usus besar

Perjalanan makanan sampai di usus besar dapat mencapai antara empat sampai lima jam. Namun, di usus besar makanan dapat disimpan sampai 24 jam. Di dalam usus besar, feses di dorong secara teratur dan lambat oleh gerakan peristalsis menuju ke rektum (poros usus). Gerakan peristalsis ini dikendalikan oleh otot polos (otot tak sadar).

6) Anus

Merupakan lubang tempat pembuangan feses dari tubuh. Sebelum dibuang lewat anus, feses ditampung terlebih dahulu pada bagian *rectum*. Apabila feses sudah siap dibuang maka otot *spinkter rectum* mengatur pembukaan dan penutupan anus. Otot *spinkter* yang menyusun rektum ada 2, yaitu otot polos dan otot lurik. Jadi, proses defekasi (buang air besar) dilakukan dengan sadar, yaitu dengan adanya kontraksi otot dinding perut yang diikuti dengan mengendurnya otot sfingter anus dan kontraksi kolon serta rektum. Akibatnya feses dapat terdorong ke luar anus.

c) Kelenjar Pencernaan

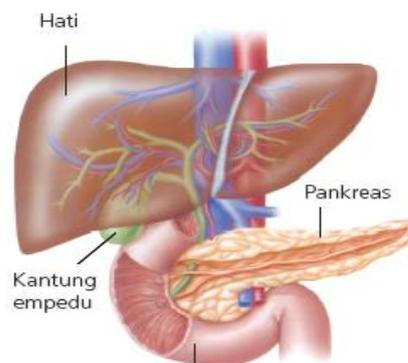
1. Pankreas

Pankreas menghasilkan beberapa enzim dalam pencernaan sebagai berikut :

- a. Tripsin
- b. Amilase
- c. Lipase pankreas (steapsin)
- d. Garam NaHCO_3

2. Hati

Hati menseskresikan empedu yang dapat mengemulsi lemak menjadi tetesan-tetesan halus sehingga mudah dicerna dan diserap.



Gambar 86. Hati dan Pankreas

d) Penyakit atau Gangguan pada Sistem Pencernaan

- 1) Parotitis (gondongan), disebabkan oleh adanya infeksi virus pada kelenjar parotis
- 2) Xerostomia, kelainan yang menyebabkan produksi saliva sedikit
- 3) Gastritis, radang kronis pada lapisan mukosa dinding lambung, disebabkan karena infeksi atau akibat asam lambung berlebih
- 4) Disfagia, kerusakan lambung akibat alkohol dan zat racun
- 5) Apendisitis, peradangan pada umbai cacing, bisa disebabkan karena makanan yang membusuk atau karena infeksi bakteri.
- 6) Konstipasi (sembelit), yaitu keadaan sulit buang air besar karena kurangnya konsumsi serat atau penyerapan air di dalam usus besar yang berlebih, sehingga feses menjadi keras.
- 7) Diare, diakibatkan oleh infeksi bakteri pada kolon sehingga mengakibatkan gangguan pada penyerapan air, akibatnya feses menjadi encer
- 8) Ulkus (Tukak Lambung), adanya kerusakan pada selaput lendir karena faktor-faktor psikosomatis (kecemasan atau stress sehingga memicu sekresi HCl berlebih), toksin, atau akibat infeksi bakteri (*Streptococcus* sp).
- 9) Kolik, gejala nyeri pada perut, disebabkan oleh makanan pedas seperti cabai dan lada

B. Contoh Soal dan Pembahasan

Jelaskan perbedaan pencernaan mekanik dan pencernaan kimiawi!

Jawab

Pencernaan mekanik merupakan pencernaan untuk mengubah ukuran secara fisik menggunakan alat-alat pencernaan, sedangkan pencernaan kimia untuk mengubah ukuran molekul secara kimia melalui reaksi enzimatis.

C. Rangkuman

Pencernaan makanan merupakan proses mengubah makanan dari ukuran besar menjadi ukuran yang lebih kecil dan halus, serta memecah molekul makanan yang kompleks menjadi molekul yang sederhana dengan menggunakan enzim dan organ-organ pencernaan. Pencernaan makanan terdiri dari pencernaan mekanik dan pencernaan kimiawi. Proses pencernaan makanan pada manusia melibatkan alat-alat pencernaan makanan dan kelenjar pencernaan. Alat-alat pencernaan makanan terdiri dari mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar dan anus. Kelenjar pencernaan terdiri dari kelenjar ludah, hati dan pancreas. Kelainan pada system pencernaan antara lain maag, apendisitis, diare, sembelit atau konstipasi, dan sebagainya.

D. Tes Formatif

1. Zat makanan yang menyimpan energi paling besar setiap gramnya adalah...
 - a. Karbohidrat
 - b. Lemak
 - c. Protein
 - d. Vitamin
 - e. Mineral
2. Makanan tidak mengalami pencernaan mekanik maupun kimiawi pada bagian berikut yaitu...
 - a. Mulut
 - b. Kerongkongan
 - c. Lambung
 - d. Usus dua belas jari
 - e. Usus kosong
3. Hubungan yang benar antara organ dan enzim yang dihasilkannya adalah...
 - a. Mulut – Tripsin
 - b. Lambung – Amilase
 - c. Mulut – Ptialin
 - d. Pankreas – Renin
 - e. Usus halus - Pepsin
4. Organ pencernaan yang sekaligus merupakan kelenjar pencernaan adalah...
 - a. Mulut
 - b. Kerongkongan
 - c. Lambung
 - d. Usus besar
 - e. Rektum
5. Proses yang terjadi pada usus besar adalah...
 - a. Pembusukan sisa makanan
 - b. Penyerapan sari-sari makanan
 - c. Pencernaan mekanik
 - d. Pemotongan makanan
 - e. Penghalusan makanan

E. Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran

1. B
2. B
3. C
4. C
5. A

Pedoman penskoran :

Jawaban benar = 1

Jawaban salah = 0

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor total}} \times 100$$

SISTEM RESPIRASI MANUSIA

A. Uraian Materi

1. Pengertian Respirasi

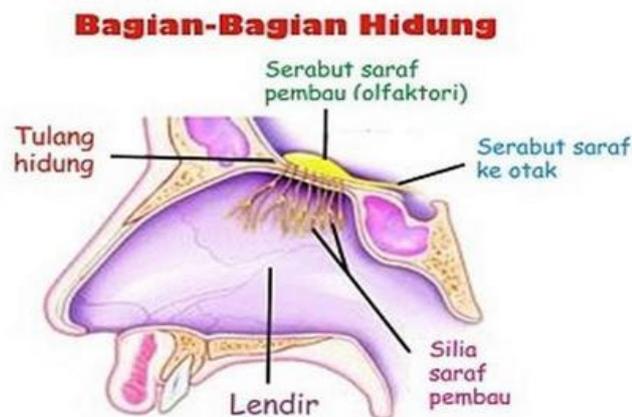
Respirasi atau pernafasan merupakan proses pengambilan oksigen, pengeluaran karbondioksida dan sintesis energi melalui reaksi enzim di dalam sel-sel tubuh dengan menggunakan oksigen. Respirasi berlangsung dalam dua ingkatan yaitu respirasi luar (eksternal) dan respirasi dalam (internal). Pada respirasi luar berlangsung difusi gas oksigen dari luar masuk ke dalam aliran arah organ respirasi. Pada respirasi dalam berlangsung pertukaran gas (oksigen dan karbondioksida) dari aliran darah ke sel-sel tubuh.

2. Alat-Alat Pernafasan

a. Hidung

Di dalam hidung udara mengalami beberapa perlakuan seperti :

- a. Penyaringan oleh rambut rongga hidung
- b. Penyeleksian oleh indera pembau (sel olfaktori)
- c. Penghangatan oleh konka (pembuluh darah)



Gambar 87. Rongga Hidung

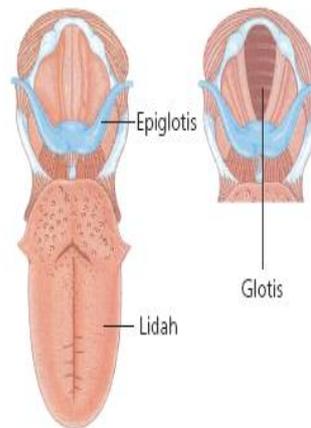
b. Faring (tekak)

Faring merupakan hulu kerongkongan dimana terdapat persimpangan antara rongga mulut ke kerongkongan dengan rongga hidung ke tenggorokan

c. Laring (pangkal tenggorokan)

Laring terdiri dari lempengan-lempengan tulang rawan yang membentuk jakun. Pada laring terdapat

- 1) **Glottis** yaitu lubang mirip celah yang menghubungkan trakea dengan laring,
- 2) **Selaput suara** yang bergetar jika ada udara masuk
- 3) **Epiglottis (anak tekak)** merupakan katup pangkal tenggorokan atau katup penutup rongga hidung yang selalu dalam keadaan terbuka dan hanya akan menutup jika ada makanan yang masuk ke kerongkongan



Gambar 88. Glotis dan Epiglottis

d. Trakea (batang tenggorokan)

Trakea berbentuk pipa lurus sepanjang lebih kurang 10 cm yang tersusun dari cincin–cincin atau gelang-gelang tulang rawan. Dinding dalam dilapisi selaput lendir yang sel-selnya berambut getar

e. Bronkus (cabang batang tenggorokan)

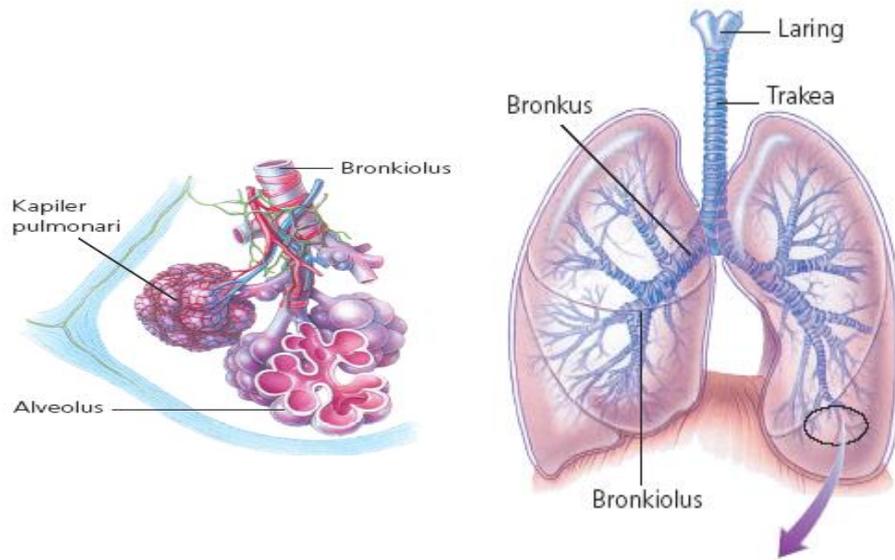
Lempengan tulang rawan dan dindingnya terdiri dari otot polos. Bronkus sebelah kanan bercabang menjadi 3 bronkiolus, sebelah kiri bercabang 2.

f. Bronkiolus

Bronkiolus memiliki dinding yang tipis dan tidak bertulang rawan. Bronkiolus bercabang–cabang membentuk pembuluh halus, cabang terhalus masuk ke alveolus

g. Alveolus

Aveolus memiliki dinding sangat tipis, elastis, mengandung kapiler darah. Alveolus berperan sebagai tempat difusi atau pertukaran gas.



Gambar 89. Alat-alat Pernafasan

3. Mekanisme Pernafasan

Pernafasan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu:

a) Pernafasan dada

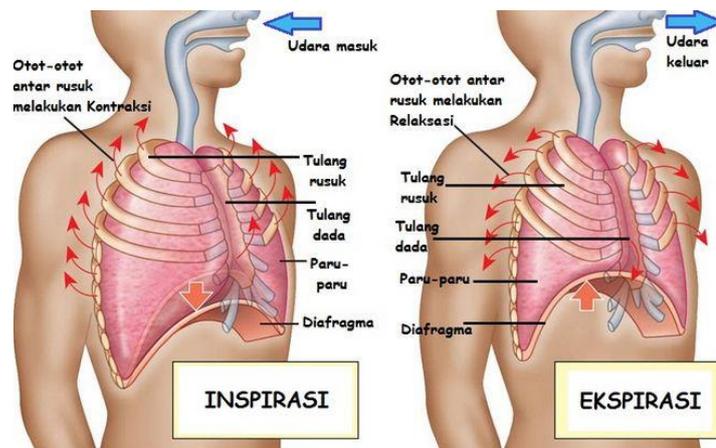
Pada pernafasan dada sewaktu menarik nafas otot-otot antara rusuk dan otot-otot pengikat rusuk berkontraksi. Hal ini menyebabkan tulang-tulang rusuk terangkat ke atas dan kedudukan tulang rusuk lebih mendatar, sehingga tulang dada ikut terangkat ke atas, ujungnya agak ke muak. Akibatnya rongga dada membesar, paru-paru ikut membesar. Tekanan udara dalam paru-paru mengecil sehingga udara masuk.

Pada pernafasan dada, sewaktu menghembuskan nafas, otot-otot antara rusuk dan otot-otot pengikat rusuk melemas. Hal ini menyebabkan tulang-tulang rusuk dan tulang dada turun lagi, kembali pada kedudukan semula. Akibatnya rongga dada mengecil, tekanan udara dalam paru-paru membesar sehingga udara keluar dari paru-paru.

b) Pernafasan perut

Pada pernafasan perut, sewaktu menghembuskan nafas, otot-otot diafragma berkontraksi sehingga letaknya agak mendatar dan turun mendesak isi rongga perut ke bawah dan ke muka. Hal ini menyebabkan rongga dada membesar. Akibatnya paru-paru mengikuti gerak diafragma, volumenya membesar, tekanan udara dalam paru-paru mengecil sehingga udara dari luar masuk.

