



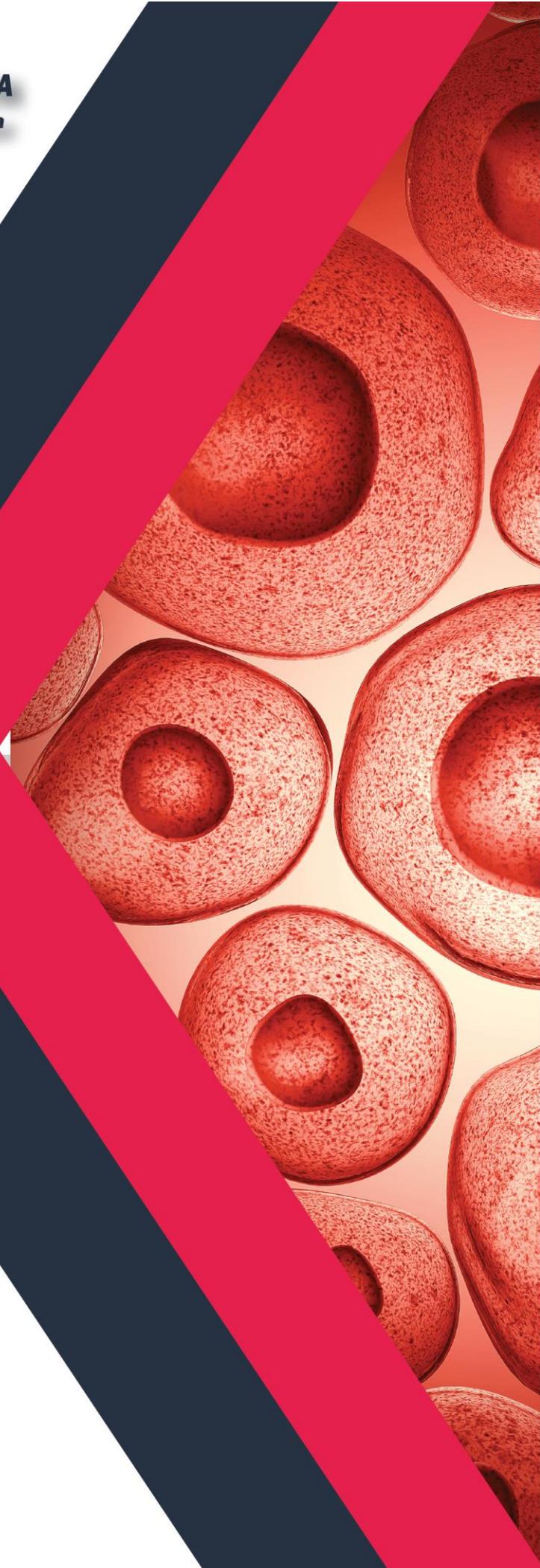
SMA MUHAMMADIYAH 1 YOGYAKARTA
Sekolah Kader Muhammadiyah dan Pemimpin Bangsa

Modul Pembelajaran **BIOLOGI**

Disusun oleh :
Ria Fitriani Hadi, M.Pd
Yani Apryani, S.Pd., Gr

Untuk Kalangan Sendiri

KELAS
XI
Semester 1



KATA PENGANTAR KEPALA SEKOLAH SMA MUHAMMADIYAH 1 YOGYAKARTA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan berbagai nikmat karunia kepada kita semua, sholawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikutnya sampai akhir zaman.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah disebutkan guru dalam menyusun perencanaan pembelajaran meliputi penyusunan rencana pelaksanaan pembelajaran dan penyiapan media dan sumber belajar, perangkat penilaian pembelajaran, dan skenario pembelajaran.

Salah satu bentuk sumber belajar dan bahan ajar adalah buku, modul, ensiklopedia, dan bentuk cetakan lainnya. Modul sebagai salah satu bahan ajar berbentuk cetak maupun *softfile* sangat baik digunakan dalam pembelajaran terutama saat pembelajaran *online*. Sehubungan dengan hal tersebut, maka penyusunan modul yang dilakukan oleh guru SMA Muhammadiyah 1 Yogyakarta bertujuan agar peserta didik dapat belajar secara mandiri. Dengan pembelajaran *online* karena kondisi pandemi covid 19 ini, keberadaan modul diharapkan dapat membantu siswa belajar.

Modul yang disusun berdasarkan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan SMA Muhammadiyah 1 Yogyakarta pada kondisi khusus (darurat pandemi covid 19). Selain membantu peserta didik dapat belajar secara mandiri dan disusun memuat materi pembelajaran yang jelas dan terperinci, peserta didik juga dapat melakukan evaluasi pembelajaran sehingga dapat mengetahui sejauh mana kemampuan penguasaan materi dari pembelajaran yang sudah mereka lakukan sendiri serta dapat digunakan sebagai salah satu rujukan atau referensi untuk materi pelajaran tertentu dan yang berkaitan.

Kepada Bapak/Ibu guru SMA Muhammadiyah 1 Yogyakarta yang sudah menyelesaikan penyusunan modul ini kami ucapkan selamat dan terimakasih, semoga modul ini dapat digunakan oleh peserta didik sebagai sumber belajar dan bahan ajar sehingga peserta didik SMA Muhammadiyah 1 Yogyakarta dapat belajar secara mandiri untuk mengembangkan potensi akademiknya. Semoga Allah SWT meridhloi kita semua. Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Kepala Sekolah,



Drs. H. Harymugroho, M.Pd.
NIP. 196502111990031005

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga kami sebagai penyusun mampu menyelesaikan Modul Biologi Kelas XI Semester 1 ini. Pembuatan modul ini memiliki tujuan sebagai salah satu bahan ajar penunjang yang dapat digunakan oleh peserta didik SMA Muhammadiyah 1 Yogyakarta pada mata pelajaran Biologi kelas XI semester 1. Selain itu dengan disusunnya modul ini, maka diharapkan dapat membantu peserta didik SMA Muhammadiyah 1 Yogyakarta dalam proses pembelajaran serta dapat mengembangkan kompetensinya agar kelak mampu memahami dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.

Penyusunan materi dalam modul ini telah disesuaikan dengan pelaksanaan kurikulum 2013 pada satuan pendidikan dalam kondisi khusus. Oleh sebab itulah kompetensi dasar dan kompetensi intinya diambil berdasarkan SK KaBalitbang No 018-2020 disesuaikan dengan materi esensial yang diambil dalam kondisi khusus. Setiap kegiatan dalam modul ini terdiri dari 1 kompetensi dasar yang berisikan rangkuman singkat materi, kegiatan latihan dan tes formatif.

Dalam penyusunannya, modul Biologi kelas XI Semester 1 ini disusun oleh 2 guru Biologi SMA Muhammadiyah 1 Yogyakarta yaitu : Ibu Ria Fitriani Hadi,M.Pd (Jaringan Hewan, Sistem Peredaran Darah dan Sistem Pencernaan) dan Ibu Yani Apriyani,S.Pd.,Gr (Sel, Jaringan Tumbuhan dan Sistem Gerak). Kami sebagai tim penyusun menyadari bahwa modul ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itulah penyusun mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun guna meningkatkan kualitas modul nantinya. Akhir kata, penyusun mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penulisan, penyusunan hingga penerbitan modul ini.

Yogyakarta, 28 Juni 2021

Penyusun

DAFTAR ISI

COVER	.....	i
KATA PENGANTAR KEPALA SEKOLAH	.....	ii
KATA PENGANTAR	.....	iii
DAFTAR ISI	.....	iv
PENDAHULUAN	.....	v
BAB 1.SEL		
A. Pengertian Sel	.....	1
B. Sejarah Penemuan dan Teori Sel	.....	1
C. Komponen Kimiawi Penyusun Sel	.....	3
D. Struktur Sel dan Fungsinya	.....	4
E. Perbedaan Sel Hewan dan Tumbuhan	.....	15
F. Sistem Endokrin	.....	15
BAB 2 JARINGAN TUMBUHAN		
A. Jaringan Meristem	.....	22
B. Jaringan Permanen	.....	24
C. Jaringan Pengangkut	.....	27
D. Organ Tumbuhan	.....	28
BAB 3. JARINGAN HEWAN		
A. Pendahuluan	.....	38
B. Jaringan Hewan	.....	39
C. Jaringan Saraf	.....	42
BAB 4. SISTEM GERAK		
A. Pendahuluan	.....	47
B. Rangka Tubuh	.....	47
C. Persendian	.....	55
D. Struktur Otot Rangka	.....	58
E. Mekanisme Kerja Otot	.....	58
F. Sifat Kerja Otot Rangka	.....	59
G. Gangguan Pada Sistem Gerak	.....	61
BAB 5. SISTEM PEREDARAN DARAH		
A. Pendahuan	.....	68
B. Sistem Peredaran darah manusia	.....	69
C. Sirkulasi Darah	.....	75
D. Gangguan Sistem Peredaran Darah	.....	75
E. Teknologi Kesehatan	.....	76
BAB 6. SISTEM PENCERNAAN		
A. Pendahuluan	.....	81
B. Makanan	.....	82
C. Sistem Pencernaan Manusia	.....	86
D. Gangguan Sistem Pencernaan	.....	95
SOAL EVALUASI	.....	101
PENUTUP	.....	113
DAFTAR PUSTAKA	.....	114

PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Biologi merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari makhluk hidup dan kehidupannya. Selama ini pembelajaran Biologi identik dengan hafalan, karena banyak istilah-istilah asing yang dipelajari. Padahal tidak hanya sekedar itu, banyak hikmah dan nilai yang bisa kita dapatkan dari mempelajari makhluk hidup dan kehidupannya. Melalui pembelajaran biologi kita dapat mengetahui banyak hal mengenai proses yang terjadi didalam tubuh kita dan makhluk hidup lainnya.

Pada pembelajaran Biologi semester 1 ini, anda akan mempelajari dan memahami mengenai berbagai macam topic yaitu sel, jaringan tumbuhan, jaringan hewan, system gerak, system sirkulasi dan system pencernaan

Peserta didik akan mempelajari materi per KD yang terangkum dalam modul ini sebanyak enam KD. Dengan memperhatikan dan mengikuti penjelasan didalam modul ini insya Allah akan dapat menambah pemahaman peserta didik tentang materi yang disajikan. Tentunya dengan diadakan keaktifan dan pengembangan dalam materi sehingga akan tercapai hasil yang optimal.

B. Petunjuk Penggunaan Modul

Supaya anda berhasil mencapai kompetensi dalam mempelajari modul ini maka ikuti petunjuk-petunjuk berikut.

1. Bacalah kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi pada modul. Hal ini akan memberi anda arah dan petunjuk dari kemampuan yang akan diperoleh setelah mempelajari modul ini.
2. Bacalah modul ini secara berurutan dan pahami isinya terlebih dahulu.
3. Pelajari permasalahan dengan seksama sesuai pemahaman anda dan bukan menghafalkan.
4. Laksanakan semua tugas-tugas yang ada dalam modul ini agar kompetensi anda berkembang sesuai dengan kompetensi yang diharapkan.
5. Setiap mempelajari materi, anda dapat memulai dari menguasai pengetahuan pendukung (uraian materi) melaksanakan tugas-tugas, dan mengerjakan lembar latihan.
6. Nilailah pekerjaan bersama fasilitator / guru secara jujur untuk mengukur kemampuan anda dalam menguasai kompetensi / sub kompetensi.
7. Konsultasikan dengan guru apabila anda mengalami kesulitan dalam mempelajari modul ini.
8. Sebelum memulai pembelajaran jangan lupa untuk berdoa terlebih dahulu.

SEL

1.1 KOMPETENSI DASAR DAN IPK

Kompetensi Dasar

- 3.1 Memahami tentang komponen kimiawi penyusun sel, ciri hidup pada sel yang ditunjukkan oleh struktur, fungsi dan proses yang berlangsung di dalam sel sebagai unit terkecil kehidupan.
- 4.1 Menyajikan model/charta/gambar/ yang merepresentasikan pemahamannya tentang struktur dan fungsi sel sebagai unit terkecil kehidupan.

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

- 3.1.1 Menemukan informasi mengenai sejarah penemuan sel dan teori sel
- 3.1.2 Menjelaskan komponen kimiawi penyusun sel
- 3.1.3 Menjelaskan struktur dan fungsi bagian-bagian sel
- 3.1.4 Menjelaskan kegiatan sel sebagai unit struktural dan fungsional makhluk hidup
- 3.1.5 Menganalisis proses yang berlangsung di dalam sel sebagai unit terkecil kehidupan.
- 4.1.1 Menyajikan hasil pengamatan mikroskopik struktur sel hewan dan sel tumbuhan sebagai unit terkecil kehidupan

1.2 MATERI

A. Pengertian Sel

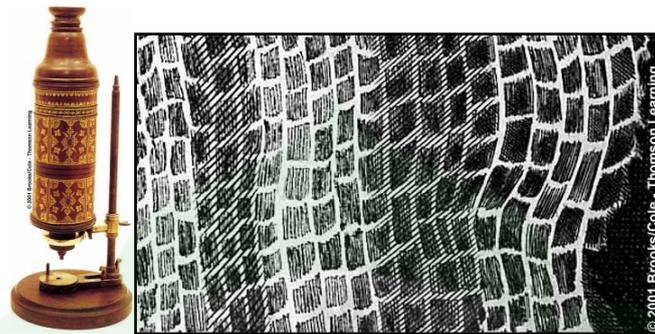
Sel berasal dari kata latin *cella* yang berarti ruangan kecil. Sel merupakan unit struktural dan fungsional terkecil dari makhluk hidup yang dapat melaksanakan kehidupan. Sel memiliki peranan penting dalam kehidupan makhluk hidup karena didalamnya terjadi sebuah proses kehidupan seperti respirasi, perombakan, penyusunan, reproduksi melalui pembelahan sel dan peka terhadap rangsangan.

Secara structural, tubuh makhluk hidup tersusun dari sel-sel sehingga sel disebut **satuan structural** makhluk hidup. Secara fungsional sel dapat menyelenggarakan kehidupan jika sel-sel penyusunnya berfungsi. Jadi, kegiatan tiap-tiap sel itulah yang membentuk organisme. Oleh karena itu, sel disebut sebagai **satuan fungsional** makhluk hidup. Sel mengandung materi genetik, yaitu materi penentu sifat-sifat makhluk hidup. Dengan adanya materi genetik ini sifat makhluk hidup dapat diwariskan kepada keturunannya. Semua sel makhluk hidup mampu berkembang biak untuk memperbanyak diri. Perkembang biakan itu dilakukan melalui pembelahan sel baik pada organisme ber sel tunggal maupun organisme ber sel banyak.

B. Sejarah Penemuan dan Teori Sel

Sel mempunyai dimensi yang relatif kecil, maka penemuan sel baru terjadi setelah ditemukan mikroskop. Mikroskop merupakan alat yang tersusun dari lensa-lensa yang mampu membentuk bayangan, diperbesar pada objek-objek yang kecil.

Pada tahun 1665, Robert Hooke mengamati sayatan gabus dari batang *Quercus suber* menggunakan mikroskop. Ia menemukan adanya ruang-ruang kosong yang dibatasi dinding tebal dalam pengamatannya. Robert Hooke menyebut ruang-ruang kosong tersebut dengan istilah *cellulae* artinya sel. Sel yang ditemukan Robert Hooke merupakan sel-sel gabus yang telah mati. Perhatikan Gambar 1.1. Sejak penemuan itu, beberapa ilmuwan berlomba untuk mengetahui lebih banyak tentang sel. Ilmuwan Belanda bernama Antonie van Leeuwenhoek (1674) menjadi orang pertama yang mengamati sel hidup. Ia menemukan organisme yang bergerak-gerak di dalam air, yang kemudian disebut bakteri.



Gambar 1.1 Mikroskop dan Sel Gabus

Perkembangan penemuan tentang sel mendorong berkembangnya persepsi tentang sel. Dari sinilah kemudian lahir teori-teori tentang sel. Beberapa teori tentang sel sebagai berikut.

1. Sel Merupakan Kesatuan atau Unit Struktural Makhluk Hidup

Teori ini dikemukakan oleh Jacob Schleiden (1804–1881) dan Theodor Schwann (1810–1882). Tahun 1839 Schleiden, ahli botani berkebangsaan Jerman, mengadakan pengamatan mikroskopis terhadap sel tumbuhan. Pada waktu yang bersamaan Theodor Schwann melakukan pengamatan terhadap sel hewan. Dari hasil pengamatannya mereka menarik kesimpulan sebagai berikut.

- a) Tiap makhluk hidup terdiri dari sel.
- b) Sel merupakan unit struktural terkecil pada makhluk hidup.
- c) Organisme bersel tunggal terdiri dari sebuah sel, organisme lain yang tersusun lebih dari satu sel disebut organisme bersel banyak.

2. Sel Sebagai Unit Fungsional Makhluk Hidup

Max Schultze (1825–1874) menyatakan bahwa protoplasma merupakan dasar fisik kehidupan. Protoplasma bukan hanya bagian struktural sel, tetapi juga merupakan bagian penting sel sebagai tempat berlangsung reaksi-reaksi kimia kehidupan. Berdasarkan hal ini muncullah teori sel yang menyatakan bahwa sel merupakan kesatuan fungsional kehidupan.

3. Sel Sebagai Unit Pertumbuhan Makhluk Hidup

Rudolph Virchow (1821–1902) berpendapat bahwa *omnis cellula ex cellulae* (semua sel berasal dari sel sebelumnya). Teori ini kemudian diperkuat oleh berbagai eksperimen ahli mikrobiologi Prancis Louis Pasteur, yang dilakukan antara tahun (1859-1861).

4. Sel Sebagai Unit Hereditas Makhluk Hidup

Ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong penemuan unit-unit penurunan sifat yang terdapat dalam nukleus, yaitu kromosom. Dalam kromosom terdapat gen yang merupakan unit pembawa sifat. Melalui penemuan ini muncullah teori bahwa sel merupakan unit hereditas makhluk hidup. Penemuan-penemuan yang mendukung perkembangan teori sel sebagai berikut.

- a) Robert Brown (1812), Biolog Skotlandia, menemukan benda kecil terapung dalam cairan sel yang ia sebut nukleus.
- b) Felix Durjadin (1835), beranggapan bahwa bagian terpenting sel adalah cairan sel yang sekarang disebut sitoplasma.
- c) Johannes Purkinje (1787–1869), orang pertama yang mengajukan istilah protoplasma untuk menamai bahan embrional sel telur.

C. Komponen Kimiawi Penyusun Sel

Di dalam sel terdapat senyawa kimiawi yang dihasilkan dari aktivitas sel, disebut **biomolekul**. Seluruh senyawa tersebut saling berinteraksi secara terarah dan teratur, sehingga menunjukkan ciri kehidupan. Komponen dasar tersebut merupakan unsur dan senyawa dasar yang penting untuk aktivitas sel didalam tubuh makhluk hidup. Kebutuhan unsur dan senyawa dasar tersebut diambil dari makanan dan lingkungan sekitarnya. Senyawa dasar secara bertahap diubah menjadi senyawa yang lebih kompleks, baik fungsi maupun strukturnya yang disebut sebagai **makromolekul**

Mahluk hidup disusun oleh senyawa-senyawa tertentu yang jika diurai akan terdiri dari (sebagian besar tumbuhan): Carbon (C = 43,6 %), Hidrogen (H = 6,2%), Oksigen (O = 44,4%). C dan O didapat tumbuhan dari udara, H didapat tumbuhan dari tanah. C,H,O ditambah unsur lain (N = 1,5 %, K= 1 %) akan membentuk protein, lemak dan bahan organik lain. Analisis **abu** dan tehnik kultur abu dahulu digunakan oleh peneliti untuk mengetahui unsur-unsur yang diperlukan tanaman. Sel hidup memiliki empat makromolekul yang terdiri atas:

1. Karbohidrat

Fungsi utama karbohidrat adalah sebagai sumber energi bagi sel (bagi makhluk hidup). Karbohidrat merupakan polimer yang tersusun dari monomer-monomer. Berdasarkan jumlah monomer yang menyusun polimer, karbohidrat dapat digolongkan

menjadi monosakarida (gula sederhana), disakarida (gula ganda) dan polisakarida (polimer yang tersusun dari banyak blok pembangunan gula).

2. Lipid

Lipid adalah salah satu kategori molekul biologis yang besar yang tidak mencakup polimer. Senyawa yang disebut lipid dikelompokkan bersama karena memiliki satu ciri penting: lipid tidak memiliki atau sedikit sekali afinitasnya terhadap air perilaku hidrofobik lipid didasarkan pada struktur molekulnya. Lipid berfungsi sebagai komponen struktural membran sel, cadangan sumber energi, lapisan pelindung, dan komponen vitamin serta hormon. Lipid bersifat hidrofobik, yaitu kurang memiliki afinitas (ketertarikan) terhadap air. Senyawa lipid yang paling penting bagi makhluk hidup adalah lemak fosfolipid, dan steroid.

3. Protein

Protein merupakan komponen penyusun sel yang meliputi sekitar 50% dari bobot kering sel tersebut. Semua jenis protein merupakan polimer yang dibangun dari kumpulan 20 jenis asam amino. Meskipun beragam tetapi semua jenis protein merupakan polimer yang dibangun dari kumpulan 20 jenis asam amino, yaitu glisin, alanin, valin, leusin, isoleusin, metionin, fenilalanin, triptofan, prolin, serin, treonin, sistein, tirosin, asparagin, glutamin, asam aspartat, asam glutamat, lisin, arginin, dan histidin. Asam amino adalah molekul organik yang memiliki gugus karboksil dan amino. Polimer asam amino disebut juga polipeptida. Suatu protein terdiri atas satu atau lebih polipeptida. Setiap polipeptida spesifik, karena memiliki urutan linier yang unik dari asam amino tersebut seperti contoh (Gambar 1.6) Bentuk konformasi asli protein tersebut dapat mengalami perubahan karena pH, konsentrasi garam, dan suhu yang biasa disebut dengan denaturasi. Protein tersusun atas unsur C, H, O dan N, kadang-kadang juga ditambah P dan S. Fungsi protein:

- a) Membentuk organel sel (ribosom, mitokondria, kromosom dll),
- b) Membentuk selaput sel,
- c) Membangun dan mengganti jaringan yang aus/rusak,
- d) Membentuk senyawa lain (hormon, antibodi, enzim).

D. Struktur Sel dan Fungsinya

Sel memiliki bagian-bagian dan organel-organel yang berbeda bentuk, ukuran, struktur, dan fungsinya. Untuk mengkaji komponen organel dan fungsinya, ahli sitologi menggunakan pendekatan biokimiawi yang disebut **fraksionasi sel**.

Organel sel eukariotik yang terdapat di dalam sel eukariotik, yaitu membran sel, nukleus, sitoplasma, ribosom, retikulum endoplasma, badan golgi, lisosom, peroksisom, glioksisom, mitokondria, plastida, vakuola, sentrosom dan sentriol, sitoskeleton, serta dinding sel. Bagian-bagian sel itu mempunyai fungsi atau tugas sendiri-sendiri.

Dalam belajar tentang sel, kita tidak bisa lepas mempelajari tentang organ-organ kecil (*little organ*) atau yang biasa dikenal sebagai organel sel. Organel sel merupakan bagian yang sangat terpenting didalam sebuah sel, fungsi organel sel yang paling utama ialah untuk mengatur proses kehidupan didalam sel. Organel sel sendiri terdapat didalam salah satu bagian sel yang disebut dengan Sitoplasma.

Sitoplasma merupakan materi yang mengisi antara inti dan selaput plasma. Sitoplasma yang berada dalam nukleus disebut nukleoplasma. Pada sel tumbuhan, sitoplasma dibedakan menjadi dua, yaitu yang berbatasan dengan selaput plasma disebut ektoplasma dan yang di bagian dalam disebut endoplasma. Ektoplasma lebih jernih dan kompak. **Ektoplasma** pada sel hewan berupa selaput plasma itu sendiri. Endoplasma sel tumbuhan mengandung banyak plastida (zat warna). Komponen utama penyusun sitoplasma sebagai berikut.

- a) Cairan seperti gel (agar-agar atau jeli) yang disebut **sitosol**.
- b) Substansi simpanan dalam sitoplasma. Substansi ini bervariasi tergantung tipe selnya. Sebagai contoh, sitoplasma sel hati mengandung simpanan molekul glikogen, sedangkan sitoplasma sel lemak mengandung tetesan lemak besar.
- c) Jaringan yang strukturnya seperti filamen (benang) dan serabut yang saling berhubungan. Jaringan benang dan serabut disebut sitoskeleton yang berfungsi sebagai kerangka sel.
- d) Organel-organel sel.

Adapun Organel-organel dan bagian bagian sel beserta fungsinya dijabarkan sebagai berikut :

1. Membran Plasma

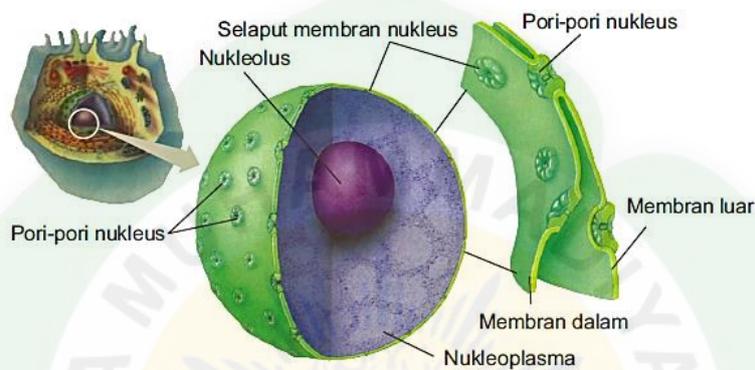
Membran sel merupakan bagian terluar sel yang membatasi bagian dalam sel dengan lingkungan luar. Membran sel merupakan selaput selektif permeabel, artinya hanya dapat dilalui molekul-molekul tertentu seperti glukosa, asam amino, gliserol, dan berbagai ion. Membran sel mempunyai beberapa fungsi sebagai berikut.

- a) Sebagai reseptor (penerima) rangsang dari luar, seperti hormon dan bahan kimia lain, baik dari lingkungan luar maupun dari bagian lain dalam organisme itu sendiri.
- b) Melindungi agar isi sel tidak keluar meninggalkan sel.
- c) Mengontrol zat-zat yang boleh masuk maupun keluar meninggalkan sel. Hal inilah yang menyebabkan membran plasma bersifat semipermeabel (selektif permeabel).
- d) Sebagai tempat terjadinya kegiatan biokimiawi, seperti reaksi oksidasi dan respirasi.

2. Nukleus (Inti Sel)

Nukleus atau inti sel merupakan bagian penting sel yang berperan sebagai pengendali kegiatan sel. Nukleus merupakan organel terbesar yang berada dalam sel. Nukleus berdiameter sekitar 10 μm . Nukleus biasanya terletak di tengah sel dan berbentuk bulat atau oval. Pada umumnya sel organisme berinti tunggal, tetapi ada juga yang memiliki lebih dari satu inti. Berdasar jumlah nukleus, sel dapat dibedakan sebagai berikut.