Pada pernafasan perut sewaktu mengehmbuskan nafas, otot-otot diafragma melemas, kembali pada kedudukan semula, sehingga isi rongga dada mengecil. Hal ini menyebabkan tekanan udara dalam paru-paru membesar sehingga uara keluar dari paru-paru.



Gambar 90. Mekanisme Pernafasan

4. Volume dan Kapasitas Paru-Paru

Pada waktu bernafas biasanya jumlah udara yang masuk ke dalam paru-paru $\pm 0,5$ liter, udara keluar juga $\pm 0,5$ liter. Udara yang masuk dan keluar ini dinamakan **udara pernafasan**. Jika kita menarik nafas sekuat-kuatnya, selain $0,5$ liter udara pernafasan, juga ikut $1,5$ liter udara. Udara ini disebut **udara komplementer**.

Jika kita menghembuskan nafas sekuat-kuatnya, selain $0,5$ liter udara pernafasan juga ikut $\pm 2-2,5$ liter udara. Udara ini dinamakan **udara cadangan**. Udara yang ada di dalam paru-paru (1 liter), disebut **udara residu**. Jadi maksimum udara yang dapat keluar masuk ke dalam paru-paru $\pm 0,5$ liter + 2 liter + $2,5$ liter = 5 liter. Kemampuan paru-paru menampung udara ini dinamakan **kapasitas vital paru-paru**.

5. Faktor yang Mempengaruhi Frekuensi Pernafasan

Frekuensi pernafasan dipengaruhi oleh:

- a. Umur
Usia pertumbuhan butuh banyak energi, karena laju metabolisme tubuh lebih cepat, sehingga butuh banyak oksigen
- b. Jenis kelamin
Laki-laki lebih banyak butuh energi, karena beraktivitas lebih banyak daripada perempuan
- c. Suhu tubuh
Manusia bersifat homoiterm, suhu tubuh konstan karena mampu mengatur produksi panas dengan meningkatkan laju metabolisme. Suhu tubuh turun, tubuh meningkatkan metabolisme sehingga kebutuhan oksigen meningkat
- d. Posisi tubuh
Berdiri, otot kontraksi, sehingga oksigen yang dibutuhkan lebih banyak dibandingkan saat duduk
- e. Kegiatan atau aktivitas tubuh

Semakin banyak organ tubuh yang bekerja, semakin berat kerja organ tersebut, semakin tinggi kebutuhan energi, sehingga laju metabolisme dan irama pernafasan semakin cepat

6. Kelainan atau Gangguan pada Pernafasan

- a. Asma (penyempitan saluran pernafasan, kontraksi kaku bronkiolus)
- b. TBC (radang pada alveolus, disebabkan *Mycobacterium tuberculosis*)
- c. Asfiksi (gangguan pengangkutan O₂ ke jaringan)
- d. Asidosis (meningkatnya kadar asam karbonat dan bikarbonat darah)
- e. Difteri (Penyempitan oleh lendir di faring dan laring akibat infeksi bakteri *Corynebacterium diphtheriae*)
- f. Emfisema (udara yang berlebihan diparu 2, robeknya dinding alveolus)
- g. Pneumonia (Alveolus berisi cairan dan eritrosit, akibat bakteri, virus)
- h. Hipoksia (kekurangan O₂ di jaringan, menyebabkan kematian sel-sel)
- i. Kanker paru-paru (perokok, terpapar debu asbes, kromium, produk petroleum, radiasi ionisasi)

B. Contoh Soal dan Pembahasan

Jelaskan perbedaan pernafasan dada dan pernafasan perut!

Jawab :

Pernafasan dada menggunakan otot antar tulang rusuk sedangkan pernafasan perut menggunakan otot diafragma

C. Rangkuman

Respirasi atau pernafasan merupakan proses pengambilan oksigen, pengeluaran karbondioksida dan sintesis energi melalui reaksi enzim di dalam sel-sel tubuh dengan menggunakan oksigen. Alat-Alat Pernafasan meliputi hidung, faring, laring, tenggorokan, bronkus / Cabang Batang Tenggorokan, bronkiolus, dan alveolus. Mekanisme pernafasan meliputi pernafasan dada dan pernafasan perut. Volume dan kapasitas paru-paru meliputi udara pernafasan biasa (udara tidal), udara suplementer, udara komplementer dan udara residu. Faktor yang mempengaruhi frekuensi pernafasan antara lain umur, jenis kelamin, suhu dan posisi tubuh serta aktivitas. Beberapa kelainan atau gangguan pada sistem pernafasan antara lain asma, TBC, Asfiksi dan sebagainya.

D. Tes Formatif

1. Bagian pada saluran pernafasan yang mencegah saluran pernafasan dan saluran pencernaan bercampur adalah...
 - a. Glotis
 - b. Epiglotis
 - c. Laring
 - d. Bronkus
 - e. Faring
2. Pertukaran oksigen dan karbondioksida terjadi pada bagian...
 - a. Hidung
 - b. Laring

- c. Trakea
 - d. Bronkus
 - e. Alveolus
3. Udara yang tetap tinggal di paru-paru setelah menghembuskan napas sekuat-kuatnya disebut udara...
 - a. Udara tidal
 - b. Udara residu
 - c. Kapasitas total
 - d. Udara cadangan inspirasi
 - e. Udara cadangan ekspirasi
 4. Inspirasi pernapasan dada menyebabkan...
 - a. Otot tulang rusuk kontraksi dan volume udara membesar
 - b. Otot tulang rusuk kontraksi dan volume udara mengecil
 - c. Otot tulang rusuk relaksasi dan volume udara membesar
 - d. Otot tulang rusuk relaksasi dan volume udara mengecil
 - e. Otot tulang rusuk menyempit dan volume udara mengecil
 5. Virus SARS-Co 2 menyerang bagian pernapasan berikut ini yaitu...
 - a. Hidung
 - b. Paru-paru
 - c. Laring
 - d. Faring
 - e. Trakea

E. Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran

1. B
2. E
3. B
4. A
5. B

Pedoman penskoran :

Jawaban benar = 1

Jawaban salah = 0

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor total}} \times 100$$

SISTEM PEREDARAN DARAH MANUSIA

A. Uraian Materi

1. Darah

Pada manusia, darah merupakan cairan tubuh yang meliputi 8% dari berat tubuh seseorang, kira-kira mempunyai volume 4-5 liter.

a. Fungsi darah

1) Darah sebagai alat pengangkut

Mengangkut sari-sari makanan dari usus dan mengedarkannya ke seluruh tubuh. Mengangkut oksigen dari paru-paru serta mengedarkannya ke seluruh tubuh. Mengambil zat sisa hasil pembakaran (oksidasi) berupa karbondioksida dari seluruh tubuh untuk di bawa ke paru-paru. Mengangkut hormon dari pusat produksi hormon ke tempat tujuannya di dalam tubuh. Mengangkut sisa-sisa metabolisme sel ke alat-alat pengeluaran (alat-alat ekskresi)

2) Darah sebagai alat pertahanan tubuh dari penyakit

Zat antibody yang terdapat dalam darah berfungsi mempertahankan kekebalan tubuh dari penyakit. Sel darah putih dalam darah berfungsi membinasakan kuman-kuman penyakit yang masuk ke dalam tubuh.

3) Darah sebagai pengatur suhu tubuh

Darah mampu menjaga suhu tubuh tetap stabil. Caranya, darah melakukan penyebaran energy panas dalam tubuh secara merata. Suhu tubuh manusia tetap, yaitu berkisar antara 36°C samapai 37°C. suhu tubuh manusia tidak dipengaruhi oleh lingkungan

4) Darah melakukan proses pembekuan darah

Bila terjadi luka, sel-sel darah pembeku akan melakukan proses pembekuan darah sehingga darah tidak terus-menerus keluar. Dengan demikian, luka akan tertutup sehingga mencegah infeksi kuman penyakit.

b. Komponen darah

Darah memiliki komposisi yang terdiri dari 55% cairan darah (plasma) dan 45% sel-sel darah

a. Plasma darah

Merupakan komponen darah berupa cairan yang berwarna kuning muda. Plasma darah terdiri atas :

- 1) 90% air
- 2) 8% protein yang terdiri dari albumin, hormon, globulin, protrombin dan fibrinogen.

- 3) 0,9% mineral yang terdiri dari NaCl, natrium bikarbonat, garam kalsium, fosfor, magnesium, besi.
- 4) 0,1% berupa sejumlah bahan organik, yaitu glukosa, lemak, urea, asam urat, asam amino, enzim dan antigen.

Larutan protein dalam plasma dapat diendapkan. Cairan yang tertinggal berwarna kuning jernih di sebut **serum darah**. Serum merupakan plasma darah yang tidak mengandung fibrinogen. Serum ini mengandung **antibodi**. Zat antibodi ini bersifat melawan zat atau protein asing yang masuk ke dalam tubuh. Zat asing ini disebut **antigen** dan umumnya berupa kuman penyakit. Antibodi dapat melemahkan penyakit dengan salah satu cara sebagai berikut :

- a) Aglutinasi,
- b) Presipitasi
- c) Netralisasi
- d) Lisis

b. Sel darah

Sel darah dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu eritrosit, leukosit, dan trombosit.

1) Eritrosit (sel darah merah)

Sel darah merah merupakan penyusun sel-sel darah yang jumlahnya paling banyak. Pada wanita, jumlahnya \pm 4,5 juta/mm³ darah, sedangkan pada laki-laki \pm 5 juta/mm³ darah. Akan tetapi, jumlah itu bisa naik atau turun, tergantung dari kondisi seseorang.

Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah eritrosit adalah:

a) Jenis Kelamin

Pada laki-laki normal jumlah (konsentrasi) eritrosit mencapai 5,1 - 5,8 juta per mililiter kubik darah. Pada wanita normal 4,3 - 5,2 juta per mililiter kubik darah.

b) Usia

Orang dewasa memiliki jumlah eritrosit lebih banyak dibanding anak-anak.

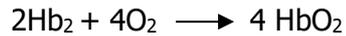
c) Tempat Ketinggian

Orang yang hidup di dataran tinggi cenderung memiliki jumlah eritrosit lebih banyak.

d) Kondisi Tubuh Seseorang

Sakit dan luka yang mengeluarkan banyak darah dapat mengurangi jumlah eritrosit dalam darah.

Ciri-ciri eritrosit adalah sebagai berikut : berbentuk pipih, tidak memiliki inti , cekung di bagian tengahnya (bikonkaf), bentuk ini berfungsi mengoptimalkan pertukaran oksigen, berwarna merah. Warna eritrosit bergantung pada *hemoglobin*. Hemoglobin adalah protein pigmen yang memberi warna merah pada darah. Setiap hemoglobin terdiri dari protein yang disebut *globin* dan pigmen non protein yang disebut *heme*. Setiap heme berikatan dengan rantai polipeptida yang mengandung besi (Fe²⁺). Fungsi utama hemoglobin adalah mengangkut oksigen dari paru-paru membentuk oksihemoglobin. Reaksi sederhana antara oksigen dan Hb :



Oksihemoglobin (HbO_2) akan beredar ke seluruh sel-sel tubuh. Setelah sampai di sel-sel tubuh, terjadi reaksi pelepasan oksigen oleh Hb sebagai berikut :

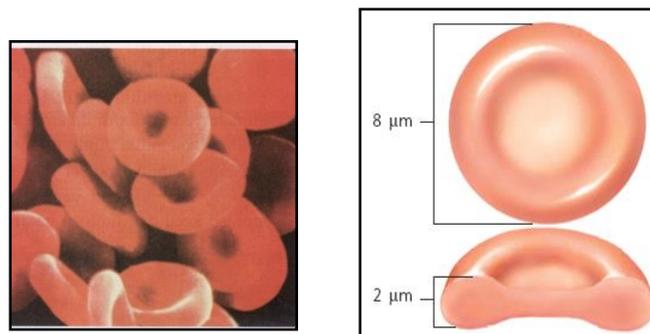


Eritrosit dihasilkan pertama kali di dalam kantong kuning telur saat embrio pada minggu-minggu pertama. Proses pembentukan eritrosit disebut **eritropoiesis**. Setelah beberapa bulan kemudian, eritrosit terbentuk di dalam hati, limfa, dan kelenjar sumsum tulang. Produksi eritrosit ini dirangsang oleh hormon **eritropoietin**. Setelah dewasa eritrosit dibentuk di sumsum tulang membranosa. Semakin bertambah usia seseorang, maka produktivitas sumsum tulang semakin turun.

Sel pembentuk eritrosit adalah **hemositoblas** yaitu sel batang myeloid yang terdapat di sumsum tulang. Sel ini akan membentuk berbagai jenis leukosit, eritrosit, megakariosit (pembentuk keping darah).

Jangka hidup eritrosit kira-kira 120 hari. Eritrosit yang telah tua akan ditelan oleh sel-sel fagosit yang terdapat dalam hati dan limpa. Di dalam hati, hemoglobin diubah menjadi pigmen empedu (bilirubin) yang berwarna kehijauan. Pigmen empedu diekskresikan oleh hati ke dalam empedu. Zat warna empedu berguna untuk emulsi lemak, zat ini akan dibuang ke saluran empedu yang bermuara di usus. Zat besi dari hemoglobin tidak diekskresikan, tetapi digunakan kembali untuk membuat eritrosit baru.