- Sel mononukleat (berinti tunggal), misalnya sel hewan dan tumbuhan.
- Binukleat (inti ganda), contohnya *Paramecium*.
- Multinukleat (inti banyak), misalnya *Vaucheria* (sejenis alga) dan beberapa jenis jamur.



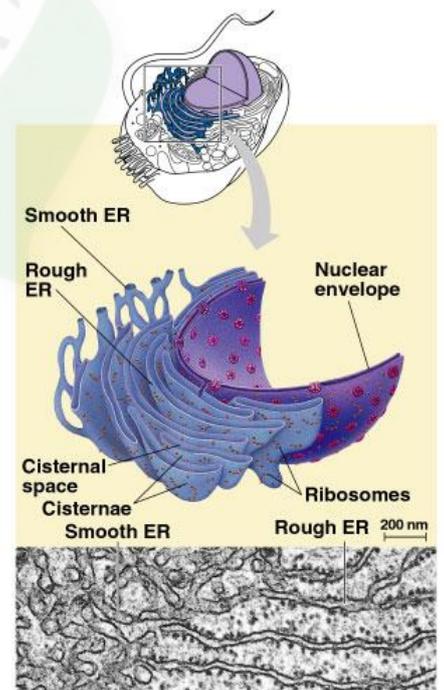
Gambar 1.2 Struktur Inti Sel

Di dalam nukleus terdapat matriks yang disebut nukleoplasma, nukleolus, RNA, dan kromosom. Kromosom tersusun atas protein dan DNA.

3. Retikulum Endoplasma

Retikulum endoplasma merupakan organel yang tersusun oleh membran yang terbentuk seperti jala. Retikulum sendiri berasal dari kata reticular yang berarti anyaman benang atau jala. Letaknya memusat pada bagian dalam sitoplasma (endoplasma), sehingga disebut sebagai retikulum endoplasma (RE). Membran RE merupakan kelanjutan dari membran nukleus hingga ke membran plasma. Jadi, RE merupakan saluran penghubung antara nukleus dengan bagian luar sel. Perhatikan Gambar 1.12 di samping.

Terdapat dua tipe retikulum endoplasma, yaitu retikulum endoplasma kasar dan retikulum endoplasma halus. Retikulum endoplasma kasar permukaannya diselubungi oleh ribosom yang tampak berbintil-bintil.



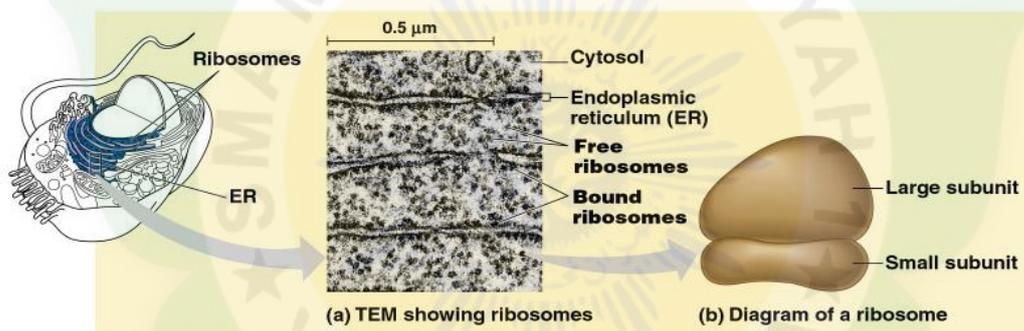
Gambar 1.3 Retikulum Endoplasma
(Sumber: Biologi, Campbell)

Sedangkan retikulum endoplasma halus tidak ditempeli ribosom, sehingga permukaannya halus. Retikulum endoplasma mempunyai beberapa fungsi sebagai berikut :

- Mensintesis lemak dan kolesterol (RE kasar dan RE halus).
- Menampung protein yang disintesis oleh ribosom untuk disalurkan ke badan golgi dan akhirnya dikeluarkan dari sel (RE kasar).
- Transportasi molekul-molekul dari bagian sel yang satu ke bagian sel yang lain (RE kasar dan RE halus).
- Menetralkan racun (detoksifikasi), misalnya RE di dalam sel-sel hati.

4. Ribosom

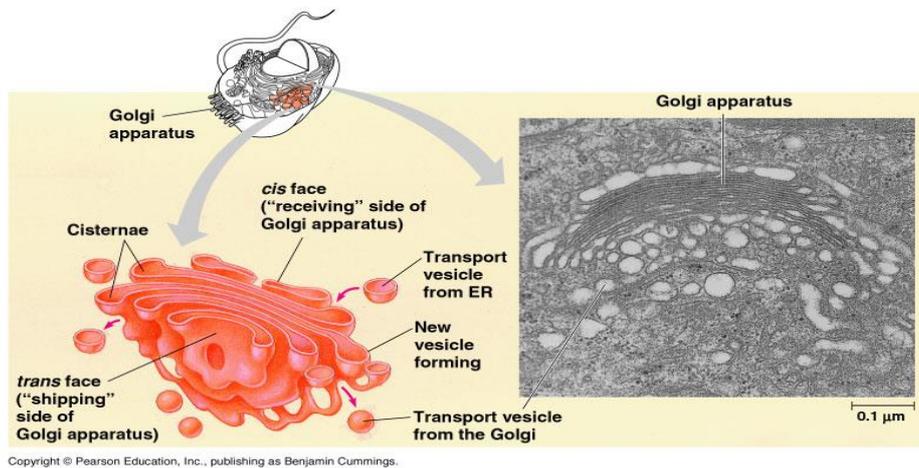
Ribosom merupakan struktur paling kecil yang tersuspensi dalam sitoplasma dan terdapat di sel eukariotik maupun prokariotik. Pada sel eukariotik, ribosom terdapat bebas dalam sitoplasma atau terikat RE. Ribosom tersusun atas protein dan RNA. Ribosom terdiri dari dua subunit, yaitu subunit kecil dan subunit besar. Perhatikan Gambar 1.13 untuk mengetahui struktur ribosom. Tiap-tiap subunit disintesis dalam nukleolus dan dikeluarkan melalui porus nukleus ke sitoplasma tempat kedua subunit bergabung. Ribosom berperan dalam sintesis protein.



Gambar 1.4 Struktur Ribosom
(Sumber: *Biologi, Campbell*)

5. Badan golgi

Badan golgi dijumpai pada hampir semua sel tumbuhan dan hewan. Pada sel tumbuhan, badan golgi disebut diktiosom. Badan Golgi (ditemukan tahun 1898 oleh Camillio Golgi) tersebar dalam sitoplasma dan merupakan salah satu komponen terbesar dalam sel. Antara badan Golgi satu dengan yang lain berhubungan dan membentuk struktur kompleks seperti jala. Badan Golgi sangat penting pada sel sekresi. Badan golgi dan RE mempunyai hubungan erat dalam sekresi protein sel. Di depan telah dikatakan bahwa RE menampung dan menyalurkan protein ke Golgi. Golgi mereaksikan protein itu dengan gliksilat sehingga terbentuk glikoprotein untuk dibawa ke luar sel. Oleh karena hasilnya disekresikan itulah maka Golgi disebut pula sebagai organel sekretori. Perhatikan Gambar 1.5 berikut.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

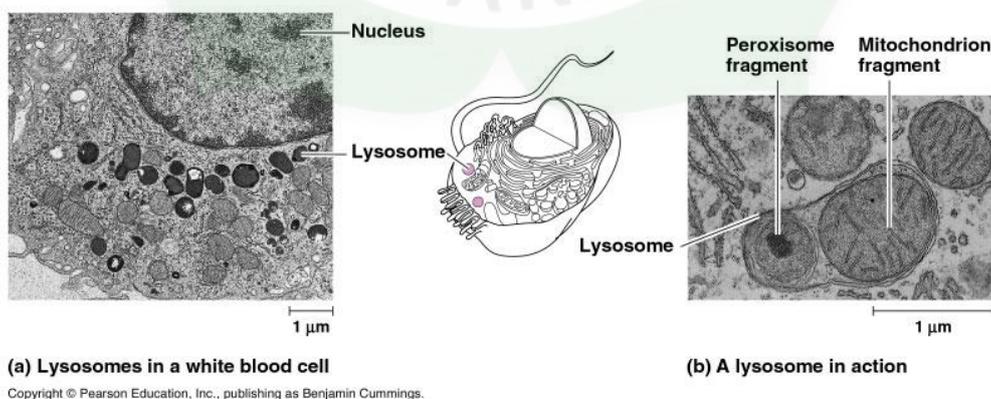
Gambar 1.5 Struktur Badan golgi
(Sumber: *Biologi, Campbell*)

Selain itu, badan golgi juga mempunyai beberapa fungsi sebagai berikut :

- Tempat sintesis polisakarida seperti mukus, selulosa, hemiselulosa, dan pektin (penyusun dinding sel tumbuhan).
- Membentuk membran plasma.
- Membentuk kantong sekresi untuk membungkus zat yang akan dikeluarkan sel, seperti protein, glikoprotein, karbohidrat, dan lemak.
- Membentuk akrosom pada sperma, kuning telur pada sel telur, dan lisosom.

6. Lisosom

Lisosom berasal dari kata *lyso* = pencernaan dan *soma* = tubuh, merupakan membran kantong kecil yang berisi enzim hidrolitik yang disebut lisozim. Lisosom adalah organel berbentuk agak bulat dan dibatasi membran tunggal. Umumnya berdiameter 1,5 µm, walaupun kadang-kadang ditemukan lisosom berdiameter 0,05 µm. Lisosom terdapat hampir pada semua sel eukariotik, terutama sel-sel yang bersifat fagositik seperti leukosit. Lisosom berisi enzim-enzim hidrolitik seperti protease, lipase, nuklease, fosfatase, dan enzim pencernaan yang lain. Perhatikan Gambar 1.6 berikut ini.



(a) Lysosomes in a white blood cell

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

(b) A lysosome in action

Gambar 1.6 Struktur Lisosom
(Sumber: *Biologi, Campbell*)

Enzim lisosom adalah suatu protein yang diproduksi oleh ribosom dan kemudian masuk ke RE. Dari RE, enzim dimasukkan ke dalam membran kemudian dikeluarkan oleh sitoplasma menjadi lisosom. Selain itu, ada pula enzim yang dimasukkan terlebih dahulu ke Golgi. Enzim itu dibungkus membran kemudian dilepaskan dalam sitoplasma oleh Golgi. Jadi, proses pembentukan lisosom dapat dilakukan secara langsung oleh RE atau Golgi.

Proses pencernaan oleh lisosom berlangsung misalnya saat sel menelan bakteri secara fagositosis. Bakteri itu dimasukkan ke dalam vakuola. Vakuola yang berisi bakteri segera dihampiri lisosom. Membran lisosom dan membran vakuola bersinggungan dan bersatu. Enzim lisosom masuk ke dalam vakuola dan mencerna bakteri. Substansi hasil pencernaan lisosom disimpan dalam vesikel kemudian ditranspor ke membran plasma dan dikeluarkan dari sel.

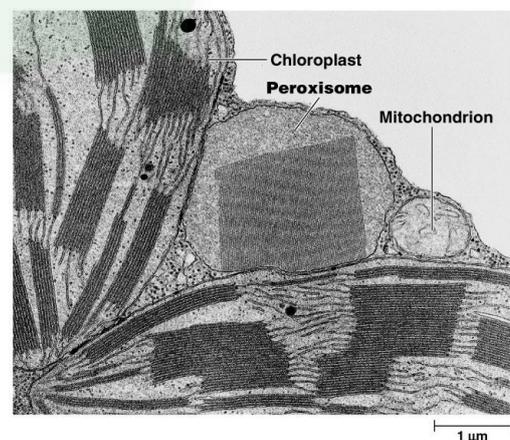
Secara rinci lisosom mempunyai fungsi sebagai berikut.

- 1) Melakukan pencernaan intrasel.
- 2) Autofagi yaitu menghancurkan struktur yang tidak dikehendaki, misalnya organel lain yang sudah tidak berfungsi.
- 3) Eksositosis yaitu pembebasan enzim keluar sel, misalnya pada pergantian tulang rawan pada perkembangan tulang keras.
- 4) Autolisis yaitu penghancuran diri sel dengan membebaskan isi lisosom ke dalam sel, misalnya terjadi pada saat berudu menginjak dewasa dengan menyerap kembali ekornya.
- 5) Menghancurkan senyawa karsinogenik.

Dari uraian di atas dapat diketahui bahwa lisosom mempunyai peranan penting dalam sel. Bagaimana jika lisosom mengalami kegagalan fungsi? Kegagalan dalam proses pencernaan oleh lisosom dapat menyebabkan penyakit silikosis dan rematik.