Penyumbatan saluran empedu dapat terjadi karena infeksi atau karena kerusakan sel-sel hati, yang menyebabkan empedu beredar bersama aliran darah. Inilah yang menyebabkan seseorang menderita penyakit kuning. Penyakit kuning dapat disebabkan oleh virus hepatitis atau oleh infeksi lainnya.



Gambar 91. Sel darah merah

2) Leukosit (sel darah putih)

Dalam setiap mm^3 darah terdapat 8000 sel darah putih. Ukuran leukosit lebih besar dari sel darah merah, tetapi jumlahnya lebih sedikit. Sel darah putih sesungguhnya tidak berwarna putih tetapi jernih. Disebut sel darah putih untuk

membedakannya dari sel darah merah yang berwarna merah. Ciri sel darah putih :

- a) Bentuknya tidak tetap
- b) Mempunyai inti
- c) Berukuran lebih besar dari sel darah merah
- d) Dapat bergerak secara amoeboid (seperti *Amoeba*)
- e) Dapat menembus dinding pembuluh darah, kemampuan ini disebut **diapedesis**, kemampuan ini diperlukan agar dapat menjalankan fungsinya untuk menjaga tubuh.

Berdasarkan bentuknya, sel darah putih dibedakan menjadi dua kelompok yaitu

a) Granulosit (sel darah putih yang bergranula)

1) Neutrofil

Merupakan 60-70% dari jumlah sel darah putih. Neutrofil bersifat fagosit dan dapat bergerak secara ameboid dari darah dan masuk ke jaringan yang terinfeksi dan menghancurkan mikroba yang ada.

2) Eosinofil

Kira-kira 15% dari jumlah sel darah putih. Eosinofil hanya sedikit bersifat fagositik tetapi mempunyai enzim penghancur. Berfungsi melawan parasit besar seperti cacing dengan menghancurkan dinding luar tubuh cacing.

3) Basofil

Granula basofil mengandung histamin. Basofil diduga terlibat dalam reaksi alergi atau melawan protein asing yang masuk.

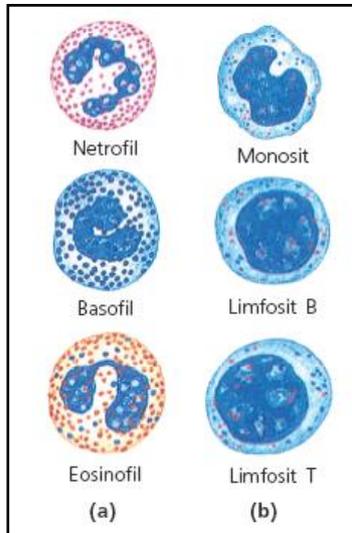
b) Agranulosit (sel darah putih yang tidak bergranula)

1) Monosit

Terdapat sekitar 5% dari jumlah sel darah putih. Merupakan fagosit yang efektif, monosit beredar di dalam darah selama beberapa jam, kemudian berpindah ke jaringan. Di dalam jaringan monosit membesar dan berkembang menjadi *makrofag* (pemakan besar). Makrofag bersifat amoeboid dan dapat merentangkan pseudopodia untuk menarik mikroba. Mikroba yang terperangkap kemudian dihancurkan dengan enzim pencernaan.

2) Limfosit

Memiliki inti yang hampir bundar, berperan dalam pembentukan zat antibodi. Hanya memeperlihatkan sedikit pergerakan. Terdiri dari Limfosit B (menghasilkan antibodi yang akan menghancurkan patogen) dan Limfosit T (menghancurkan sel yang mengandung antigen)



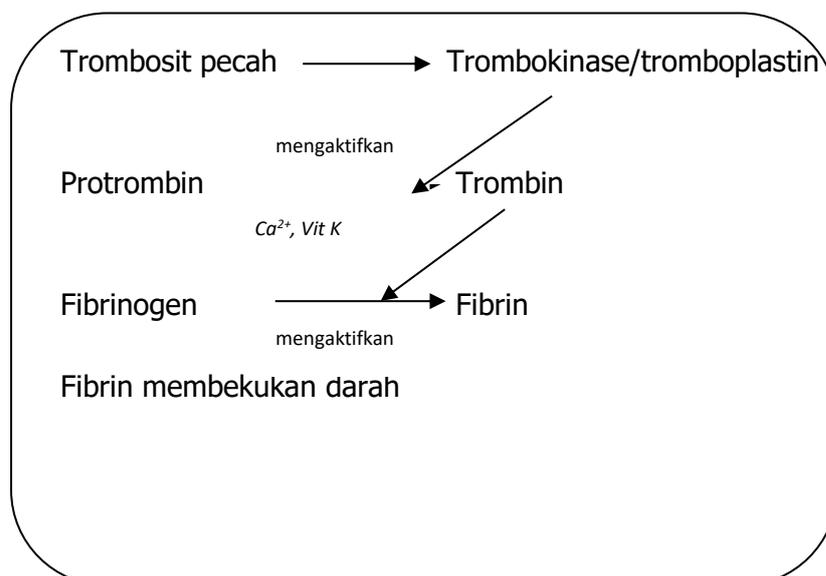
Gambar 92. Macam-macam sel darah putih

3) Trombosit (keping darah)

Trombosit berbentuk bulat kecil dengan ukuran diameter 2-4 μm dan tidak memiliki inti, garis tengahnya lebih kurang 2-4 μm . Dalam tiap satu mm^3 darah terdapat lebih kurang 250.000 keping darah.

Keping darah berfungsi pada proses pembekuan darah, sehingga keping darah disebut juga sel darah pembeku.

Skema proses pembekuan darah :



Bila keping darah menyentuh permukaan luka, maka keping darah akan pecah. Pada saat pecah, keping darah akan mengeluarkan enzim **trombokinase (tromboplastin)** yang dikandungnya. Dengan bantuan ion kalsium (Ca^{2+}) dan vitamin K, enzim trombokinase mengubah **protrombin** menjadi **thrombin**. Protrombin adalah suatu zat yang larut dan dihasilkan di hati. Selanjutnya thrombin mengubah **fibrinogen** yang larut dalam plasma darah menjadi **fibrin** yang berbentuk benang-benang halus. Benang-benang halus ini menjerat sel-sel darah merah dan membentuk gumpalan sehingga darah membeku.



Gambar 93. Sel darah merah terjerat oleh jarring-jaring fibrin

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi penggumpalan darah yaitu :

1. Suhu
2. Zat antikoagulan (zat yang dapat menghambat penggumpalan darah)

c. Golongan darah

Pada tahun 1900, seorang dokter kelahiran Wina (Austria) bernama Karl Landsteiner membedakan darah manusia menjadi empat golongan, yaitu golongan darah A, golongan darah B, golongan darah AB, golongan darah O. Pembagian golongan darah ini berdasarkan perbedaan aglutinogen (antigen) dan aglutinin (antibodi) yang terkandung dalam darah. Antigen terdapat pada membran permukaan sel darah merah. Antibodi terdapat di dalam plasma darah.

Tabel 5. Golongan Darah

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

- 1) Golongan darah A : sel darah merah mengandung aglutinogen A dan plasma darah mengandung aglutinin β

- 2) Golongan darah B : sel darah merah mengandung aglutinogen B dan plasma darah mengandung aglutinin α
- 3) Golongan darah AB : sel darah merah mengandung aglutinogen A dan B tetapi plasma darah tidak mengandung aglutinin
- 4) Golongan darah O : sel darah merah tidak mengandung aglutinogen tetapi mengandung aglutinin α dan β

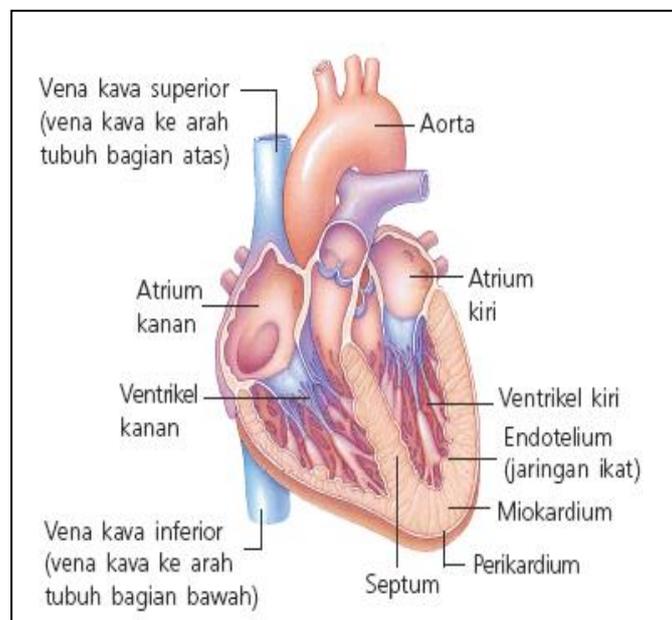
2. Alat Peredaran Darah

a. Jantung

Jantung terletak di pusat rongga dada sebelah kiri, di antara paru-paru kanan dan paru-paru kiri. Massanya lebih kurang 300 gram, besarnya sebesar kepalan tangan.

Jantung terdiri dari tiga lapisan yaitu :

- 1) Endokardium : selaput yang membatasi ruangan jantung. Lapisan ini mengandung pembuluh darah, saraf, dan cabang-cabang dari sistem peredaran darah ke jantung.
- 2) Miokardium : otot jantung yang tersusun dari berkas-berkas otot.
- 3) Perikardium : selaput pembungkus jantung



Gambar 94. Struktur jantung

Jantung memiliki empat ruangan :

- 1) Serambi kiri (atrium kiri)
- 2) Serambi kanan (atrium kanan)
- 3) Bilik kiri (ventrikel kiri)
- 4) Bilik kanan (ventrikel kanan)

Jantung manusia pada saat masih janin memiliki lubang yang disebut **foramen ovale**. Antara ruangan jantung terdapat klep (katup) yang berfungsi untuk mengatur aliran darah agar tetap searah. Klep pada ruangan jantung tersebut, antara lain:

- a. *Valvula trikuspidalis* dan *valvula mitral*

Klep (katup) ini terdapat antara serambi kanan dan bilik kanan. Katup ini mencegah agar darah dalam ventrikel kanan tidak masuk kembali ke atrium kanan.

b. *Valvula bikuspidalis*

Letak klep (katup) ini terdapat antara serambi kiri dan bilik kiri. Berfungsi untuk mencegah agar darah dalam ventrikel kiri tidak mengalir kembali ke atrium kiri.

c. *Valvula semilunaris*

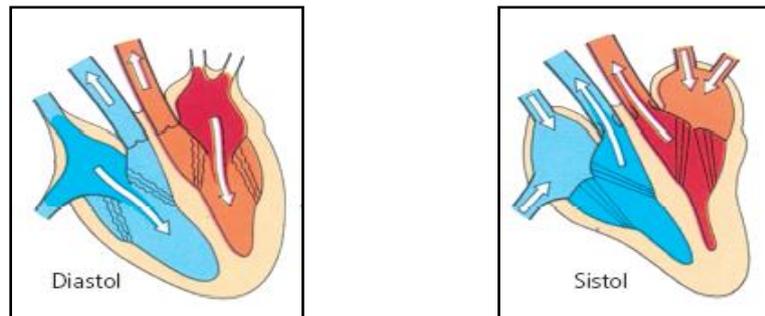
Klep (katup) ini terdapat pada pangkal nadi besar.

Jantung memegang peranan penting dalam menentukan berapa banyak darah yang dipompa dalam suatu periode tertentu. Jantung bekerja dengan urutan sebagai berikut :

1. Dinding jantung berelaksasi, maka serambi jantung mengembang sehingga darah dari tubuh dan paru-paru masuk ke serambi.
2. Dinding serambi memacu darah melalui katup yang terdapat di antara serambi dan bilik, sehingga darah masuk ke bilik.
3. Dinding bilik berkontraksi, maka darah dengan tekanan tinggi masuk ke arteri, kemudian darah menuju ke paru-paru dan seluruh tubuh.

Tekanan darah (tensi) adalah tekanan yang timbul akibat kerja jantung untuk memompa darah, dapat diukur dengan menggunakan *tensimeter*.

Tekanan darah (tensi) orang dewasa normal adalah 120/80 mmHg. Nilai 120 menunjukkan tekanan darah ketika bilik berkontraksi disebut *sistol*, sedangkan nilai 80 menunjukkan tekanan darah ketika bilik berelaksasi disebut *diastole*. Tekanan darah merupakan indikator untuk mengetahui kekuatan jantung untuk memompa darah.



Gambar 95. Aliran darah dalam jantung saat diastol dan sistol.

b. Pembuluh Darah

a. Pembuluh nadi (Arteri)

Pembuluh ini merupakan pembuluh yang keluar dari jantung. Dinding arteri tebal, kuat dan elastis. Pada umumnya arteri mengalirkan darah yang kaya akan oksigen kecuali arteri pulmonalis. Pembuluh ini memiliki 1 buah katup/klep berbentuk bulan sabit yang disebut *valvula semilunaris*. Fungsi pembuluh ini adalah untuk menjaga aliran darah tetap searah. Menurut ukurannya, pembuluh nadi dibedakan menjadi tiga sebagai berikut :

- 1) *Aorta*

Pembuluh nadi yang paling besar, yaitu pembuluh nadi yang meninggalkan bilik kiri jantung menuju ke seluruh tubuh.