7. Badan Mikro

Badan mikro hampir menyerupai lisosom, berbentuk agak bulat, diselubungi membran tunggal, dan di dalamnya berisi enzim katalase dan oksidase. Organela ini disebut badan mikro karena ukurannya kecil, hanya bergaris tengah 0,3–1,5 μm . Terdapat dua tipe badan mikro, yaitu peroksisom dan glioksisom. Peroksisom terdapat pada sel hewan, fungi, dan daun tanaman tingkat tinggi. Perhatikan Gambar 1.9 untuk



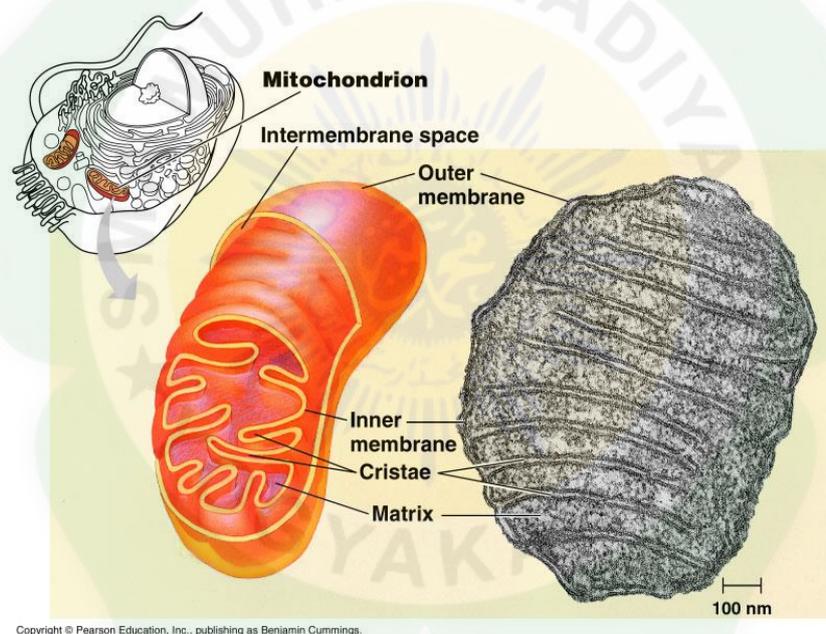
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Gambar 1.7 Peroksisom
(Sumber: *Biologi, Campbell*)

mengetahui letak peroksisom di dalam sel. Peroksisom berperan dalam oksidasi substrat menghasilkan H_2O_2 (bersifat racun bagi sel) yang selanjutnya dipecah menjadi $H_2O + O_2$. Peroksisom penting dalam penyerapan cahaya dan respirasi sehingga berhubungan erat dengan kloroplas dan mitokondria. Peran lain peroksisom selain melindungi sel dari H_2O_2 , juga berperan dalam perubahan lemak menjadi karbohidrat dan perubahan purin dalam sel. Glioksisom terdapat pada sel tanaman. Glioksisom berperan dalam metabolisme asam lemak dan tempat terjadinya siklus glioksilat.

8. Mitokondria

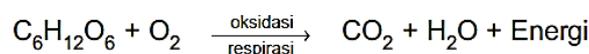
Mitokondria berbentuk bulat panjang atau seperti tongkat terdapat pada sel eukariotik aerob. Mitokondria dibatasi dua lapis membran yang kuat, fleksibel, dan stabil, serta tersusun atas lipoprotein. Membran dalam membentuk tonjolan-tonjolan yang disebut krista untuk memperluas permukaan agar penyerapan oksigen lebih efektif. Ruangan dalam mitokondria berisi cairan disebut matriks mitokondria. Matriks ini kaya enzim pernapasan (sitokrom), DNA, RNA, dan protein. Perhatikan Gambar 1.8 berikut ini!



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Gambar 1.8 Struktur Mitokondria
(Sumber: *Biologi, Campbell*)

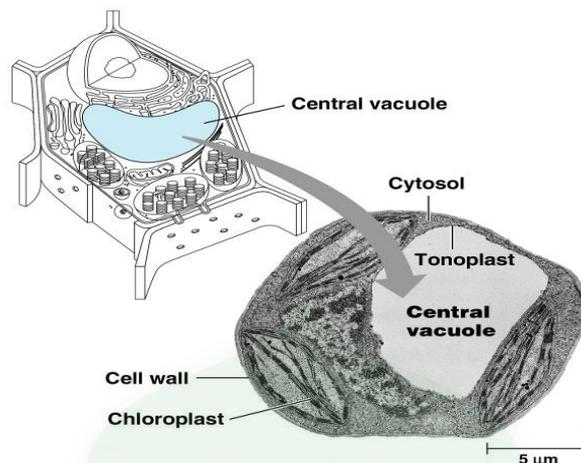
Mitokondria memiliki DNA sendiri yang mengkode sintesis protein spesifik. Mitokondria berfungsi dalam oksidasi makanan, respirasi sel, dehidrogenasi, fosforilasi oksidasif, dan sistem transfer elektron. Oksidasi zat makanan di dalam mitokondria menghasilkan energi dan zat sisa. Secara sederhana reaksinya dapat ditulis sebagai berikut.



Berkaitan dengan fungsi tersebut mitokondria sering disebut *the power house of cell*.

9. Vakuola

Vakuola merupakan organel berupa kantong-kantong bermembran besar dalam sel. Vakuola yang berukuran kecil sering disebut **vesikel**. Perhatikan Gambar 1.9 berikut.



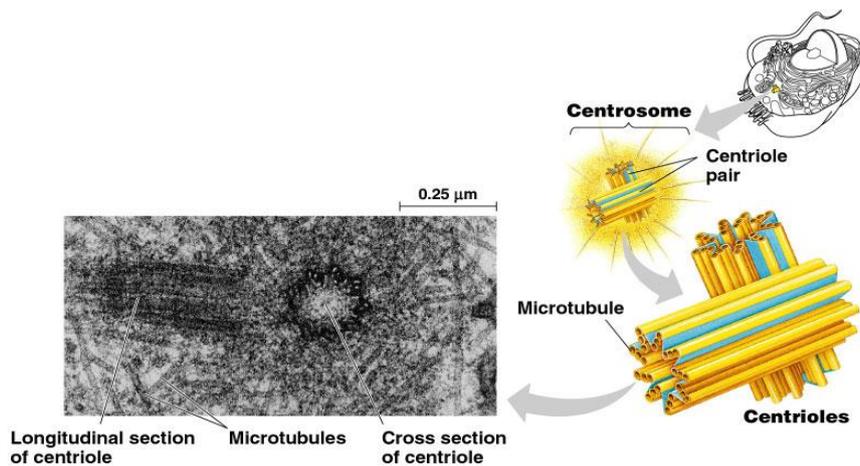
Gambar 1.9 Struktur Vakuola
(Sumber: *Biologi, Campbell*)

Vakuola dapat ditemukan pada sel tumbuhan dan sel hewan.

- a) Pada sel tumbuhan, vakuola berukuran besar dan dibungkus oleh **tonoplas** yaitu membran tunggal yang mengatur pertukaran materi antara sitoplasma dengan cairan didalamnya. Vakuola pada tumbuhan berfungsi untuk menyimpan zat-zat makanan, zat sisa metabolisme yang berbahaya serta menjaga tekanan turgor sel.
- b) Pada sel hewan, vakuola berukuran kecil. Pada beberapa protista, vakuola bersifat spesifik yang dapat berupa vakuola kontraktil dan vakuola makanan. Vakuola kontraktil berguna untuk mengatur keluar masuknya air, sedangkan vakuola makanan berguna untuk menyimpan atau mencerna makanan.

10. Sentriol

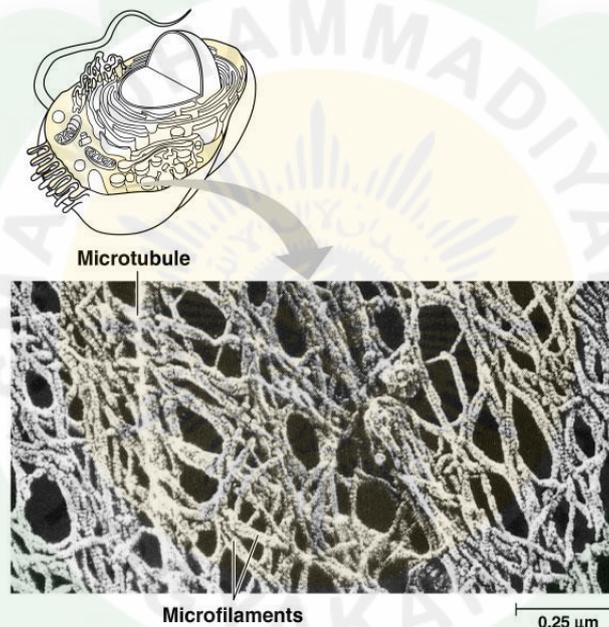
Sel hewan dan beberapa mikroorganisme serta tumbuhan tingkat rendah mengandung dua sentriol (sentrosom) dalam sitoplasma. Sentriol terletak di dekat permukaan luar nukleus. Setiap sentriol terdiri atas sebaris silinder sebanyak sembilan mikrotubul. Perhatikan Gambar 1.10 di bawah. Sentriol berperan dalam proses pembelahan sel.



Gambar 1.10 Struktur Sentriol
(Sumber: *Biologi, Campbell*)

11. Sitoskeleton

Sitoskeleton merupakan organel sel yang berfungsi mempertahankan bentuk dan pergerakan sel. Perhatikan Gambar 1.11 berikut.



Gambar 1.11 Struktur Sitoskeleton
(Sumber: *Biologi, Campbell*)

Berdasarkan jenisnya sitoskeleton dapat dibedakan menjadi:

- Mikrofilamen**, merupakan struktur organel sel yang terdiri atas serat protein yang disebut aktin. Beberapa diantaranya dilibatkan dalam kontraksi sel.
- Mikrotubulus**, merupakan organel sel berbentuk tabung atau silinder dan tersusun atas protein. Bentuk protein demikian disebut **tubulin**. Mikrotubulus berperan dalam pergerakan organel-organel dan gerakan kromosom selama pembelahan inti.

12. Plastida

Plastida merupakan organel yang hanya terdapat pada sel tumbuhan. Plastida berasal dari perkembangan proplastida di daerah meristematik. Berdasarkan pigmen yang dikandungnya terdapat tiga jenis plastida sebagai berikut.

a) *Kloroplas*

Kloroplas yaitu plastida yang mengandung pigmen hijau disebut klorofil, karotenoid, dan pigmen fotosintetik lainnya. Kloroplas hanya dijumpai pada sel autotrof yang eukariotik. Kloroplas dimiliki oleh sel-sel yang berklorofil misalnya Algae, lumut, tumbuhan paku, dan tumbuhan bunga. Kloroplas mempunyai bentuk beraneka ragam, tetapi pada umumnya berbentuk bulat atau lonjong (oval). Kloroplas pada sel tumbuhan tingkat tinggi mempunyai ukuran sekitar 4–6 μm . Setiap sel mengandung 20–40 kloroplas permilimeter persegi. Apabila jumlahnya masih kurang mencukupi, kloroplas dapat membelah diri. Namun, jika jumlahnya berlebihan maka sejumlah kloroplas akan rusak. Kloroplas tersusun atas membran, yaitu membran luar dan dalam. Membran luar mempunyai permukaan rata yang berfungsi mengatur keluar masuknya zat. Membran dalam membungkus cairan kloroplas yang disebut stroma. Membran dalam kloroplas melipat ke arah dalam dan membentuk lembaran-lembaran yang disebut tilakoid. Pada tempat-tempat tertentu, tilakoid bertumpuk-tumpuk membentuk badan seperti tumpukan uang logam yang disebut grana. Pada umumnya sebuah kloroplas mengandung 40–60 grana. Di dalam tilakoid terdapat kumpulan partikel yang disebut kuantosom. Di kuantosom inilah terdapat klorofil yang berfungsi dalam proses fotosintesis. Berdasarkan panjang gelombang (spektrum warna) yang diserap, jenis klorofil dibedakan sebagai berikut.

- 1) Klorofil a menyerap spektrum warna hijau-biru.
- 2) Klorofil b menyerap spektrum warna hijau-kuning.
- 3) Klorofil c menyerap spektrum warna hijau-cokelat.
- 4) Klorofil d menyerap spektrum warna hijau-merah.

b) *Leukoplas*

Leukoplas yaitu plastida yang tidak berwarna, umumnya terdapat pada tempat yang tidak terkena sinar, misalnya organ penyimpan makanan cadangan seperti biji dan umbi. Berdasarkan fungsinya dibedakan tiga jenis leukoplas sebagai berikut.

- 1) Amiloplas untuk menyimpan amilum.
- 2) Elaioplas atau lipidoplas untuk membentuk dan menyimpan lemak.
- 3) Proteoplas untuk menyimpan protein.

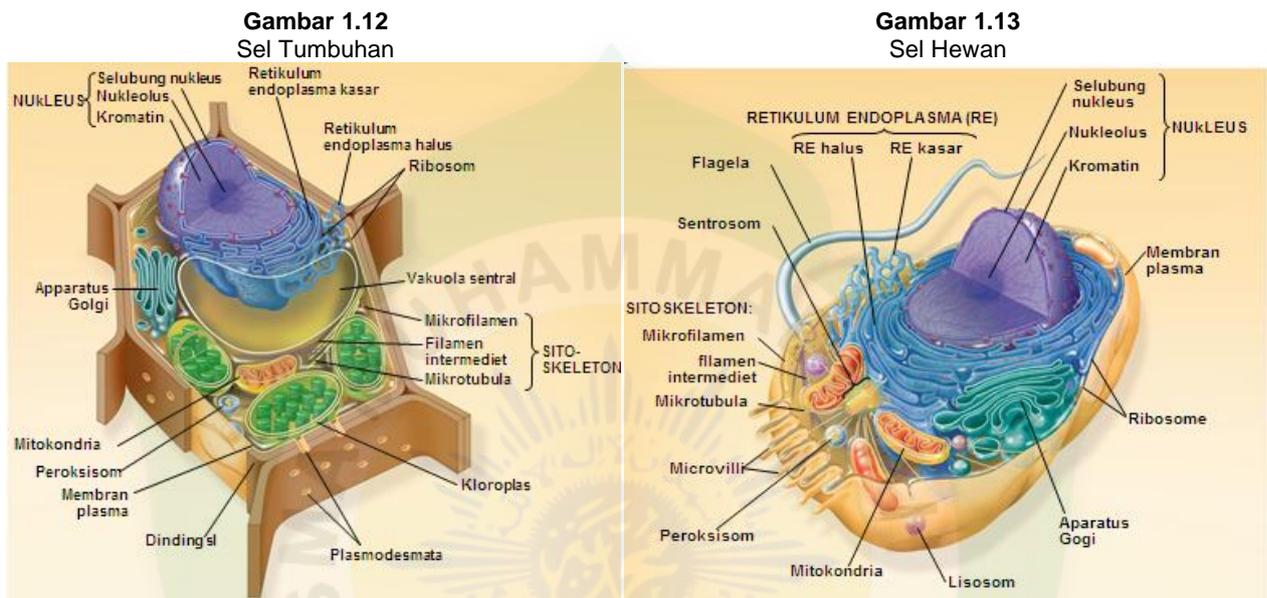
c) *Kromoplas*

Kromoplas yaitu plastida yang mengandung pigmen nonfotosintetik (merah dan oranye atau kuning). Kromoplas banyak terdapat pada mahkota bunga. Pigmen yang terkandung dalam kromoplas sebagai berikut.

- 1) Karoten mengakibatkan warna kuning, misalnya pada wortel.
- 2) Xantofil mengakibatkan warna kuning kecokelatan, misalnya pada daun tua.
- 3) Fikosianin mengakibatkan warna biru, misalnya pada ganggang biru.

E. PERBEDAAN SEL HEWAN DENGAN SEL TUMBUHAN

Sel tumbuhan (Gambar 1.12) dan sel hewan (Gambar 1.13) memiliki persamaan dan perbedaan struktur sel dan fungsinya. Persamaan sel tumbuhan dan sel hewan adalah kedua sel memiliki bagian-bagian sel, seperti membran sel, sitoplasma, nukleus, mitokondria, ribosom, retikulum endoplasma (RE), aparatus golgi, lisosom, dan peroksisom. Selain memiliki persamaan, sel hewan dan sel tumbuhan memiliki perbedaan-perbedaan (Tabel 1.2), di antaranya adalah pada sel hewan terdapat sentriol, sedangkan pada sel tumbuhan tidak terdapat organel tersebut. Tetapi, sel tumbuhan memiliki vakuola, kloroplas, dan dinding sel yang tidak dimiliki sel hewan.



Ciri khas sel hewan adalah memiliki sentriol. Sel hewan mengandung dua sentriol yang terdapat dalam sitoplasma di dekat permukaan sebelah luar nukleusnya. Setiap sentriol terdiri atas sebaris silinder sebanyak sembilan mikrotubul, setiap mikrotubul memiliki dua bagian yang terikat padanya. Kedua sentriol biasanya berhadapan dengan sudut tegak lurus. Sel tumbuhan memiliki struktur yang tidak dimiliki oleh sel hewan, di antaranya adalah adanya vakuola, kloroplas, dan dinding sel.

Pada prinsipnya sel hewan mirip dengan sel tumbuhan, karena keduanya merupakan sel eukariotik. Tetapi dalam perkembangannya sel hewan memiliki beberapa perbedaan dengan sel tumbuhan. Perbedaan struktur sel tumbuhan dengan sel hewan dapat dilihat pada tabel 1. berikut ini

Tabel 1 Perbedaan Sel Hewan dengan Sel Tumbuhan

No.	Bagian dan Organel Sel	Sel Hewan	Sel Tumbuhan
1.	Dinding sel	Tidak ada	Ada, kaku

2.	Vakuola	Berukuran kecil	Berukuran besar
3.	Plastida	Tidak ada	Ada (leukoplas, kromoplas, dan kloroplas)
4.	Sentriol	Ada	Tidak ada
5.	Lisosom	Ada	Tidak ada

F. SISTEM ENDOMEMBRAN

Sistem endomembran, yaitu berbagai jenis membran dari organel-organel yang dihubungkan melalui sambungan fisik secara langsung, atau melalui transfer segmen-segmen membran berupa vesikula-vesikula. Sistem endomembran meliputi selubung nukleus, retikulum endoplasma (RE), badan golgi, lisosom, dan vakuola.

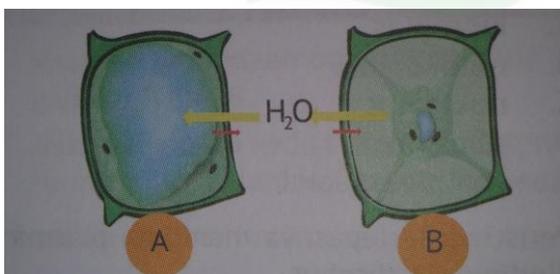
Mekanisme sistem endomembran, sebagai berikut:

1. Selubung nukleus bersinggungan dengan RE kasar dan RE halus.
2. RE menghasilkan membran berbentuk vesikula transpor, yang akan bergerak menuju badan golgi.
3. Di badan golgi atau organel lainnya, terjadi modifikasi struktur molekuler vesikula. Selanjutnya badan golgi melepas vesikula-vesikula yang menghasilkan lisosom dan vakuola.
4. Vesikula-vesikula yang dihasilkan RE dapat bergabung untuk memperluas membran plasma dan menghasilkan protein sekretori atau produk lain ke luar sel.

1.3 LATIHAN SOAL

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan tepat!

1. Sel disebut sebagai unit terkecil penyusun kehidupan karena dapat melakukan proses kehidupan seperti respirasi, pencernaan dan reproduksi
 - a. Jelaskan arti sel sebagai satuan structural dan fungsional
 - b. Perbedaan antara sel prokariotik dan eukaryotic
2. Perhatikan gambar berikut!



Jelaskan perbedaan antara gambar A dan B. Mengapa peristiwa pada gambar A dan B dapat menyebabkan kematian sel?

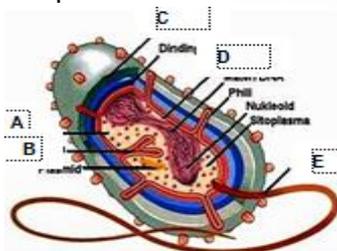
3. Membran sel memiliki sifat semipermeabel sehingga hanya zat-zat tertentu yang dapat keluar dan masuk sel
 - a. Tuliskan dua molekul penyusun struktur sel tersebut
 - b. Tuliskan tiga fungsi dari struktur sel tersebut yang penting untuk menjaga kehidupan sel
 - c. Tuliskan zat yang dapat dan tidak dapat melewati struktur sel tersebut.
4. Retikulum endoplasma merupakan organel sel yang hanya ditemukan pada sel eukariotik. Organel ini dibedakan menjadi RE kasar dan RE halus.
 - a. Jelaskan perbedaan antara RE kasar dan RE halus
 - b. Jelaskan fungsi organel sel tersebut di dalam proses sintesis protein
5. Plastida merupakan organel sel yang mengandung pigmen. Pada sel tumbuhan plastid terdiri atas berbagai macam bentuk dan isi.
 - a. Jelaskan perbedaan antara kromoplas, amiloplas, leukoplas dan kloroplas
 - b. Jelaskan bagian-bagian kloroplas

1.4 TES FORMATIF (PENGETAHUAN DAN KETERAMPILAN)

A. Pengetahuan

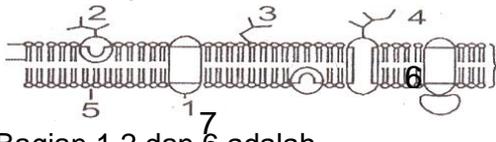
Pilihlah jawaban yang menurut anda paling tepat!

1. " Omnis cellula e cellula ". Pernyataan di bawah ini sesuai dengan teori di atas , **kecuali**
 - A Bakteri membelah menjadi banyak
 - B Ovum dan sperma melebur menjadi zigot
 - C Tumbuhan tambah tinggi
 - D Batang tumbuhan membesar
 - E Akar tumbuhan bertambah panjang
2. Unsur yang dimiliki semua jenis sel tumbuhan dalam jumlah besar dinamakan makro elemen. Di bawah ini yang termasuk makro elemen protoplasma adalah
 - A C,H,O,N,S,P
 - B C,H,O,Mg,Bo
 - C N,S,P,Fe,Cu
 - D Mg,Cu,Ca,Zn
 - E Fe,Mo,Cr,K,Cl
3. Sel prokariotik tidak memiliki mitokondria, maka sintesa energi terjadi pada organel



- A. A
- B. B
- C. C
- D. D
- E. E

4. Perhatikan gambar membran sel di bawah ini !

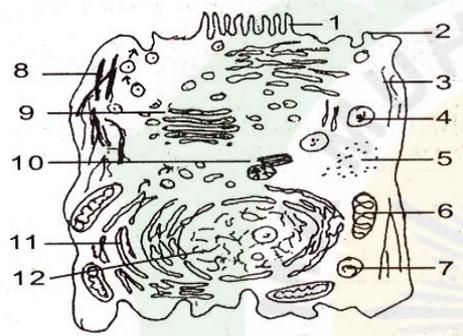


Bagian 1,2 dan 6 adalah

- A fosfo lipid, protein integral, dan protein peripheral
 - B protein integral, protein peripheral dan fosfo lipid
 - C protein integral, glikoprotein dan fosfo lipid
 - D gliko protein, fosfo lipid dan gliko lipid
 - E gliko lipid, protein integral dan lipoprotein
5. 1) Nukleus 2) Dinding sel 3) Isi Vokuola 4) Sentrosom 5) Mitokondria 6) Lisosom
Merupakan benda hidup (organel) penyusun sel, **kecuali**

- A 1, 2
- B 2, 3
- C 3, 4
- D 4, 5
- E 5, 6

6. Perhatikan sel hewan di bawah ini !



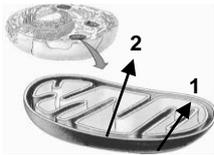
Apparatus golgi dan Retikulum endoplasma adalah ..

- A 1,11
 - B 9, 11
 - C 3,10
 - D 4,9
 - E 9,6
7. Bila organel nomor 10 mengalami gagal fungsi, maka akan terjadi gangguan aktifitas sel. Gangguan tersebut berlangsung saat sel melakukan
- A reproduksi
 - B respirasi
 - C sintesa protein
 - D pencernaan
 - E gerakan
8. Fungsi organel yang benar adalah

No	Organel	Fungsi
A	sentrosom	rangka
B	mikrotubulus	Pergerakan
C	Badan golgi	proteksi
D	ribosom	Sintesa protein
E	vokuola	Reproduksi

9. Peroksisom adalah organel sel yang dapat menetralsir dengan menggunakan enzim.....
- A H_2O_2 , katalase
 - B H_2O_2 , amylase
 - C H_2O , hidrolase
 - D $C_6H_{12}O_6$, glucose
 - E C_2H_5OH , etanolase

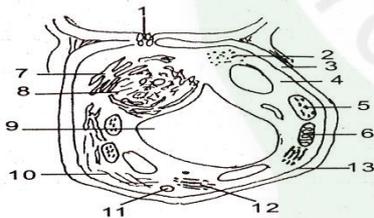
10. Perhatikan mitokondria di bawah ini



Nomor 1 dan 2 disebut.....

- A matrik , stroma
 - B setroma, tilakoid
 - C tilakoid, matrik
 - D matrik, Krista
 - E Krista, tilakoid
11. Yang bertanggung jawab dalam pebentukan lisosom adalah
- A badan golgi
 - B memberan plasma
 - C nucleus
 - D sentriol
 - E reticulum endoplasma
12. Kromatin adalah materi dasar pembentuk kromosom. Organel ini ada di dalam
- A sitoplasma
 - B nukleoplasma
 - C grana
 - D stroma
 - E matrik

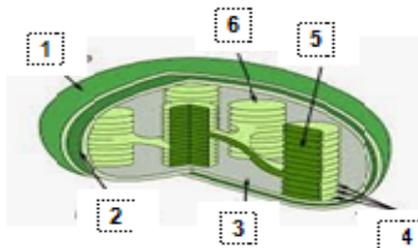
13. Perhatikan gambar sel tumbuhan di bawah ini !



Ciri khas sel tumbuhan ditunjukkan oleh bagian nomor

- A 3, 5
- B 4, 5
- C 6, 10
- D 7, 8
- E 8, 9

14. Perhatikan anatomi plastida di bawah ini !



Bagian yang 1, 3, 6 adalah

- A memberan luar, memberan dalam, tilakoid
- B memberan dalam, tilakiod , stroma
- C stroma, tilakoid, memberan dalam
- D memberan luar, stroma, grana
- E lamela, tilakoid, grana

15. Berikut perbedaan sel tumbuhan dan sel hewan yang benar adalah

No	Sel Hewan	Sel Tumbuhan
A	Berdinding	Tidak berdinding
B	Tidak berkloroplas	Punya kloroplas
C	Mitokondria sedikit	Mitokondria banyak
D	Sitoplasma hipotonis	Sitoplasma hipertonis
E	Tidak memiliki inti sel	Memiliki inti sel

B. Keterampilan

Lakukan praktikum dengan alat dan bahan serta ikuti langkah-langkah nya sesuai Lembar praktikum berikut ini! Tuangkan hasil pengamatan mikroskopik struktur sel hewan dan sel tumbuhan dalam sebuah laporan praktikum dan lakukan analisis terhadap organel sel yang kalian amati!

Mari Bereksperimen!