2) *Arteri*

Percabangan dari aorta sehingga berukuran lebih kecil aorta. Arteri merupakan pembuluh darah yang kaya akan O₂ sehingga meninggalkan jantung dengan membawa darah bersih dan mengedarkannya ke seluruh tubuh.

3) *Arteriol*

Merupakan pembuluh nadi yang paling kecil

b. Pembuluh balik (Vena)

Pembuluh vena yaitu pembuluh yang mengangkut darah dari seluruh tubuh ke jantung. Pembuluh ini dibedakan menjadi tiga:

1. Vena cava

Pembuluh ini mengangkut darah dari bagian atas (kepala) yang disebut *vena cava superior* dan dari bagian bawah, misalnya kaki, ginjal, hati, dan lain-lain yang disebut *vena cava inferior*.

2. Vena

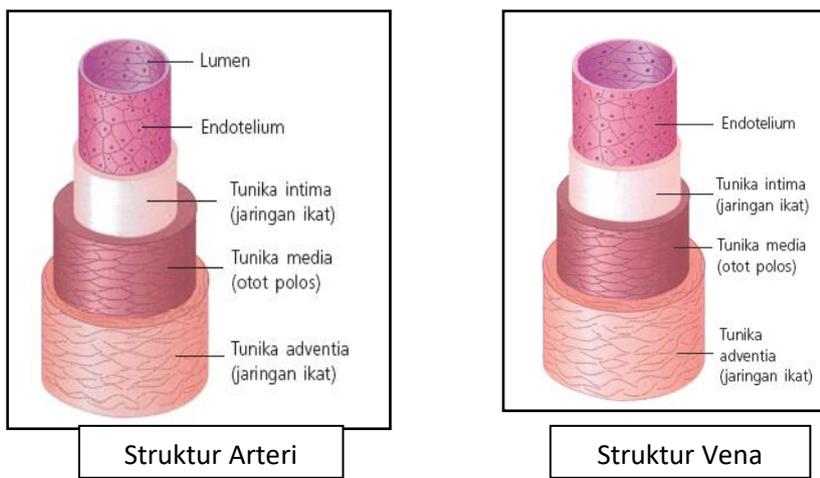
Contoh pembuluh vena, yaitu *vena pulmonalis*. Pembuluh ini mengangkut darah yang kaya O₂ dari paru-paru menuju ke serambi kiri.

3. Venula

Pembuluh venula merupakan pembuluh balik yang langsung berhubungan dengan kapiler

Tabel 6. Perbedaan arteri dengan vena

No	Komponen	Arteri	Vena
1	Dinding	Tebal dan elastis	Tipis dan kurang elastis
2	Arah aliran	Meninggalkan jantung	Menuju jantung
3	Tekanan	Kuat, kalau terpotong darah memancar	Lemah, kalau terpotong darah menetes
4	Darah di dalamnya	Banyak mengandung O ₂ kecuali nadi paru-paru	Banyak mengandung CO ₂ kecuali vena paru-paru
5	Letak	Lebih ke dalam	Dekat dengan permukaan tubuh
6	Klep	Hanya satu pada pangkal	Banyak, terdapat disepanjang vena



Gambar 96. Perbandingan struktur arteri dan vena

c. Kapiler.

Pembuluh kapiler merupakan pembuluh darah yang sangat halus dan langsung berhubungan dengan sel-sel jaringan tubuh. Dinding pembuluh kapiler hanya berupa selapis sel. Pembuluh kapiler menghubungkan ujung pembuluh nadi terkecil (arteriole) dan ujung pembuluh balik terkecil (venula). Di dalam pembuluh kapiler inilah terjadinya pertukaran oksigen dan karbondioksida

3. Proses Peredaran Darah Manusia

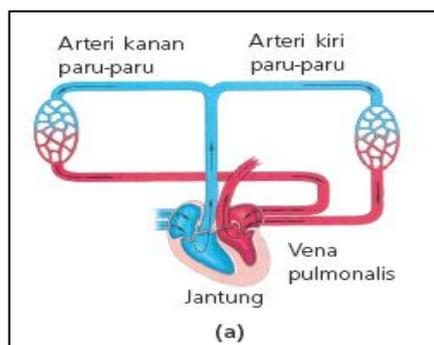
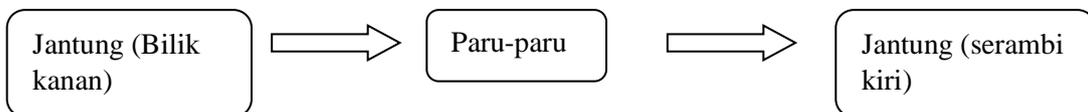
Peredaran darah pada manusia adalah **peredaran darah tertutup** karena darah mengalir dalam pembuluh darah. Jika darah mengalir tidak dalam pembuluh darah maka disebut dengan **peredaran darah terbuka** seperti pada beberapa hewan invertebrata contohnya serangga. Pada sistem peredaran darah manusia, darah beredar melewati jantung sebanyak dua kali sehingga disebut peredaran darah ganda.

Peredaran darah ganda terdiri atas :

a. System peredaran darah kecil

Jantung (bilik kanan) → pembuluh nadi paru-paru (arteri pulmonalis) → paru-paru → pembuluh balik paru-paru (vena pulmonalis) → jantung (serambi kiri)

Secara singkat :

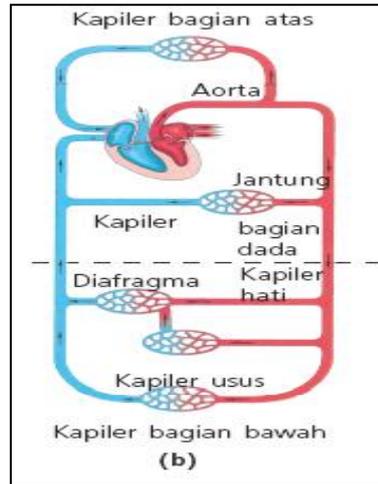
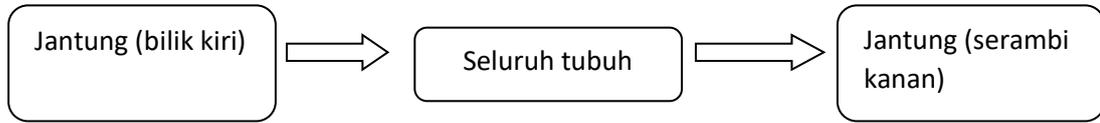


Gambar 97. Peredaran darah kecil

b. System peredaran darah besar

Jantung (bilik kiri) → aorta → pembuluh nadi → pembuluh kapiler
→ Pembuluh balik atas dan pembuluh balik bawah → jantung (serambi kanan)

Secara singkat ;



Gambar 98. Peredaran darah besar

4. Gangguan Pad Sistem Peredaran Darah Manusia

1. Anemia

Anemia sering disebut penyakit kurang darah. Kurang darah terjadi karena kandungan hemoglobin (Hb) dalam sel darah merah rendah atau berkurangnya sel darah merah. Kadar Hb normal adalah 12-16% dari sel darah merah. Jumlah sel darah merah normal adalah 5 juta/mm³. Berkurangnya Hb dapat disebabkan karena makanan yang kurang mengandung zat besi sedangkan berkurangnya sel darah merah sering terjadi pada penderita malaria.

2. Anemia sel bulat sabit

Sel-selnya mengandung tipe hemoglobin abnormal yang disebut hemoglobin S. Bila hemoglobin ini berhubungan dengan konsentrasi oksigen yang rendah, hemoglobin akan mengendap menjadi kristal-kristal yang panjang di dalam eritrosit. Kristal-kristal ini lebih menggambarkan bulat sabit dari cakram bikonkaf. Hemoglobin yang mengendap ini juga akan merusak membran sel sehingga sel tersebut menjadi lebih rapuh.

3. Thalasemia

Merupakan tipe anemia herediter, dimana sel-selnya tak mampu mensintesis rantai polipeptida alfa (α) dan rantai polipeptida beta (β) yang cukup. Rantai polipeptida dibutuhkan untuk membentuk hemoglobin. Penyakit yang ditandai dengan bentuk sel

darah merah yang tidak beraturan. Akibatnya daya ikat terhadap oksigen dan karbon dioksida kurang

4. Hemophilia

Penyakit ini ditandai dengan darah yang sukar membeku. Penyakit ini merupakan penyakit bawaan/keturunan.

5. Leukemia

Leukemia adalah produksi leukosit yang bersifat ganas oleh jaringan mieloid (tempat pembentukan darah). Hal tersebut menyebabkan menurunnya produksi eritrosit, trombosit dan leukosit normal. Leukemia secara tidak langsung dapat menyebabkan kematian. Pengobatannya dapat dilakukan dengan sinar γ , kemoterapi, atau terkadang diperlukan transplantasi sel-sel mieloid.

6. Jantung koroner

Penyakit jantung yang disebabkan oleh gangguan aliran darah pada pembuluh darah koroner. Pembuluh darah koroner adalah arteri dan vena yang mengalirkan darah dari dan ke jantung.

7. Sklerosis

Penyakit pengerasan pembuluh nadi. Gangguan ini dapat disebabkan oleh dua hal, yaitu karena endapan lemak, disebut *aterosklerosis* dan disebabkan oleh endapan kapur atau *arteriosklerosis*. Sklerosis dapat menyebabkan berkurangnya elastisitas pembuluh darah, sehingga menaikkan tekanan darah. Jika sklerosis ini terjadi pada arteriole maka dapat menyebabkan pecahnya arteriole tersebut. Kalau hal ini terjadi di otak dapat menyebabkan kematian (stroke).

8. Hipertensi

Tekanan darah tinggi, yaitu nilai ambang tekanan sistole sekitar 140 - 200 mmHg atau lebih, dan nilai ambang tekanan diastole sekitar 90 - 110 mmHg atau lebih. Hipertensi dapat menyebabkan pecahnya pembuluh darah atau tersumbatnya arteri di otak. Akibatnya, penderita akan meninggal dunia karena terkena stroke.

5. Upaya Mengatasi Gangguan Pada Sistem Peredaran Darah

Beberapa upaya mengatasi gangguan pada sistem peredaran darah antara lain :

1. Agar kadar hemoglobin tetap normal sebaiknya banyak makan sayuran yang mengandung zat besi.
2. Hindari makanan yang terlalu banyak lemak dan zat kapur, hal ini untuk mengatasi sklerosis
3. Jangan merokok, hal ini untuk mengantisipasi penyumbatan nadi koronaria (jantung koroner), kanker, paru-paru, hipertensi dan impotensi.
4. Olahraga yang teratur, agar memperlancar peredaran darah.
5. Istirahat yang teratur, penggunaan energi sesuai kebutuhan, untuk mengantisipasi tekanan darah

B. Contoh Soal dan Pembahasan

Mengapa pembuluh arteri lebih tebal dari pada pembuluh vena?

Jawab :

Pembuluh arteri lebih tebal dari pembuluh vena karena mengimbangi tekanan jantung saat memompa darah keluar dari jantung, tekanan yang kuat harus didukung dinding yang tebal agar tidak bocor.

C. Rangkuman

Sistem pembuluh darah terdiri dari darah dan alat peredaran darah. Darah tersusun atas plasma darah dan sel darah. Ada 3 sel darah yaitu sel darah merah, sel darah putih dan keping darah. Alat peredaran darah terdiri atas jantung dan pembuluh darah. Jantung mempunyai empat ruang yaitu serambi kiri, bilik kiri, serambi kanan dan bilik kanan. Pembuluh darah terdiri dari pembuluh darah arteri, vena dan kapiler. Peredaran darah manusia merupakan peredaran darah ganda dan tertutup yang terdiri dari peredaran darah kecil dan peredaran darah besar. Gangguan peredaran darah antara lain anemia, thalassemia, leukimia, jantung coroner dan sebagainya.

D. Tes Formatif

1. Komponen darah yang berperan dalam mengangkut sari-sari makanan adalah...
 - a. Eritrosit
 - b. Leukosit
 - c. Trombosit
 - d. Plasma darah
 - e. Keping darah
2. Pembuluh darah yang menghubungkan antara venule dan arteriole adalah...
 - a. Vena
 - b. Arteri
 - c. Aorta
 - d. Vena cava
 - e. Kapiler
3. Katup yang menghubungkan bilik kiri dan serambi kiri adalah...
 - a. Valvula trikuspidalis
 - b. Valvula mitral
 - c. Valvula bikuspidalis
 - d. Valvula semilunaris
 - e. Valvula bauhini
4. Mengapa peredaran darah manusia disebut peredaran darah tertutup dan ganda?
 - a. Darah mengalir dalam pembuluh dan dua kali melewati jantung
 - b. Darah mengalir dalam pembuluh dan satu kali melewati jantung
 - c. Darah mengalir di luar pembuluh dan dua kali melewati jantung
 - d. Darah mengalir di luar pembuluh dan satu kali melewati jantung
 - e. Darah mengalir di luar pembuluh dan tidak melewati jantung
5. Penyakit pengerasan pembuluh nadi karena endapan lemak disebut...
 - a. Aterosklerosis
 - b. Arteriosklerosis
 - c. Anemia
 - d. Trombus
 - e. Thalassemia

E. Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran

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

Pedoman penskoran :

Jawaban benar = 1

Jawaban salah = 0

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor total}} \times 100$$

SISTEM SARAF DAN ALAT INDERA MANUSIA

A. Uraian Materi

1. Sistem Saraf

Sistem saraf merupakan system yang berfungsi menghantarkan, mengolah dan meneruskan rangsangan. Sistem saraf disusun atas sel saraf yang disebut neuron. Neuron adalah unit fungsional dan struktural sistem saraf yang dikhususkan untuk menghantarkan dan mengirimkan impuls dalam tubuh dari suatu lokasi ke lokasi lain. Neuron memiliki struktur khas dan fungsi yang memfasilitasi penjalaran impuls saraf. Sebuah neuron mempunyai badan sel yang relatif besar yang mengandung nukleus dan berbagai ragam organel seluler yang lain. Ciri neuron yang khas adalah penjurulan yang mirip serat yang disebut prosesus, sehingga sel mampu mencapai jarak yang jauh, untuk menghantarkan pesan. Ada dua jenis penjurulan neuron yang umum: dendrit yang mengirimkan sinyal dari ujungnya ke seluruh bagian lain neuron dan akson yang menghantarkan pesan ke ujung neuron.