• **Tujuan :** Mengamati perbedaan sel tumbuhan dan hewan

• **Alat dan Bahan :**

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1. Bawang | 7. Kertas tisu |
| 2. Larutan yodium | 8. Objek gelas |
| 3. Metilen biru | 9. Gelas penutup |
| 4. Pisau | 10. Mikroskop |
| 5. Pipet Tetes | 11. Tusuk gigi |
| 6. Jarum bertangkai | |

• **Cara Kerja 1:**

Mengamati sel tumbuhan

1. Sayatlah bawang dengan menggunakan pisau. Ambillah bagian tipis yang transparan dari permukaan dalam bawang dengan menggunakan jarum bertangkai.
2. Berilah 1 tetes air pada objek gelas. Letakkan potongan bawang tadi pada tetesan air, kemudian tutuplah dengan gelas penutup (Air yang merembes pada objek gelas diisap dengan menggunakan kertas tisu).
3. Amatilah di bawah mikroskop dengan perbesaran kecil dan besar.
4. Ambillah objek gelas dari mikroskop tadi, kemudian berilah 1 tetes larutan yodium pada salah satu sisi objek gelas (cairan ini berfungsi untuk memperjelas bagian-bagian sel).
5. Amatilah kembali preparat di bawah mikroskop dengan perbesaran kecil dan besar.
6. Gambarlah hasil pengamatan Anda dan berilah keterangan pada bagian-bagian sel yang dapat diamati.

• **Cara Kerja 2:**

Mengamati Sel Hewan

1. Amatilah lapisan dalam rongga mulut dengan cara menggoreskan tusuk gigi dengan hati-hati pada bagian dalam rongga mulut.
2. Berilah 1 tetes air pada objek gelas, kemudian letakkan goresan rongga mulut tadi pada tetesan air di atas objek gelas. Setelah itu tutuplah dengan gelas penutup.
3. Amatilah di bawah mikroskop dengan perbesaran kecil dan besar.
4. Ambil objek gelas dari mikroskop tadi. Teteskan metilen biru pada salah satu bagian tepi dari objek gelas (cairan ini berfungsi untuk memperjelas bagian-bagian sel).
5. Lakukan kembali langkah 5-6 (seperti cara kerja pengamatan sel tumbuhan)!

• **Tabel Pengamatan**

Sel Tumbuhan	Sel Hewan	Keterangan Gambar

1. Lakukan analisis organel apa saja yang bisa kalian amati jelaskan beserta fungsinya!
2. Telusuri perbedaan struktur sel tumbuhan dan hewan apa saja yang kalian temukan!

• **Kesimpulan**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



JARINGAN TUMBUHAN

2.1 KOMPETENSI DASAR DAN IPK

Kompetensi Dasar

- 3.2 Menerapkan konsep tentang keterkaitan hubungan antara struktur sel pada jaringan tumbuhan dengan fungsi organ pada tumbuhan berdasarkan hasil pengamatan.
- 4.2 Menyajikan data tentang struktur anatomi jaringan pada tumbuhan berdasarkan hasil pengamatan untuk menunjukkan pemahaman

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

- 3.2.1 Mengidentifikasi jenis-jenis jaringan pada tumbuhan
- 3.2.2 Menjelaskan sifat totipotensi dan kultur jaringan
- 3.2.3 Menganalisis struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan
- 4.1.1 Menyajikan data hasil pengamatan struktur jaringan dan organ pada tumbuhan

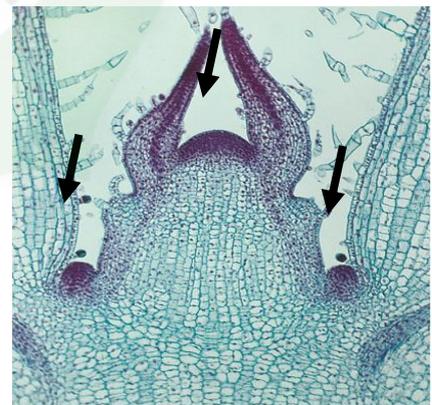
2.2 MATERI

Tubuh tumbuhan terdiri dari sel-sel. Sel-sel tersebut akan berkumpul membentuk jaringan, jaringan akan berkumpul membentuk organ dan seterusnya sampai membentuk satu tubuh tumbuhan. Di sini akan dibahas macam-macam jaringan dan organ yang membentuk tubuh tumbuhan. Jaringan tumbuhan dapat dibagi 2 macam berdasarkan kemampuannya membelah:

- 1. Jaringan Meristem
- 2. Jaringan Dewasa

A. Jaringan Meristem

Meristem adalah jaringan yang sel-selnya mampu membelah diri dengan cara mitosis secara terus menerus (bersifat embrional) untuk menambah jumlah sel-sel tubuh pada tumbuhan. Ciri sel meristem yaitu, ukuran selnya kecil, berdinding tipis, memiliki nukleus yang relatif besar, vakuola berukuran kecil dan kaya akan sitoplasma, serta selnya berbentuk kuboid atau prismatic. Meristem terdapat pada bagian-bagian tertentu saja pada tumbuhan. Berdasarkan letaknya, meristem dibedakan atas:



Gambar 2.1 Letak jaringan meristem

1. Meristem apikal (meristem ujung)

Meristem apikal terdapat pada ujung-ujung pokok batang dan akar tumbuhan. Meristem apikal selalu menghasilkan pemanjangan akar dan batang tumbuhan. Dalam proses

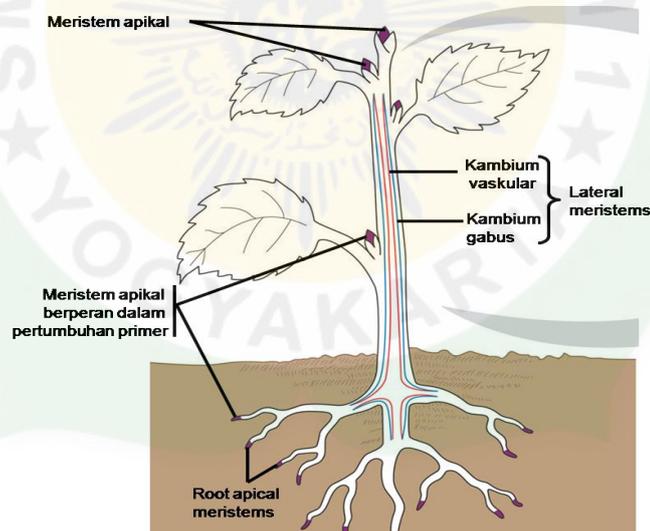
pemanjangan meristem apikal, akan dihasilkan tunas apikal (tunas ujung) yang akan berkembang menjadi samping, daun dan bunga. Pertumbuhan yang diawali dengan meristem apikal dikenal sebagai **pertumbuhan primer**, dan jaringan yang terbentuk dari meristem apikal disebut **jaringan primer**.

2. Meristem interkalar/aksilar (meristem antara)

Meristem interkalar/aksilar (meristem antara) yang terdapat di antara jaringan dewasa. Sebenarnya, jaringan meristem interkalar merupakan bagian meristem interkalar yang terpisah dari bagian utama meristem apikal dan tertinggal ketika meristem tersebut tumbuh. Meristem interkalar dapat tetap aktif, tetapi dalam waktu yang lama setelah sel-sel diruas atas dewasa sepenuhnya. Pertumbuhan sel yang dilakukan oleh meristem interkalar menyebabkan munculnya bunga. Jaringan-jaringan yang terbentuk oleh meristem interkalar ini serupa dengan jaringan yang bersal dari meristem apikal, sehingga digolongkan juga ke dalam **jaringan primer**. Contoh bagian tumbuhan yang memiliki meristem interkalar adalah batang rumput-rumputan.

3. Meristem lateral (meristem samping)

Meristem lateral (meristem samping), terletak sejajar dengan permukaan organ, misalnya kambium dan kambium gabus. Meristem lateral menghasilkan **pertumbuhan sekunder** yang merupakan penebalan pada akar dan batang tumbuhan, misalnya pembesaran akar dan batang.



Gambar 2.2 Letak jaringan meristem

Pada umumnya, sel-sel penyusun jaringan meristem ber dinding tipis, isodiametris, dan relatif kaya akan protoplasma. Vakuola sel meristem sangat kecil dan tersebar di seluruh protoplasma. Jaringan ini terdiri atas sel-sel yang belum terdiferensiasi. Kemampuan jaringan meristem untuk bermitosis secara terus-menerus menyebabkan tumbuhan dapat bertambah

tinggi dan besar. Berdasarkan asal terbentuknya, jaringan meristem digolongkan menjadi tiga, yaitu :

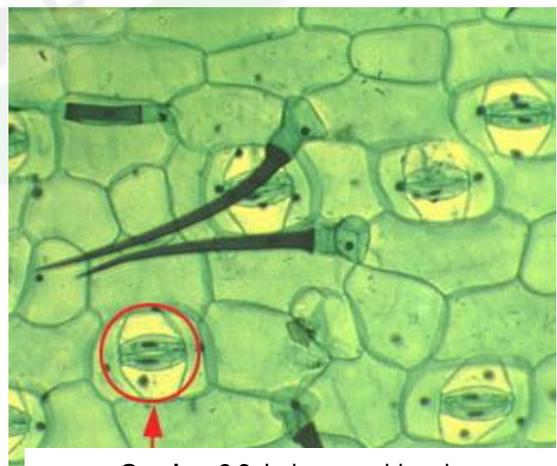
- a) Promeristem adalah jaringan meristem yang telah ada ketika tumbuhan masih dalam tingkat embrio.
- b) Meristem primer berasal dari jaringan embrional (embrio/lembaga) yang membelah secara mitosis dan menghasilkan pertumbuhan primer pada tumbuhan sehingga menyebabkan tumbuhan dapat bertambah tinggi. Meristem primer biasanya terdapat pada ujung (pucuk) batang dan ujung akar.
- c) Meristem sekunder berasal dari jaringan dewasa yang sel-selnya telah berkembang lebih lanjut (terdiferensiasi), biasanya pada tumbuhan dikotil. Dari jaringan meristem sekunder akan menghasilkan pertumbuhan sekunder yang menyebabkan batang menjadi bertambah besar misalnya aktivitas kambium pada batang tumbuhan dikotil akan menghasilkan pembuluh kayu (xilem) ke bagian dalam dan pembuluh tapis (floem) ke bagian luar. Selain itu, terdapat kambium gabus (felogen) yang juga merupakan bagian dari pertumbuhan sekunder yang disebut periderm.

B. Jaringan Permanen (Jaringan Dewasa)

Jaringan dewasa merupakan kelompok sel tumbuhan yang berasal dari pembelahan sel-sel meristem dan telah mengalami perubahan bentuk yang disesuaikan dengan fungsinya (Diferensiasi). Jaringan dewasa ada yang sudah tidak bersifat meristematis lagi (sel penyusunnya sudah tidak membelah lagi) sehingga disebut jaringan permanen. Berdasarkan bentuk dan fungsinya, jaringan dewasa pada tumbuhan dibedakan menjadi empat macam jaringan yaitu:

1. Jaringan Epidermis

Epidermis merupakan jaringan paling luar yang menutupi permukaan organ tumbuhan, seperti: daun, bagian bunga, buah, biji, batang, dan akar. Ciri khas sel epidermis adalah sel-selnya rapat satu sama lain membentuk bangunan padat tanpa ruang antar sel. Dinding sel epidermis ada yang tipis, ada yang mengalami penebalan di bagian yang menghadap ke permukaan tubuh, dan ada yang semua sisinya berdinding tebal dan mengandung lignin.

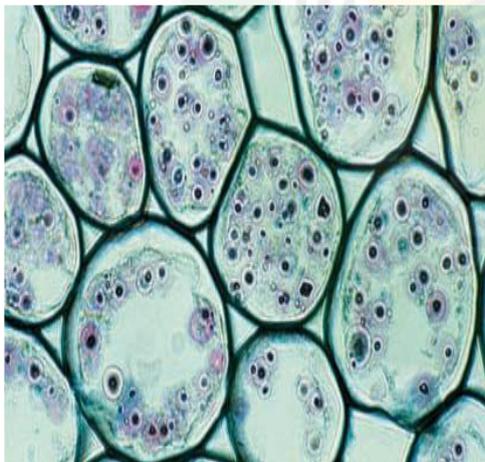


Gambar 2.3 Jaringan epidermis

Fungsi utama jaringan epidermis adalah sebagai pelindung jaringan yang ada di bagian sebelah dalam. Bentuk, ukuran, dan susunan, serta fungsi sel epidermis berbeda-beda pada berbagai jenis organ tumbuhan.

Dinding luar sel epidermis biasanya mengandung kitin, yaitu senyawa lipid yang mengendap di antara selulosa penyusun dinding sel sehingga membentuk lapisan khusus di permukaan sel yang disebut kutikula. Di permukaan luar kutikula kadangkala kita temukan lapisan lilin yang kedap air untuk mengurangi penguapan air. Beberapa bentuk khusus sel epidermis yang telah berubah struktur dan fungsinya diantaranya adalah: **stomata** (mulut daun) yang berperan sebagai tempat pertukaran gas dan uap air, **trikoma** yang berupa tonjolan epidermis dan tersusun atas beberapa sel yang mengalami penebalan sekunder, trikoma ini berperan sebagai kelenjar yang mengeluarkan zat seperti terpen, garam, dan gula, **spina** (duri) ini terdapat pada bagian batang tumbuhan, **sel kipas (bulliform cells)** modifikasi epidermis yang biasa ditemukan pada tanaman Gramineae, sel kipas berperan pada penggulungan permukaan daun untuk mencegah penguapan berlebihan pada tanaman; rambut akar merupakan tonjolan epidermis akar yang memiliki dinding sel tipis dengan vakuola besar. Jaringan epidermis tetap ada sepanjang hidup organ tertentu yang tidak mengalami penebalan sekunder. Pada beberapa tumbuhan yang berumur panjang, epidermis digantikan oleh jaringan gabus, bila batangnya menua.