(a) Struktur neuron

Neuron dibangun atas tiga bagian yang berbeda yaitu :

1. Badan Sel

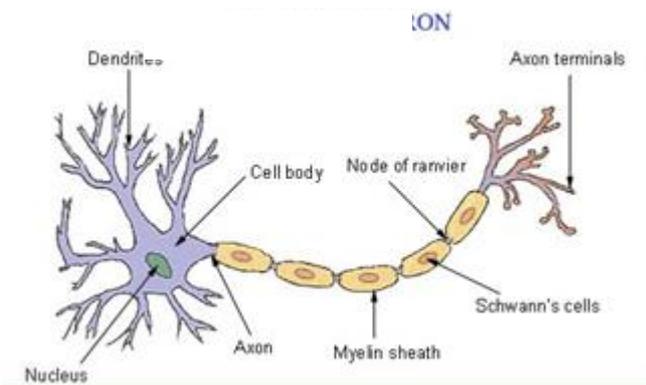
Badan sel atau soma adalah badan yang besar, nukleus bulat dengan sebuah *prominent* nukleus. Sitoplasma yang mengelilingi nukleus disebut perikarion. Ada sejumlah mitokondria, ribosom dan retikulum endoplasma kasar.

2. Dendrit dan Akson

Dendrit merupakan perpanjangan dari badan sel yang ramping atau tipis. Dendrit berperan dalam komunikasi interseluler. Secara umum dendrit mempunyai banyak percabangan. Akson adalah sebuah juluran panjang sitoplasmik yang mampu menghantarkan impuls elektrik yang disebut poteksial aksi.

3. Sinaps

Sinaps merupakan celah pertemuan antara dua sel saraf. Masing-masing terminal sinaps adalah bagian dari sebuah sinaps, bagian khusus dimana neuron berkomunikasi dengan sel lain. Setiap sinaps terdiri dari dua sel yaitu : (1) *presynaps cell* yang mengirimkan pesan dan termasuk dalam terminal sinaps dan (2) *postsynaps cell* yang menerima pesan. Struktur neuron dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 99. Struktur Neuron

(b) Macam-macam neuron

1. Klasifikasi neuron berdasarkan struktur

Neuron dapat diklasifikasikan berdasarkan strukturnya menjadi beberapa jenis sebagai berikut :

- a) Anaksonik merupakan neuron kecil dan tidak mempunyai bentuk yang membedakan antara dendrit dan akson. Biasa ditemukan pada otak dan alat indera khusus.
- b) Neuron bipolar mempunyai satu dendrit utama dan satu akson dimana satu buah dendrit bercabang dengan luas hingga cabang-cabang dendrit pada ujung distal dan satu akson dengan badan sel di antaranya. Neuron bipolar jarang ditemukan, ditemukan pada alat indera khusus seperti indera untuk mencium dan mendengar.
- c) Neuron unipolar atau *pseudounipolar neuron* mempunyai banyak dendrit dan satu akson yang berfusi untuk membentuk proses yang berkelanjutan yang muncul dari badan sel. Disebut pseudounipolar karena mereka mulai pada embrio sebagai neuron bipolar. Ditemukan pada sebagian besar neuron sensoris dari sistem saraf tepi.
- d) Neuron multipolar mempunyai dua atau lebih dendrit dan satu akson tunggal. Neuron ini adalah neuron yang biasa ditemukan pada sistem saraf pusat. Contohnya adalah seluruh neuron motor yang mengontrol pergerakan otot.

2. Klasifikasi neuron berdasarkan fungsi

Neuron dapat dibagi atas beberapa jenis berdasarkan fungsinya yaitu :

- a) Neuron sensoris (*afferent neuron*) membentuk divisi afferent dari sistem saraf tepi yang menghantarkan informasi dari reseptor sensoris ke sistem saraf pusat.
- b) Neuron motoris (*efferent neuron*) membentuk divisi efferent dari sistem saraf tepi. Neuron ini membawa instruksi dari sistem saraf pusat kepada efektor periferal pada suatu jaringan periferal, organ atau sistem organ.
- c) Interneuron (*associated neuron*). Ditemukan pada otak dan sumsum tulang belakang serta ganglia otonom.

2. Alat Indera

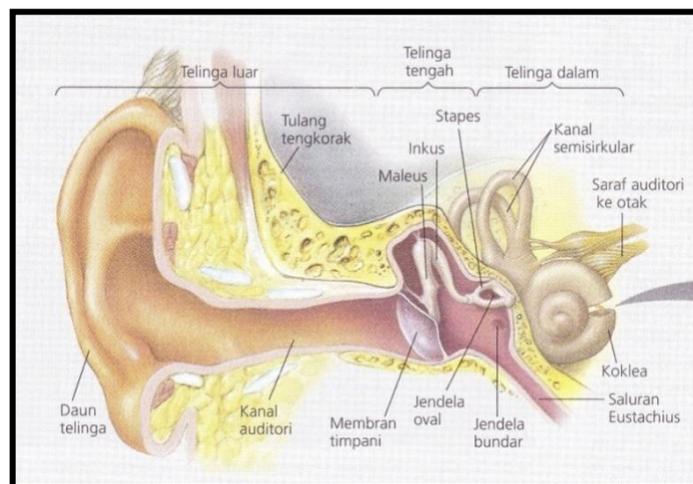
Rangsangan sampai ke otak melalui suatu jalur sensoris. Ada beberapa tipe reseptor sensoris yaitu : (a) Mekanoreseptor dirangsang oleh perubahan mekanis, yaitu stimulus berupa perubahan bentuk fisik seperti tekanan, sentuhan, regangan, pergerakan, dan suara, (b) Kemoreseptor menerima rangsangan dari bahan-bahan kimia, (c) Reseptor elektromagnetik mendeteksi berbagai jenis bentuk energi elektromagnetik, misalnya cahaya tampak, listrik, dan magnetisme, (d) Termoreseptor mendeteksi panas dan dingin, (e) Reseptor rasa sakit (*nociceptor*) mendeteksi rangsangan berupa racun atau kondisi bahaya.

1). Indera Pendengaran dan keseimbangan

Telinga terdiri atas tiga bagian yaitu telinga luar, telinga tengah dan telinga dalam. Pada telinga luar meliputi daun telinga dan lubang telinga yang memisahkan telinga luar dan telinga tengah. Pada telinga tengah terdiri dari tiga tulang pendengaran yaitu maleus, incus, stapes serta saluran eustachius. Saluran eustachius bersambung ke faring dan menyetarakan tekanan antara telinga tengah dan atmosfer. Telinga dalam terdiri dari saluran setengah lingkaran dan koklea (rumah siput) yang menggulung dan terlibat dalam pendengaran. Koklea

memiliki dua kanal atau saluran besar, yaitu saluran vestibula di sebelah atas dan saluran timpani di sebelah bawah. Kedua saluran ini dipisahkan oleh duktus koklea yang lebih kecil. Saluran vestibula dan timpani mengandung cairan yang disebut perilimfe, sementara duktus koklea berisi cairan yang disebut endolimfe. Struktur telinga secara lengkap dapat dilihat pada Gambar di bawah ini

Selanjutnya terjadi proses pendengaran dalam telinga. Sebelum mencapai reseptor tersebut, suara memasuki struktur telinga dengan langkah-langkah sebagai berikut : (1) Pada mulanya gelombang suara menyebabkan membran timpani bergetar dengan frekuensi yang sama dengan suara, (2) Selanjutnya tiga tulang pendengaran memperbesar dan menghantarkan getaran menuju jendela oval, (3) Getaran jendela oval menghasilkan gelombang tekanan dalam cairan perilimfe di dalam koklea, (4) Gelombang tekanan menyebabkan sel-sel rambut bergetar, (5) Mekanoreseptor dalam sel-sel rambut merespon getaran dengan membuka atau menutup saluran ion.

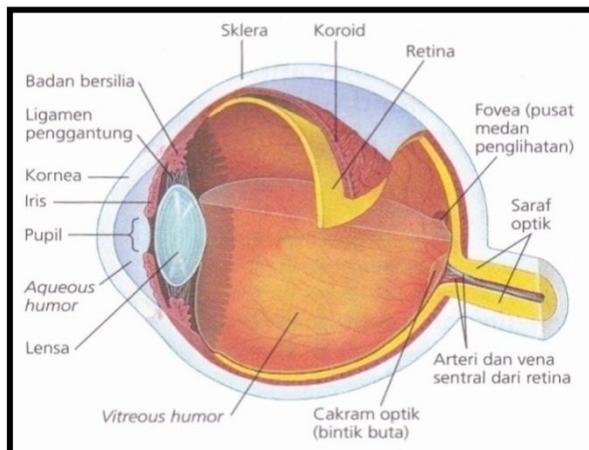


Gambar 100. Struktur Anatomi Telinga.

Indera keseimbangan secara struktural terletak dekat indera pendengaran, yaitu di bagian belakang telinga dalam yang membentuk struktur utrikel dan sakulus serta kanalis semi sirkularis.

2). Indera Penglihatan

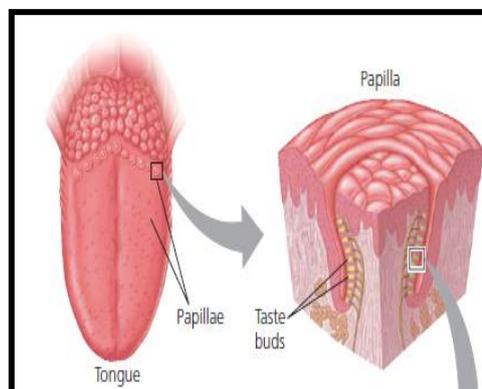
Vertebrata mempunyai mata yang terdiri atas tiga lapisan yaitu sklera, koroid dan retina. Sklera yang membentuk kornea yang transparan, yang melewatkan cahaya ke dalam mata dan bertindak sebagai lensa tetap. Koroid membentuk iris dan memberikan warna pada mata. Iris mengatur banyaknya cahaya yang masuk ke dalam pupil (lubang di tengah iris) dengan cara mengubah ukuran. Lapisan paling dalam mata dibentuk oleh neuron dan fotoreseptor dari retina. Pada retina terdapat bintik buta yaitu suatu titik di bagian luar bawah retina yang tidak memiliki fotoreseptor dimana informasi dari fotoreseptor retina meninggalkan mata pada titik ini. Struktur anatomi mata secara lengkap dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 101. Struktur Anatomi Mata Vertebrata

3). Indera Pengecapan

Manusia dan mamalia lain mengenal lima jenis rasa, yaitu asam, asin, manis, pahit dan umami (gurih). Rasa umami ditimbulkan oleh asam amino glutamat yang biasa digunakan pada penyedap rasa monosodium glutamat (MSG). MSG secara alamiah ditemukan pada daging dan keju tua, yang memberikan rasa yang terkadang disebut sedap. Sel reseptor rasa untuk manusia adalah modifikasi sel epitel yang disusun menjadi kuncup pengecapan (*taste bud*) di permukaan lidah. Struktur kuncup pengecapan lebih jelas dapat dilihat pada Gambar di bawah ini . Kuncup pengecapan mengalami penjurulan seperti puting yang disebut papila. Reseptor pada kuncup pengecap bertanggung jawab untuk mengenali kelima jenis rasa di atas. Pada manusia ada lebih dari 30 reseptor pahit yang masing-masing mampu mengenal berbagai jenis rasa pahit. Manusia juga memiliki satu jenis reseptor manis dan satu jenis reseptor umami.

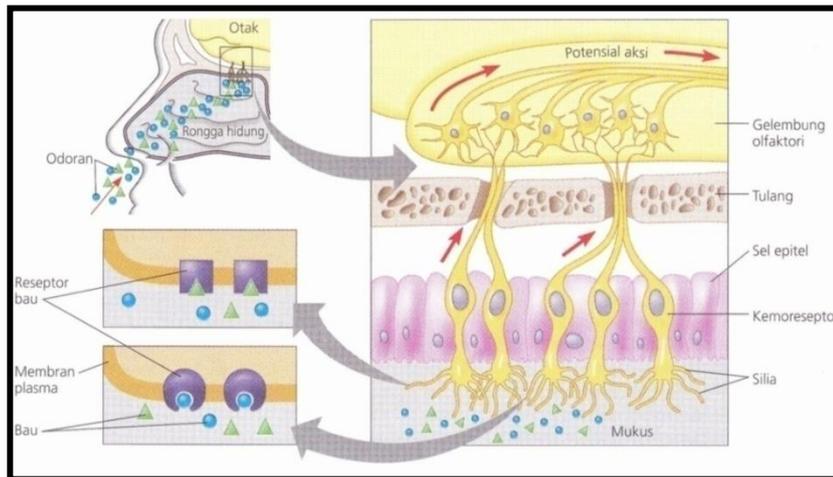


Gambar 102. Papila pada lidah

4). Indera Pembauan

Proses pembauan melibatkan sel reseptor berupa neuron yang melapisi bagian atas rongga hidung. Ujung sel reseptor mengandung silia yang memanjang ke lapisan mukus yang

melapisi rongga hidung. Zat berbau memasuki hidung dan berikatan dengan molekul reseptor spesifik pada membran plasma memicu potensial aksi. Potensial aksi dikirimkan ke neuron pada lobus penciuman otak melalui akson sel-sel reseptor. Proses pembauan yang terjadi pada hidung beserta strukturnya dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.

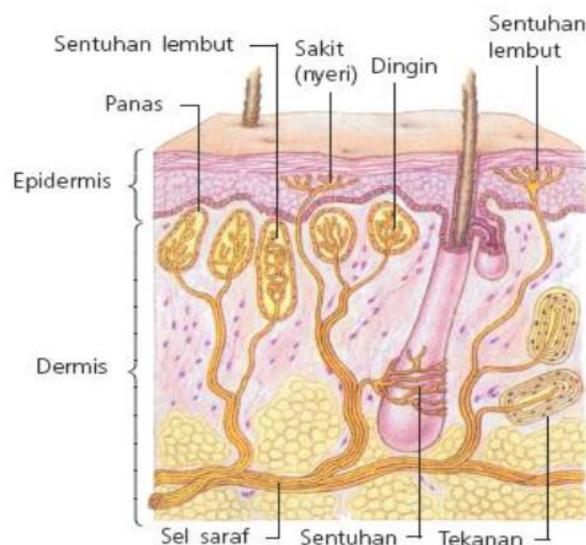


Gambar 103. Pembauan pada manusia.

5). Indera Peraba

Indera peraba berupa kulit yang terdiri dari dua lapisan yaitu lapisan epidermis dan endodermis. Pada kulit terdapat ujung saraf yang berfungsi menerima berbagai rangsangan sebagai berikut :

- Korpus Meissner terletak di dekat permukaan kulit menanggapi sentuhan.
- Korpus Pacini terletak hampir ke lapisan hypodermis menanggapi tekanan
- Korpus Ruffini terletak hampir ke lapisan hypodermis menanggapi panas
- Korpus Krause letaknya agak ke dalam menanggapi dingin
- Ujung saraf tanpa selaput didalam kulit atau didalam organ internal peka terhadap rasa sakit atau nyeri.



Gambar 104. Ujung Saraf Peraba Kulit

B. Contoh Soal dan Pembahasan

Jelaskan hubungan system saraf dan alat indera!

Jawab

Sistem saraf berperan dalam menghantarkan rangsangan, rangsangan diterima oleh indera yang berperan sebagai reseptor sebuah rangsangan.

C. Rangkuman

Sistem saraf berperan dalam menghantarkan rangsangan ke seluruh tubuh. Alat indera berperan sebagai penerima rangsangan (resptor). Ada lima indera yaitu indera penglihatan (mata), indera pendengaran (telinga), indera pengecap (lidah), indera pembau (hidung), dan indera peraba (kulit)

D. Tes Formatif

1. Fungsi umum dari system saraf adalah..
 - a. Menerima, mengolah dan menyampaikan rangsangan
 - b. Mengatur keseimbangan tubuh
 - c. Mengatur kecepatan pernapasan dan denyut jantung
 - d. Mengendalikan gerak reflex tubuh
 - e. Mengatur pertahanan tubuh
2. Reseptor yang berfungsi untuk menerima rangsangan berupa nyeri atau rasa sakit disebut..
 - a. Kemoreseptor
 - b. Mekanoreseptor
 - c. Fotoreseptor
 - d. Nociceptor
 - e. Fonoreseptor
3. Bagian mata yang berperan untuk memfokuskan cahaya agar tepat jatuh di retina adalah..
 - a. Iris
 - b. Pupil
 - c. Lensa
 - d. Kornea
 - e. Retina
4. Fungsi dari tulang-tulang pendengaran adalah..
 - a. Menerima getaran suara
 - b. Meneruskan getaran suara
 - c. Memperbesar getaran suara
 - d. Mengolah getaran suara
 - e. Memantulkan getaran suara

5. Saraf yang berperan menghantarkan rangsangan bau pada hidung disebut...
- Olfaktori
 - Optik
 - Audiotori
 - Facial
 - Okulamotor

E. Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran

- A
- D
- C
- C
- A

Pedoman penskoran :

Jawaban benar = 1

Jawaban salah = 0

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor total}} \times 100$$

EKOSISTEM

A. Uraian Materi

1. Pengertian Ekosistem

Istilah ekosistem pertama kali dikemukakan oleh Tansley (1935). Menurut Tansley ekosistem adalah hubungan timbal antara komponen biotik (tumbuhan, hewan, manusia, mikroba) dengan komponen abiotik (cahaya, udara, air, tanah, dan lain) yang membentuk suatu sistem. Sistem ini oleh Tansley disebutnya Sistem Ekologi. Komponen-komponen ekosistem merupakan suatu kesatuan yang tidak terpisahkan, jika salah satu komponen terganggu maka komponen yang lainnya cepat atau lambat akan ikut terganggu pula.

2. Komponen Ekosistem

Secara umum, komponen ekosistem terdiri dari dua komponen utama, yaitu : komponen abiotik dan komponen biotik.

a. Komponen Biotik

Komponen biotik ini berdasarkan fungsinya dalam ekosistem di bedakan atas tiga kelompok, yaitu :

- 1) Produsen, merupakan organisme autotrof yang mampu mensintesa zat organik dari anorganik, contohnya tumbuhan hijau.
- 2) Konsumen, merupakan organisme heterotrof yang menggunakan zat organik yang berasal dari hasil produksi produsen.
- 3) Pengurai, merupakan organisme yang menguraikan produsen dan konsumen yang telah mati.
- 4) Detritivor : pemakan detritus atau sisa-sisa/hancuran serta serpihan-serpihan makhluk hidup yang telah mati.



Gambar 105. Produsen, Konsumen dan Dekomposer

Ditinjau dari komponen biotiknya, tumbuhan merupakan komponen penting dalam siklus materi maupun aliran energi. Hal ini disebabkan karena tumbuhan mempunyai kemampuan untuk melakukan fotosintesis karena adanya klorofil. Sebagian bahan bakunya berupa karbondioksida dari udara dan air dari dalam tanah serta energi matahari. Hasil dari fotosintesis ini akan terbentuk karbohidrat. Karbohidrat ini dalam proses selanjutnya akan membentuk ikatan-ikatan organik yang lebih kompleks seperti, gula, protein, lemak, selulosa, dan lain-lain yang semuanya akan menjadi sumber bahan makanan bagi seluruh sistem kehidupan.

b. Komponen Abiotik

Komponen abiotik meliputi seluruh faktor-faktor tak hidup dari lingkungan yang meliputi, cahaya, air, suhu, nutrisi, dan tanah. Komponen biotik meliputi semua kehidupan seperti manusia, hewan, tumbuhan dan mikroorganisme.

- 1) Suhu, Proses biologi dipengaruhi juga oleh suhu. Mamalia dan unggas akan membutuhkan energi untuk dapat meregulasi temperatur dalam tubuh.
- 2) Air, Ketersediaan air juga dapat memengaruhi distribusi organisme. Organisme yang terdapat pada gurun beradaptasi terhadap ketersediaan air yang ada di gurun tersebut.
- 3) Garam, Konsentrasi garam juga memengaruhi kesetimbangan air dalam organisme dengan melalui osmosis. Beberapa organisme terestrial mampu untuk dapat beradaptasi di dalam lingkungan dengan kandungan garam yang tinggi.
- 4) Cahaya matahari, Intensitas serta kualitas cahaya matahari dapat memengaruhi proses fotosintesis. Air dapat menyerap cahaya sehingga yang terjadi pada lingkungan air, fotosintesis terjadi pada sekitar permukaan yang dapat dijangkau oleh cahaya matahari. Di gurun, intensitas cahaya matahari yang sangat besar dapat membuat peningkatan suhu, hal ini dapat mengakibatkan hewan dan tumbuhan tertekan.
- 5) Tanah dan batu, Karakteristik tanah yang meliputi antara lain struktur fisik,, komposisi mineral, dan pH membatasi penyebaran organisme yang berdasarkan kandungan sumber makanan di tanah.
- 6) Iklim, Iklim adalah kondisi cuaca dalam suatu daerah atau area serta dalam jangka waktu lama. Iklim makro meliputi iklim global, lokal, dan regional. Iklim mikro meliputi iklim dalam suatu daerah yang dihuni oleh beberapa komunitas tertentu.

Dalam suatu ekosistem, setiap makhluk hidup sebagai komponen biotiknya mempunyai peranan-peranan tertentu dan juga mempunyai penamaan sendiri, seperti terlihat pada tabel berikut :

Tabel 7. Macam-macam penamaan komponen biotik dalam suatu Ekosistem

No.	Dasar Penamaan	Nama Komponen
1.	Jenis makhluk hidup	Tumbuhan, herbivore, karnivora (I dan II)
2.	fungsi dalam ekosistem	Produsen, konsumen (I dan II)
3.	Jarak transfer energi	Tingkatan tropic (I,II,III,IV)

Sebagai tingkatan yang paling inklusif dalam hierarki organisasi biologi, suatu ekosistem melibatkan dua proses yang tidak dapat dijelaskan pada tingkat yang lebih rendah, yaitu aliran energy dan siklus materi. Fungsi ekosistem itu berkaitan dengan aliran energi dan siklus materi tersebut. Secara mendasar transfer energi dari energy surya dalam ekosistem terjadi melalui siklus materi/rantai makanan.

3. Jenis- Jenis Ekosistem

Secara luas ekosistem dapat dibagi atas dua kelompok besar, yaitu ekosistem daratan dan ekosistem perairan.

a. Ekosistem Daratan

Ekosistem daratan meliputi; ekosistem hutan, padang rumput, padang pasir, dan tundra. Pada ekosistem daratan da beberapa hal yang berbeda dengan perairan, antara lain dalam hal:

1. Kelembaban/air yang merupakan factor pembatas utama didaratan.

2. Variasi temperatur dan hal-hal ekstrim diudara lebih menonjol dibandingkan di air.
3. Peredaran udara lebih cepat ke seluruh bumi.
4. Tanah tidak kontiniu (sambung-menyambung) seperti lautan.

Beberapa contoh ekosistem daratan :

1. Hutan hujan tropis
Hutan hujan tropis terdapat pada daerah tropik dan subtropik. Hutan hujan tropis memiliki ciri-ciri curah hujan 200-225 cm per tahun. Spesies pepohonan relatif cukup banyak dan jenisnya berbeda tergantung letak geografisnya. Dalam hutan hujan tropis terdapat tumbuhan khas, yaitu liana atau rotan dan anggrek sebagai epifit. Hewannya antara lain, burung, kera, badak, harimau, dan burung hantu.
2. Sabana
Sabana dari daerah tropik terdapat pada wilayah yang memiliki curah hujan 40 – 60 inci per tahun, tetapi temperatur serta kelembaban masih tergantung terhadap musim. Hewan yang hidup di sabana antara lain serangga serta mamalia seperti zebra, hyena, dan singa.
3. Padang rumput
Padang rumput terdapat di daerah yang terbentang dari daerah tropik ke subtropik. Ciri-ciri padang rumput adalah memiliki curah hujan sekitar 25-30 cm per tahun, hujan turun secara tidak teratur, porositas atau peresapan air yang tinggi, dan drainase aliran air yang cepat. Tumbuhan yang terdapat pada padang rumput terdiri atas tumbuhan terna dan rumput. Hewannya antara lain: bison, serigala, anjing liar, zebra, gajah, jerapah, serangga, dan sebagainya.
4. Gurun
Gurun terdapat pada daerah tropik yang berbatasan dengan padang rumput. Ekosistem gurun memiliki ciri-ciri gersang dan curah hujan rendah sekitar 25 cm/tahun. Perbedaan suhu yang terjadi antara siang dan malam sangat besar. Dijumpai pula tumbuhan menahun berdaun seperti kaktus atau tak berdaun dan memiliki akar yang cukup panjang serta mempunyai jaringan yang dapat menyimpan air. Hewan yang hidup di gurun seperti ular, kalajengking, dan beberapa hewan nokturnal lainnya.
5. Hutan gugur
Hutan gugur terdapat pada daerah beriklim sedang yang memiliki 4 musim dan memiliki ciri-ciri curah hujan merata sepanjang tahun. Jenis pohon dalam ekosistem hutan gugur sedikit dan tidak terlalu rapat. Hewan yang terdapat di ekosistem hutan gugur antara lain rusa, rubah, beruang, dan rakun.
6. Taiga
Taiga terdapat dibelahan bumi sebelah utara dan pegunungan daerah tropik. Taiga memiliki ciri-ciri suhu di musim dingin yang rendah. Hutan taiga seperti konifer, pinus, dan sejenisnya. Hewan yang hidup di taiga antara lain moose, beruang hitam, dan burung-burung yang bermigrasi ke selatan pada saat musim gugur.
7. Tundra
Tundra terdapat pada belahan bumi sebelah utara dalam lingkaran kutub utara serta terdapat di puncak gunung tinggi. Pertumbuhan tanaman di daerah tundra hanya sekitar 60 hari. Contoh tumbuhan pada ekosistem tundra yang dominan adalah sphagnum, liken, tumbuhan perdu, dan rumput alang-alang.