2. Jaringan Parenkim (Jaringan Dasar)



Gambar 2.4. Jaringan parenkim
Sumber : Solomon, *Biology 8th edition*

Parenkim terdiri atas kelompok sel hidup yang bentuk, ukuran, maupun fungsinya berbeda-beda. Sel-sel parenkim mampu mempertahankan kemampuannya untuk membelah meskipun telah dewasa sehingga berperan penting dalam proses regenerasi. Sel-sel parenkim yang telah dewasa dapat bersifat meristematik bila lingkungannya memungkinkan. Jaringan parenkim terutama terdapat pada bagian kulit batang dan akar, mesofil daun, daging buah, dan endosperma biji.

Ciri utama sel parenkim adalah memiliki dinding sel yang tipis, serta lentur. Beberapa sel parenkim mengalami penebalan, seperti pada parenkim xilem. Ciri khas parenkim yang lain adalah sel-selnya banyak memiliki ruang antarsel karena bentuk selnya membulat. Selain itu sel parenkim dapat membelah dan terspesialisasi menjadi berbagai jaringan yang memiliki fungsi khusus. Berdasarkan fungsinya, parenkim dibagi menjadi beberapa jenis jaringan, yaitu:

a) Parenkim Asimilasi

Biasanya terletak di bagian tepi suatu organ, misalnya pada daun, batang yang berwarna hijau, dan buah. Di dalam selnya terdapat kloroplas, yang berperan penting sebagai tempat berlangsungnya proses fotosintesis.

b) Parenkim Penimbun

Biasanya terletak di bagian dalam tubuh, misalnya: pada empulur batang, umbi akar, umbi lapis, akar rimpang (rizoma), atau biji. Di dalam sel-selnya terdapat cadangan makanan yang berupa gula, tepung, lemak atau protein.

c) Parenkim Air

Terdapat pada tumbuhan yang hidup di daerah panas (xerofit) untuk menghadapi masa kering, misalnya pada tumbuhan kaktus dan lidah buaya,

d) Parenkim pengangkut

Merupakan jaringan parenkim yang terdapat di sekitar xylem yang mengangkut air dan unsure hara, serta disekitar floem yang mengedarkan zat-zat makanan hasil fotosintesis.

e) Parenkim Udara (aerenkim)

Ruang antar selnya besar, sel-sel penyusunnya bulat sebagai alat pengapung di air, misalnya parenkim pada tangkai daun tumbuhan eceng gondok.

f) Parenkim penutup luka

Merupakan jaringan parenkim yang memiliki kemampuan regenerasi (pemulihan diri) dengan cara menjadi embrional kembali (meristematik) kembali. Parenkim ini dapat bersifat meristematis kembali dengan cara membelah diri membentuk sel-sel atau jaringan parenkim yang baru. Parenkim penutup luka ini disebut juga cambium gabus (felogen)

C. Jaringan Penyokong

Jaringan penyokong atau jaringan penguat pada tumbuhan terdiri atas sel-sel kolenkim dan sklerenkim. Kedua bentuk jaringan ini merupakan jaringan sederhana, karena sel-sel penyusunnya hanya terdiri atas satu tipe sel.

a) Kolenkim

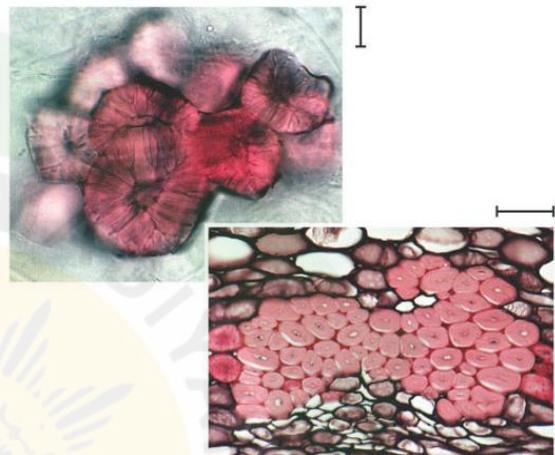
Kolenkim tersusun atas sel-sel hidup yang bentuknya memanjang dengan penebalan dinding sel yang tidak merata dan bersifat plastis, artinya mampu membentangi, tetapi tidak dapat kembali seperti semula bila organnya tumbuh. Kolenkim terdapat pada batang, daun, bagian-bagian bunga, buah, dan akar. Sel kolenkim dapat mengandung kloroplas yang menyerupai sel-sel parenkim. Sel – sel kolenkim dindingnya mengalami penebalan dari kolenkim bervariasi, ada yang pendek membulat dan ada yang memanjang seperti serabut

dengan ujung tumpul. Berdasarkan bagian sel yang mengalami penebalan, sel kolenkim dibedakan atas:

- 1) kolenkim angular (kolenkim sudut), merupakan jaringan kolenkim dengan penebalan dinding sel pada bagian sudut sel;
- 2) kolenkim lamelal, merupakan jaringan kolenkim yang penebalan dinding selnya membujur;
- 3) kolenkim anular, merupakan kolenkim yang penebalan dinding selnya merata pada bagian dinding sel sehingga berbentuk pipa.

b) Sklerenkim

Sklerenkim merupakan jaringan penyokong tumbuhan, yang sel - selnya mengalami penebalan sekunder dengan lignin dan menunjukkan sifat elastis. Sklerenkim tersusun atas dua kelompok sel, yaitu sklereid dan serabut. Sklereid disebut juga sel batu yang terdiri atas sel - sel pendek, sedangkan serabut sel – selnya. Panjang sklereid berasal dari sel-sel parenkim, sedangkan serabut berasal dari sel - sel meristem. Sklereid terdapat di berbagai bagian tubuh. Sel – selnya membentuk jaringan yang keras, misalnya pada tempurung kelapa, kulit biji dan mesofil daun. Serabut berbentuk pita dengan anyaman menurut pola yang khas. Serabut sklerenkim banyak menyusun jaringan pengangkut.



Gambar 2.5. Jaringan sklerenkim
Sumber : *Campbel, Biology 7th edition*

D. Jaringan Pengangkut

Jaringan pengangkut pada tumbuhan terdiri atas sel-sel xilem dan floem, yang membentuk berkas pengangkut (berkas vaskuler). Xilem berperan mengangkut air dan mineral dari dalam tanah ke daun, sedangkan floem berfungsi mengedarkan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tumbuhan.

a) Xilem

Xilem merupakan jaringan kompleks karena tersusun dari beberapa tipe sel yang berbeda. Penyusun utamanya adalah trakeid dan trakea sebagai saluran pengangkut air dengan penebalan dinding sel yang cukup tebal sekaligus berfungsi sebagai penyokong. Xilem juga tersusun atas serabut, sklerenkim, serta sel-sel parenkim yang hidup dan berperan dalam berbagai kegiatan metabolisme sel. Xilem disebut juga sebagai pembuluh kayu yang membentuk kayu pada batang.

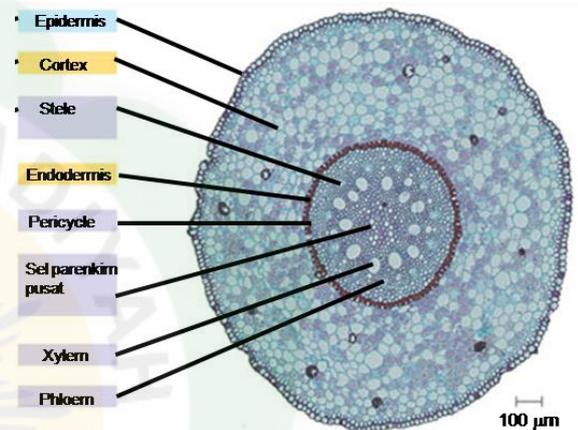
b) Floem

Pada prinsipnya, floem merupakan jaringan parenkim. Tersusun atas beberapa tipe sel yang berbeda, yaitu buluh tapis, sel pengiring, parenkim, serabut, dan sklerenkim. Floem juga dikenal sebagai pembuluh tapis, yang membentuk kulit kayu pada batang. Unsur penyusun pembuluh floem terdiri atas dua bentuk, yaitu: sel tapis (sieve plate) berupa sel tunggal dan bentuknya memanjang dan buluh tapis (sieve tubes) yang serupa pipa. Dengan bentuk seperti ini pembuluh tapis dapat menyalurkan gula, asam amino serta hasil fotosintesis lainnya dari daun ke seluruh bagian tumbuhan.

E. Organ Tumbuhan

1. Akar

Asal akar adalah dari akar lembaga (radix), pada Dikotil, akar lembaga terus tumbuh sehingga membentuk akar tunggang, pada Monokotil, akar lembaga mati, kemudian pada pangkal batang akan tumbuh akar-akar yang memiliki ukuran hampir sama sehingga membentuk akar serabut. Akar monokotil dan dikotil ujungnya dilindungi oleh tudung akar atau kaliptra, yang fungsinya melindungi ujung akar sewaktu menembus tanah, sel-sel kaliptra ada yang mengandung butir-butir amylum, dinamakan kolumela.



Gambar 2.6. Struktur akar
Sumber : *Campbel, Biology 7th edition*

a) Fungsi Akar

- 1) Untuk menambatkan tubuh tumbuhan pada tanah
- 2) Dapat berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan
- 3) Menyerap air dan garam-garam mineral terlarut

b) Anatomi Akar

Pada akar muda bila dilakukan potongan melintang akan terlihat bagian-bagian dari luar ke dalam.

1) Epidermis

Susunan sel-selnya rapat dan setebal satu lapis sel, dinding selnya mudah dilewati air. Bulu akar merupakan modifikasi dari sel epidermis akar, bertugas menyerap air dan garam-garam mineral terlarut, bulu akar memperluas permukaan akar.

2) Korteks

Letaknya langsung di bawah epidermis, sel-selnya tidak tersusun rapat sehingga banyak memiliki ruang antar sel. Sebagian besar dibangun oleh jaringan parenkim.

3) Endodermis

Merupakan lapisan pemisah antara korteks dengan silinder pusat. Sel-sel endodermis dapat mengalami penebalan zat gabus pada dindingnya dan membentuk seperti titik-titik, dinamakan pita Caspary.

4) Silinder Pusat/Steale

Silinder pusat/steale merupakan bagian terdalam dari akar. Terdiri dari berbagai macam jaringan yaitu perisikel/perikambium, berkas pembuluh/vasis dan empulur

2. Batang

Batang merupakan salah satu dari organ dasar tumbuhan berpembuluh. Batang adalah sumbu tumbuhan, tempat semua organ lain bertumpu dan tumbuh. Daun dan akar dianggap sebagai perkembangan lanjutan dari batang untuk menjalankan fungsi yang lebih khusus antara lain :

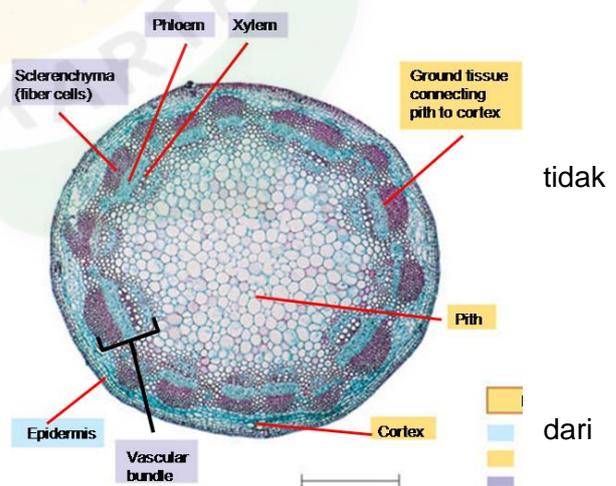
- Sebagai organ perlintasan air dan makanan. Xylem sebagai jaringan yang mengangkut air dan garam mineral, sedangkan Floem sebagai jaringan yang mengangkut hasil fotosintesis (makanan)
- Sebagai organ pembentuk dan penyangga tubuh tumbuhan
- Sebagai tempat penyimpan cadangan makanan
- Sebagai alat perkembangbiakan vegetatif
- Terdapat perbedaan antara batang dikotil dan monokotil dalam susunan anatominya.

a) Batang Dikotil

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

- **Epidermis**

Terdapat atas selaput sel yang tersusun rapat, mempunyai ruang antar sel. Fungsi epidermis untuk melindungi jaringan di bawahnya. Pada batang yang mengalami pertumbuhan sekunder, lapisan epidermis digantikan oleh lapisan gabus yang dibentuk kambium gabus.



Gambar 2.7 Struktur batang dikotil
Sumber : *Campbel, Biology 7th edition*

- **Korteks**

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

- **Endodermis**

Endodermis batang disebut juga kulit dalam, tersusun atas selapis sel, merupakan lapisan pemisah antara korteks dengan stele. Endodermis tumbuhan Angiospermae mengandung zat tepung, tetapi tidak terdapat pada endodermis tumbuhan Gymnospermae.