Gambar 106. Jenis-Jenis Ekosistem Daratan

b. Ekosistem Perairan

Ekosistem perairan dibagi atas ekosistem air tawar, air laut dan estuari. Air tawar terbagi pula atas dua macam ekosistem, yaitu air tergenang (lentik) dan air mengalir (lotik). Pada air tawar ada beberapa faktor yang merupakan faktor pembatas yaitu:

1. Suhu
2. Turbiditas/kekeruhan
3. Arus
4. Gas terlarut dalam air
5. Transpirasi

Jenis-Jenis Ekosistem Perairan :

A. Ekosistem air tawar

Ciri-ciri ekosistem air tawar antara lain memiliki variasi suhu yang tidak menyolok, penetrasi cahaya yang kurang, serta terpengaruh oleh iklim dan cuaca. Macam tumbuhan yang terbanyak pada ekosistem air tawar adalah jenis ganggang, sedangkan tumbuhan yang lainnya adalah tumbuhan biji.

B. Ekosistem air laut

Habitat laut ditandai oleh salinitas atau kadar garam yang tinggi dengan ion Cl^- dapat mencapai 55% terutama pada daerah laut tropik, hal ini karena disana memiliki suhu yang tinggi dan penguapan yang sangat besar. Pada daerah tropik, suhu laut dapat berkisar $25^{\circ}C$. Terjadinya perbedaan suhu bagian atas dengan bagian bawah tinggi dan terdapat batas antara lapisan tersebut yang disebut dengan termoklin.

C. Ekosistem estuari

Estuari atau muara merupakan tempat bersatunya sungai dengan air laut. Estuari sering dipagari dengan lempengan lumpur intertidal yang cukup luas. Ekosistem estuari memiliki produktivitas yang sangat tinggi serta memiliki banyak nutrisi. Komunitas tumbuhan yang dapat hidup di estuari antara lain rumput rawa garam, fitoplankton, dan ganggang. Komunitas hewannya seperti cacing, ikan, kerang, dan kepiting.



Gambar 107. Ekosistem Estuari

D. Ekosistem sungai

Sungai adalah suatu badan air yang mengalir pada satu arah. Air sungai dingin serta jernih dan memiliki sedikit kandungan sedimen. Aliran air dan gelombang secara konstan dapat memberikan oksigen pada air. Ekosistem sungai dihuni oleh beberapa hewan seperti gurame, kura-kura, dan sebagainya.

4. Adaptasi

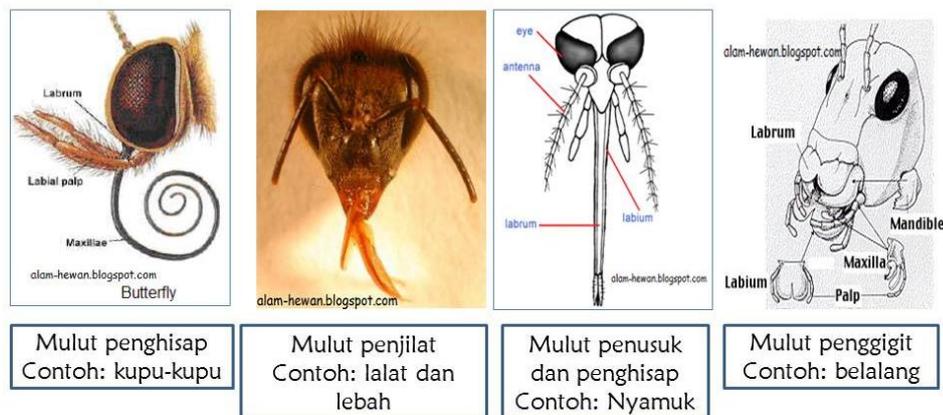
Adaptasi merupakan penyesuaian diri makhluk hidup terhadap lingkungannya. Adaptasi bertujuan untuk mempertahankan kelangsungan hidup organisme. Adaptasi terdiri dari beberapa jenis yaitu :

1. Adaptasi Morfologi

Adaptasi Morfologi adalah penyesuaian struktur alat tubuh luar suatu organisme terhadap lingkungan tempat hidupnya. Beberapa contoh adaptasi morfologi pada tumbuhan :

- a. Tumbuhan Hidrofit = habitat di air, daun tipis dan lebar untuk mempercepat penguapan, contoh : teratai.
- b. Tumbuhan Xerofit = habitat ditempat kering, daun mereduksi menjadi duri untuk mengurangi penguapan, contoh : Kaktus.
- c. Tumbuhan Higrofit = habitat di tempat lembab, daun lebar dan stomata banyak untuk mempercepat penguapan, pengeluaran air melalui lubang gutatoda (gutasi), contoh : talas.

Adaptasi Morfologi pada hewan contohnya pada mulut serangga.



Gambar 108. Adaptasi Morfologi pada Mulut Serangga

2. Adaptasi Fisiologi

Adaptasi Fisiologi adalah penyesuaian fungsi alat tubuh bagian dalam suatu organisme terhadap lingkungan tempat hidupnya. Beberapa contoh adaptasi fisiologi antara lain :

- Herbivora dapat mencerna rumput atau daun yang banyak mengandung serat (selulosa) dengan bantuan bakteri penghasil selulase. Selulase merupakan enzim yang mengubah selulosa menjadi zat gula
- Manusia di dataran tinggi memiliki sel darah merah dan hemoglobin lebih banyak.
- Ketajaman indra penglihatan burung hantu di malam hari.
- Ketajaman indra penciuman anjing
- Ketajaman indra pendengaran kelelawar di malam hari
- Teredo navalis* yang hidup di kayu galangan kapal dapat mencerna kayu dengan bantuan bakteri selulolitik pada saluran pencernaannya

3. Adaptasi Tingkah Laku

Adaptasi tingkah laku merupakan penyesuaian tingkah laku suatu organisme terhadap lingkungan tempat hidupnya. Beberapa contoh adaptasi tingkah laku antara lain :

- Adaptasi tingkah laku pada anak rayap, anak rayap menjilati dubur induk untuk memperoleh flagellata penghasil enzim selulase yang membantu mencerna makanan berupa kayu.

- b. Adaptasi tingkah laku pada mamalia air, paus muncul ke permukaan air untuk menghirup oksigen

Beberapa contoh adaptasi tingkah laku pada makhluk hidup seperti pada gambar di bawah ini :

Mimikri



Menggugurkan daun



Autotomi



Gambar 109. Adaptasi Tingkah Laku

B. Contoh Soal dan Pembahasan

Jelaskan pengertian ekosistem!

Jawab

Ekosistem merupakan kesatuan atau interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungannya.

C. Rangkuman

Ekosistem merupakan hubungan timbal balik antara makhluk hidup dan lingkungannya. Komponen ekosistem terdiri dari komponen biotik (hidup) seperti tumbuhan, hewan, jamur, dan sebagainya dan komponen abiotik (tidak hidup) seperti air, suhu, cahaya, dan sebagainya. Peran komponen biotik antara lain produsen, konsumen, detritivor dan decomposer. Jenis-jenis ekosistem meliputi ekosistem perairan seperti ekosistem air laut, ekosistem air tawar, ekosistem estuary dan ekosistem daratan seperti ekosistem hutan hujan tropis, gurun, taiga, tundra. Adaptasi merupakan penyesuaian diri makhluk hidup terhadap lingkungan. Adaptasi terdiri atas adaptasi morfologi, adaptasi fisiologi dan adaptasi tingkah laku.

D. Tes Formatif

1. Bakteri dan jamur merupakan komponen biotik yang mempunyai peran sebagai...
 - a. Produsen
 - b. Konsumen
 - c. Decomposer
 - d. Detritivore

- e. Predator
- 2. Suatu ekosistem darat dengan ciri curah hujan rendah dan terjadi perbedaan suhu yang tinggi antara siang dan malam merupakan ciri dari bioma..
 - a. Hutan hujan tropis
 - b. Taiga
 - c. Tundra
 - d. Savanna
 - e. Gurun
- 3. Contoh dari detritivore adalah...
 - a. Tumbuhan
 - b. Cacing tanah
 - c. Bakteri
 - d. Ayam
 - e. Tikus
- 4. Yang menjadi factor pembatas pada ekosistem perairan adalah...
 - a. Suhu
 - b. Cahaya
 - c. pH
 - d. Tekanan udara
 - e. Kelembapan
- 5. Ikan air tawar menghasilkan banyak urin dan sedikit minum merupakan contoh dari adaptasi...
 - a. Morfologi
 - b. Fisiologi
 - c. Tingkah laku
 - d. Mimikri
 - e. Kamuflase

E. Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran

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

Pedoman penskoran :

Jawaban benar = 1

Jawaban salah = 0

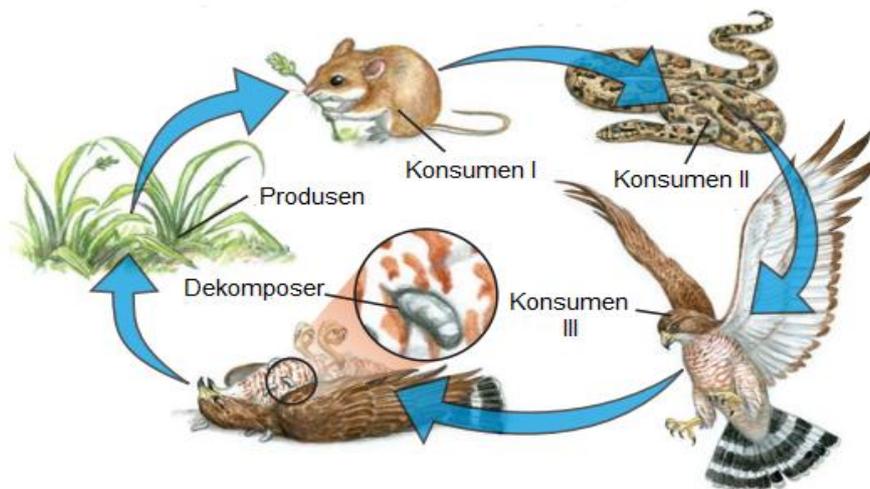
$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor total}} \times 100$$

SALING KETERGANTUNGAN ANTAR KOMPONEN EKOSISTEM

A. Uraian Materi

1. Rantai Makanan

Dalam suatu ekosistem terjadi proses makan dimakan yang merupakan satu alur dikenal sebagai rantai makanan. Rangkaian makan dimakan yang disebut rantai makanan dapat terjadi di ekosistem manapun. Rangkaian makan yang satu alur terjadi bila satu macam produsen dimakan oleh satu macam konsumen pertama dan pada gilirannya dimakan oleh satu macam konsumen kedua.

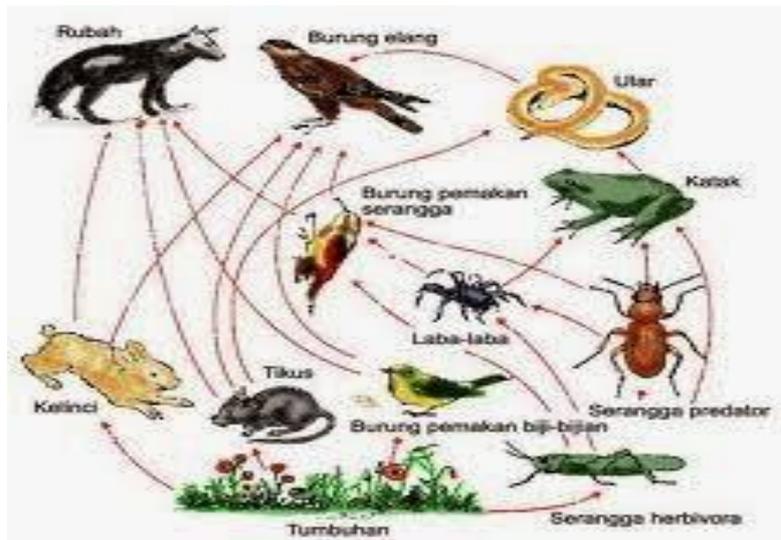


Gambar 110. Rantai Makanan

Makan dimakan ini mungkin tidak akan berhenti pada konsumen kedua karena ada konsumen yang makan konsumen kedua tadi yang dalam hal ini disebut konsumen ketiga. Pada akhirnya semua makhluk yang menjadi bagian dari suatu rangkaian makan dimakan tadi akan mati dan semuanya akan diuraikan oleh pengurai yang disebut dengan konsumen puncak, yakni konsumen yang menjadi pemakan terakhir. Konsumen terakhir tersebut merupakan konsumen puncak karena tidak ada yang memakannya, hal ini tergantung pada produsen dan konsumennya.

2. Jaring-jaring makanan

Pada kenyataannya di alam ini tidak pernah terjadi bahwa satu macam produsen hanya dimakan oleh satu macam konsumen pertama. Yang sering terjadi adalah satu macam produsen dimakan oleh beberapa macam konsumen pertama dan satu macam konsumen pertama dimakan oleh beberapa konsumen kedua. Demikian pula satu macam konsumen tidak hanya tergantung pada satu macam makanan saja. Pada umumnya kambing tidak hanya makan rumput tetapi juga makan dedaunan beberapa jenis tumbuhan. Daun-daun yang menjadi makanan kambing dapat juga menjadi makanan ulat, belalang atau beberapa herbivor lain.



Gambar 111. Jaring-Jaring Makanan

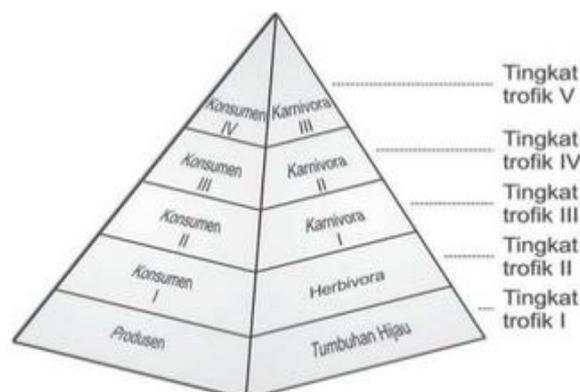
Apabila diperhatikan dengan seksama ternyata hubungan makanan yang saling berhubungan tersebut dinamakan jaring-jaring makanan. Seperti halnya rantai makanan, jaring-jaring makanan juga dapat ditemui dalam ekosistem darat dan air.

3. Piramida Ekologi

1. Pengertian Piramida Ekologi

Piramida ekologi adalah gambaran susunan antar trofik dapat disuse berdasarkan kepadatan populasi, berat kering, maupun kemampuan menyimpan energi pada tiap trofik. Struktur trofik dapat disusun secara urut sesuai hubungan makan dan dimakan antar trofik yang secara umum memperlihatkan bentuk kerucut atau piramid.

Piramida ekologi ini berfungsi untuk menunjukkan gambaran perbandingan antar trofik pada suatu ekosistem. Dalam pyramid ekologi jumlah tiap kelompok komponen biotik digambarkan dalam bentuk balok melintang. Panjang balok melintang sebanding dengan jumlah komponen biotik yang digambarkan. Pada tingkat pertama ditempati produsen sebagai dasar dari piramida ekologi, selanjutnya konsumen primer, sekunder, tersier sampai konsumen puncak. Ketika organisme autotrof (produsen) dimakan oleh herbivora (konsumen I), maka energi yang tersimpan dalam produsen (tumbuhan) berpindah ke tubuh konsumen I (pemakannya) dan konsumen II akan mendapatkan energi dari memakan konsumen I, dan seterusnya. Setiap tingkatan pada rantai makanan itu disebut taraf trofi.



Gambar 112. Piramida ekologi

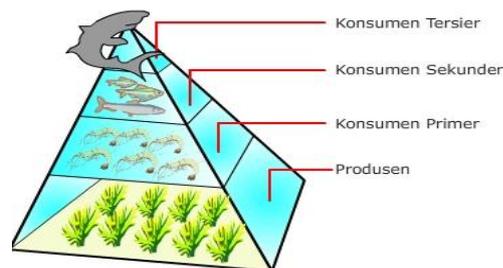
Ada beberapa tingkatan taraf trofi pada rantai makan sebagai berikut Tingkat taraf trofi 1 : organisme dari golongan produsen (produsen primer) Tingkat taraf trofi 2 : organisme dari golongan herbivora (konsumen primer) Tingkat taraf trofi 3 : organisme dari golongan karnivora (konsumen sekunder) Tingkat taraf trofi 4 : organisme dari golongan karnivora (konsumen predator)

Di dalam rantai makanan tersebut, tidak seluruh energi dapat dimanfaatkan, tetapi hanya sebagian yang mengalami perpindahan dari satu organisme ke organisme lainnya, karena dalam proses transformasi dari organisme satu ke organisme yang lain ada sebagian energi yang terlepas dan tidak dapat dimanfaatkan. Misalnya, tumbuhan hijau sebagai produsen menempati taraf trofi pertama yang hanya memanfaatkan sekitar 1% dari seluruh energi sinar matahari yang jatuh di permukaan bumi melalui fotosintesis yang diubah menjadi zat organik. Jika tumbuhan hijau dimakan organisme lain (konsumen primer), maka hanya 10% energi yang berasal dari tumbuhan hijau dimanfaatkan oleh organisme itu untuk pertumbuhannya dan sisanya terdegradasi dalam bentuk panas terbuang ke atmosfer. Selama keadaan produsen dan konsumen-konsumen tetap membentuk piramida, maka keseimbangan alam dalam ekosistem akan terpelihara.

2. Macam-macam piramida ekologi

a. Piramida Jumlah

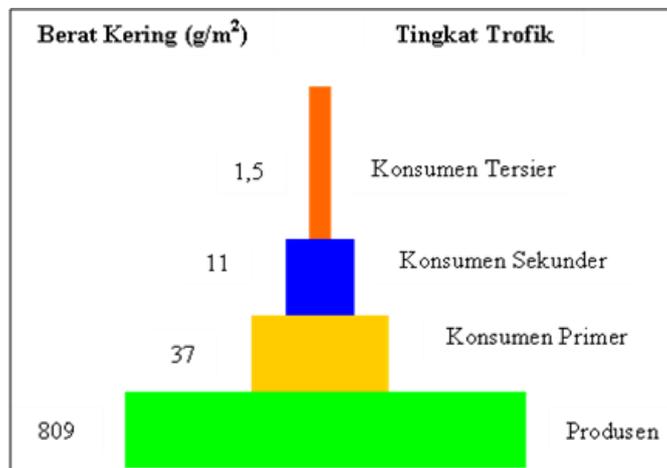
yaitu piramida yang menggambarkan hubungan kepadatan populasi / jumlah individu antar tingkatan trofi.



Gambar 113. Piramida Jumlah

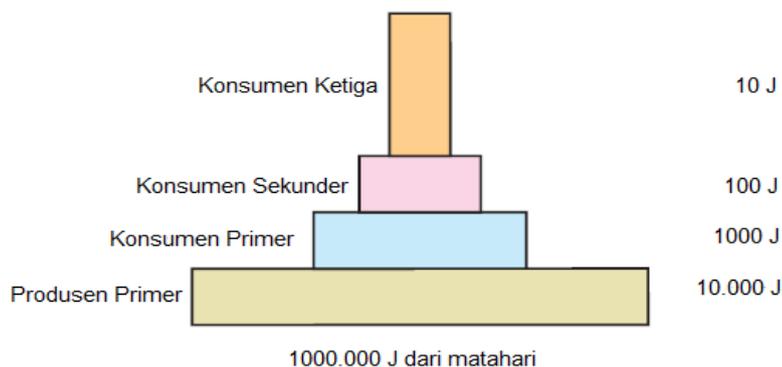
b. Piramida Biomassa

yaitu piramida yang menggambarkan jumlah biomassa antar tingkatan trofi. Biomassa adalah jumlah berat kering dariseluruh organisme dalam suatu ekosistem.



Gambar 114. Piramida Biomassa

c. Piramida Energi



Gambar 115. Piramida Energi

Piramida Energi yaitu piramida yang menggambarkan jumlah energi yang dimiliki setiap tingkatan trofi. dalam ekosistem. Piramida ini memiliki beberapa keuntungan antara lain:

- 1) Dapat memperhitungkan kecepatan produksi, Berat dua species yang sama belum tentu memiliki energi yang sama,
- 2) Dapat digunakan untuk membandingkan berbagai macam ekosistem, Masukan energi matahari dapat ditambahkan pada dasar piramida energi.

4. Pola Interaksi Organisme

Interaksi adalah hubungan antar organisme yang satu dengan yang lainnya, sedangkan didalam suatu ekosistem interaksi tidak hanya berupa hubungan makan dan dimakan. Namun, didalam ekosistem ada juga interaksi yang bukan merupakan hubungan makan dimakan. Hubungan makan dimakan dikenal sebagai hubungan predasi. Pembagian hubungan lain yang bukan merupakan makan dimakan dikenal dengan namasimbiosis dan kompetisi.

1. Predasi

Yaitu interaksi organisme dimana suatu makhluk hidup memakan makhluk hidup yang lain. Sedangkan yang dimaksud dengan hubungan predasi yakni hubungan antara organisme yang memangsa dan organisme yang dimangsa. Contohnya adalah hubungan antara Zebra dengan singa. Meskipun tampaknya kejam, hubungan predasi diperlukan untuk mengendalikan.



Gambar 116. Singa memangsa Zebra (predasi)

2. Kompetisi

Yaitu interaksi antar makhluk hidup yang saling bersaing untuk mendapatkan makanan. Kompetisi ini terjadi karena adanya lebih dari satu macam organisme yang membutuhkan bahan yang sama dari lingkungannya. Meskipun demikian kompetisi akan terjadi meskipun tidak ada kontak langsung antara yang berkompetisi.

3. Simbiosis

Yaitu bentuk hubungan antara dua jenis makhluk hidup yang bersifat langsung dan erat. Dalam hal ini ada beberapa macam hubungan simbiosis, yakni

- a. Komensalisme, yaitu bentuk hubungan yang satu untung dan yang lain tidak dirugikan. Contohnya: Tanaman anggrek yang hidup menempel pada pohon manga.
- b. Mutualisme, yaitu bentuk hubungan yang sama-sama untung. Dapat dikatakan demikian karena apabila pada suatu interaksi dua macam organisme yang melakukan persekutuan hidup masing-masing mendapat keuntungan. Contohnya: Bunga dan kupu-kupu.



Gambar 117. Simbiosis Mutualisme antara bunga dan kupu-kupu

Parasitisme, yaitu bentuk hubungan yang satu untung dan yang lain dirugikan. Dapat dikatakan demikian karena apabila suatu jenis organisme hidup bersama dengan organisme lain dan mengambil makanannya dari makhluk lain dan atau makhluk yang ditumpanginya. Parasite pada umumnya lebih kecil dari inangnya, dan menjalani masa hidupnya sebagian besar atau seluruhnya pada inang tersebut. Selama parasite menempel pada inang selama itu pula ia mengambil makanan darinya. Contohnya: Benalu dan pohon mangga Kutu dan manusia atau kerbau

B. Contoh Soal dan Pembahasan

Dalam suatu rantai makanan di sawah, apakah yang akan terjadi jika ular dibasmi!

Jawab

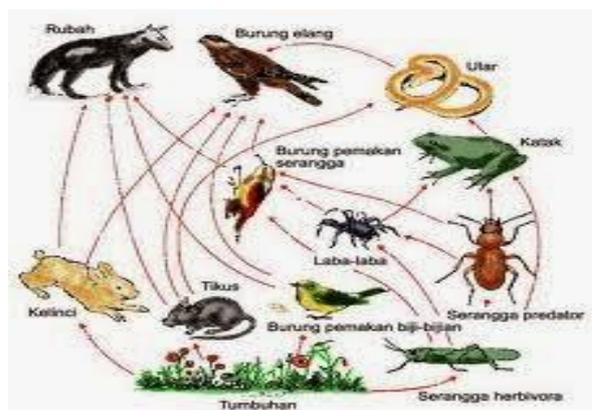
Rantai makanan di sawah terdiri dari padi-tikus-ular-elang, jika ular dibasmi maka tikus akan semakin banyak serta elang akan semakin sedikit karena kehilangan sumber makanan.

C. Rangkuman

Saling ketergantungan antar makhluk hidup terdiri dari rantai makanan dan jaring-jaring makanan. Piramida ekologi terdiri dari piramida jumlah, piramida biomassa, piramida energi. Pola interaksi terdiri dari predasi, kompetisi dan symbiosis.

D. Tes Formatif

1. Perhatikan jaring-jaring makanan di bawah ini :



Peran Burung elang pada jaring-jaring makanan di atas adalah...

- Konsumen 1, 2 dan 3
 - Konsumen 2, 3, dan 4
 - Konsumen 3, 4, dan 5
 - Konsumen 3 dan 4
 - Konsumen 4, 5 dan 6
2. Hewan tikus pada soal nomor 1 berada pada tingkat trofik
- 1
 - 2
 - 3

- d. 4
 - e. 5
3. Keuntungan dari piramida energi adalah...
 - a. Dapat digunakan untuk membandingkan berbagai macam ekosistem
 - b. Dapat digunakan untuk menghitung jumlah
 - c. Dapat digunakan untuk menghitung massa
 - d. Lebih mudah dihitung
 - e. Lebih mudah diamati
 4. Hubungan antara anggrek dan pohon termasuk ke dalam...
 - a. Simbiosis mutualisme
 - b. Symbiosis komensalisme
 - c. Symbiosis parasitisme
 - d. Simbiosis Amensalisme
 - e. Kompetisi Intraspesifik
 5. Hubungan antara bakteri E. coli di usus manusia merupakan contoh dari hubungan...
 - a. Simbiosis mutualisme
 - b. Symbiosis komensalisme
 - c. Symbiosis parasitisme
 - d. Simbiosis Amensalisme
 - e. Kompetisi Intraspesifik

E. Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran

1. C
2. B
3. A
4. B
5. A

Pedoman penskoran :

Jawaban benar = 1

Jawaban salah = 0

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor total}} \times 100$$

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiana, I Gusti Ayu Tri, 2014. *Konsep Dasar IPA Aspek Biologi*. Yogyakarta : Penerbit Ombak.
- Aryulina, Diah. 2007. *Biologi 2 SMA dan MA untuk Kelas XI*. Jakarta : Esis.
- Campbell, Neil. A., Jane B. Reece dan Lawrence G. Mitchell. 2008. *Biologi Jilid II Edisi Delapan*. Jakarta : Erlangga.
- Campbell, Neil. A., Jane B. Reece dan Lawrence G. Mitchell. 2008. *Biologi Jilid III Edisi Delapan*. Jakarta : Erlangga.
- Koes, Supriyono, 1999. *Konsep-Konsep Dasar IPA*. Jakarta : Depdikbud.
- Sri. Y. M, dkk. 2006. *Konsep Dasar IPA*. Bandung : UPI Press.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 2007. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta : UGM Press.
- Syamsuri, Istamar. 2004. *Biologi Untuk SMA Kelas XI*. Jakarta : Erlangga