- **Stele/ Silinder Pusat**

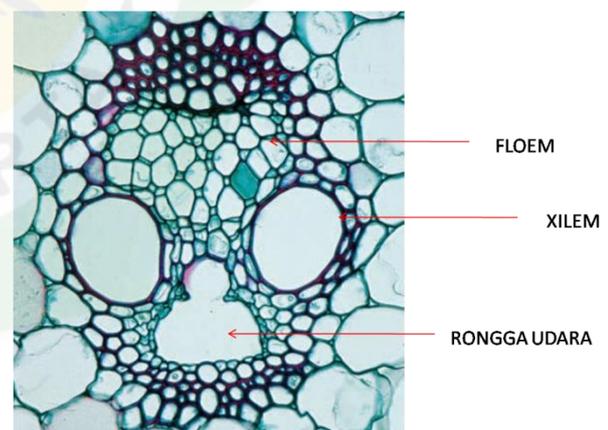
Merupakan lapisan terdalam dari batang. Lapis terluar dari stele disebut perisel atau perikambium. Ikatan pembuluh pada stele disebut tipe kolateral yang artinya xilem dan floem. Letak saling bersisian, xilem di sebelah dalam dan floem sebelah luar.

Antara xilem dan floem terdapat kambium intravasikuler tipe **kolateral terbuka**, pada perkembangan selanjutnya jaringan parenkim yang terdapat di antara berkas pembuluh angkut juga berubah menjadi kambium, yang disebut kambium intervasikuler. Keduanya dapat mengadakan pertumbuhan sekunder yang mengakibatkan bertambah besarnya diameter batang. Pada tumbuhan Dikotil, berkayu keras dan hidupnya menahun, pertumbuhan menebal sekunder tidak berlangsung terus-menerus, tetapi hanya pada saat air dan zat hara tersedia cukup, sedang pada musim kering tidak terjadi pertumbuhan sehingga pertumbuhan menebalnya pada batang tampak berlapis-lapis, setiap lapis menunjukkan aktivitas pertumbuhan selama satu tahun, lapis-lapis lingkaran tersebut dinamakan Lingkaran Tahun.

b) Batang Monokotil

Secara morfologi terdapat perbedaan yang jelas antara batang tumbuhan Dicotyledoneae dan Monocotyledoneae. Tumbuhan Dicotyledoneae pada umumnya mempunyai batang yang bagian bawahnya lebih besar dan ke ujung semakin mengecil serta dapat mempunyai percabangan atau tidak. Sebaliknya, batang tumbuhan Monocotyledoneae umumnya mempunyai ukuran yang relatif sama dari pangkal sampai ke ujung batang. Pada batang Monokotil, epidermis terdiri dari satu lapis sel, batas antara korteks dan stele umumnya tidak jelas. Pada stele monokotil terdapat ikatan pembuluh yang menyebar dan bertipe

kolateral tertutup yang artinya di antara xilem dan floem tidak ditemukan kambium. Tidak adanya kambium pada Monokotil menyebabkan batang Monokotil tidak dapat tumbuh membesar, dengan perkataan lain tidak terjadi pertumbuhan menebal sekunder. Jika dilihat,



Gambar 2.8 Struktur batang monokotil

struktur penampang melintang batang tanaman monokotil, dapat dijumpai struktur jaringan sebagai berikut.

- **Epidermis**

Epidermis merupakan struktur terluar yang disusun oleh satu lapis sel. Pada batang monokotil, dinding sel epidermisnya lebih tebal dibandingkan tumbuhan epidermis. dilengkapi dengan stomata dan bulu-bulu.

- **Korteks**

Jaringan korteks terdiri atas beberapa lapis sel dengan rongga-rongga udara di antara sel-selnya. Fungsi jaringan ini yaitu sebagai tempat pertukaran gas. Pada tumbuhan monokotil, korteks kadang-kadang terdeferensiasi secara baik atau kadang sangat sempit, bahkan tidak dapat dibedakan dengan stele.

- **Stele**

Pada tumbuhan monokotil, batas korteks dan stele biasanya tidak terlalu terlihat. Xilem dan floem terdapat pada lapisan stele ini dan susunan berkas pengangkut yaitu bertipe kolateral tertutup, sehingga batang pada tumbuhan monokotil tidak mengalami pertumbuhan membesar.

- **Empulur**

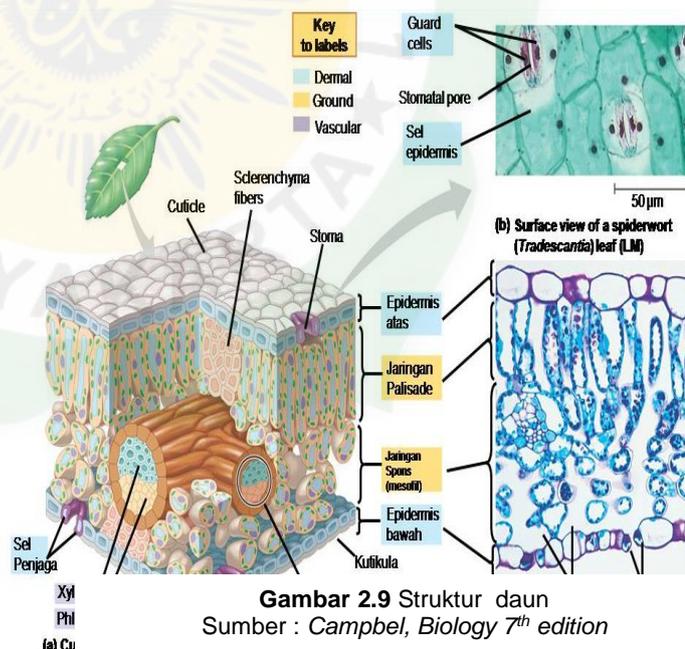
Empulur terletak di bagian paling dalam dan tersusun dari jaringan parenkim. Pada beberapa tumbuhan, empulur ada yang menghilang, misalnya pada tumbuhan padi.

3. Daun

Daun merupakan modifikasi dari batang, merupakan bagian tubuh tumbuhan yang paling banyak mengandung klorofil sehingga kegiatan fotosintesis paling banyak berlangsung di daun. Anatomi daun dapat dibagi menjadi 3 bagian :

a) **Epidermis** merupakan lapisan terluar yang terdapat di permukaan atas maupun bawah daun yang berfungsi untuk melindungi lapisan di bawahnya. Dinding sel epidermis mengalami penebalan yang tidak merata.

Dinding sel yang menghadap keluar biasanya ber dinding tebal dan tertutup kutikula. Lapisan kutikula berfungsi untuk mengurangi penguapan. Pada permukaan lapisan epidermis ditemukan pula stomata, yang berfungsi untuk pertukaran udara dan mengatur



transpirasi. Stomata dapat berada di kedua permukaan daun (*amfistomatik*) atau salah satu permukaan, antara lain di bagian bawah (*hipostomatik*).

Pada daun terapung di air, stomata hanya terdapat di bagian atas (*epistomatik*). Letak stomata dapat sejajar dengan epidermis lainnya (*stomata paneropor*), tenggelam dibandingkan deretan epidermis (*stomata kriptopor*) atau kadang-kadang berada di atas permukaan sel-sel epidermis seperti pada daun terapung. Bentuk modifikasi dari jaringan epidermis daun berupa trikoma, sel kipas, dan sel litokis. Trikoma berfungsi sebagai rambut pelindung maupun sebagai rambut kelenjar. Sel-sel kipas terdiri atas sederet sel yang lebih besar. Pada daun sel ini berperan untuk mengurangi penguapan.

b) Parenkim atau Mesofil

Jaringan ini terdapat di antara epidermis atas dan epidermis bawah. Pada tumbuhan dikotil, jaringan mesofil ini berdeferensiasi menjadi jaringanjaringan, antara lain seperti berikut.

1) Parenkim Spons (Bunga Karang)

Jaringan spons tersusun oleh sel-sel yang tak teratur, berdinding tipis, lepas, dan mengandung sedikit kloroplas. Ruang antarsel besar sehingga memudahkan terjadinya pertukaran gas.

2) Parenkim Palisade (Jaringan Tiang)

Jaringan palisade berbentuk silindris, tegak pada permukaan daun, selapis atau lebih, rapat satu sama lain dan mengandung banyak kloroplas

c) Berkas Pengangkut

Jaringan ini tersusun atas xilem dan floem. Berkas pengangkut banyak terdapat pada tulang daun dan urat daun. Fungsi jaringan pengangkut pada daun adalah untuk mengangkut air serta zat hara dari tanah dan menyebarkan hasil fotosintesis. Hasil fotosintesis dari sel mesofil masuk ke floem tulang daun yang kecil. Sel khusus yang berfungsi sebagai pengantar senyawa-senyawa organik dari sel mesofil ke floem disebut sel transfer. Di dalam berkas pengangkut, xilem selalu berada di sebelah atas floem karena tulang daun merupakan kelanjutan dari tangkai daun yang berasal dari batang. Dalam hal ini, xilem di sebelah dalam dan floem di luar. Susunan xilem, terutama pada ibu tulang daun seperti pada batang yang terdiri atas trakea, trakeid, serabut, dan parenkim.

2.3 Latihan Soal

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan tepat!

1. Gambarkan letak xilem sekunder terhadap xilem primernya dan letak floem sekunder terhadap floem primernya
2. Mengapa batang dikotil dapat tumbuh membesar, sedangkan batang monokotil tidak?

3. Apa yang dimaksud berkas pengangkut kolateral? Apakah perbedaan antara berkas pengangkut kolateral terbuka dan tertutup?
4. Bagaimanakah ciri-ciri batang tumbuhan yang hidup di daerah dengan kadar garam tinggi?
5. Jelaskan tipe-tipe kambium yang anda ketahui!apakah bedanya?

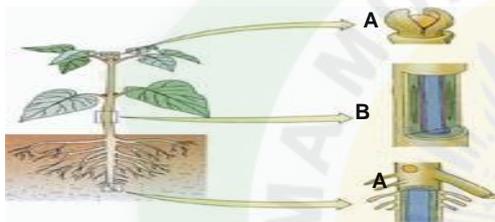
2.4 Tes Formatif

A. Pengetahuan

Pilihlah jawaban yang menurut ananda paling tepat!

1. Jaringan meristem juga di sebut jaringan non permanent , karena jaringan tersebut aktif melakukan
 - A. Pembelahan
 - B. Pembesaran
 - C. Pemanjangan
 - D. Percabangan
 - E. Penebalan

2. Perhatikan gambar di bawah ini !



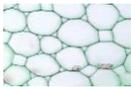
Yang benar untuk A dan B adalah jaringan meristem

- A. Apical dan Primer
 - B. Interkalar dan Sekunder
 - C. Sekunder dan Apical
 - D. Lateral dan Interkalar
 - E. Primer (apikal) dan Sekunder
2. Berikut ini ciri jaringan epidermis, *kecuali*
 - A. Susunan rapat
 - B. Bentuk berubah- ubah
 - C. Tidak berkloropil
 - D. Berfungsi untuk proteksi
 - E. Sel- sel penyusunnya berdinding
 3. Di bawah ini **bukan** modifikasi jaringan epidermis
 1. Rambut akar, trichoma
 2. Spina, lenti sel
 3. Lenti sel, stoma
 4. Trichoma, sel kersik
 5. Sel penjaga, velamen
 4. Perhatikan berbagai jaringan tumbuhan di bawah ini.

- 1) parenchym
- 2) kolenchym
- 3) schlerenchym
- 4) xylem
- 5) kambium
- 6) felogen

Yang tidak termasuk jaringan permanent adalah

1. 1,2
 2. 2,3
 3. 3,4
 4. 4,5
 5. 5,6
5. Menurut fungsinya jaringan permanent digolongkan sebagai berikut , *kecuali*....
1. Penyokong
 2. Reproduksi
 3. Proteksi
 4. Pengangkut
 5. Pengikat / pengisi
6. Perhatikan tiga macam jaringan tumbuhan di bawah ini.



1



2

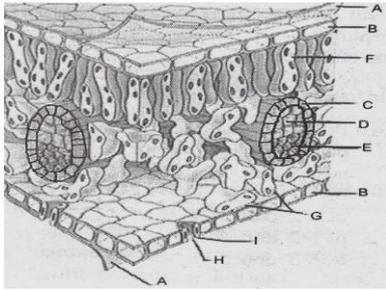


3

Jaringan yang tersusun oleh sel 1,2 atau 3 adalah

1. kolencym, schlerencym , phloem
 2. schlerencym, phloem, endodermis
 3. epidermis, xylem, kolencym
 4. phloem, schlerencym, epidermis
 5. parenchym, sclerenchym, meristem
7. Sel pengiring terdapat pada jaringan
1. phloem
 2. xylem
 3. schlerencym
 4. kolencym
 5. endodermis
8. Pembuluh angkut yang berfungsi untuk mengangkut air dan mineral adalah
1. phloem
 2. xylem
 3. parencym
 4. schlerencym
 5. endodermis
9. Di bawah ini yang termasuk jaringan xylem adalah
1. viber dan trachea
 2. tracheid dan trachea
 3. trachea dan noktah
 4. tracheid dan lenti sel
 5. kolencym dan schlerencym

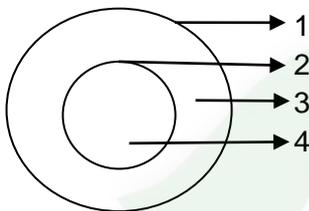
10. Perhatikan penampang melintang daun di bawah ini !



Yang disebut mesofil daun adalah

1. A,B
2. B,C
3. C,D
4. E,F
5. F,G

11. Perhatikan diagram penampang melintang akar di bawah ini !



Zona korteks dan stele ada pada bagian nomor

1. 1, 2
2. 1, 3
3. 2, 3
4. 2, 4
5. 3, 4

Pertumbuhan jaringan kambium vasikuler ke arah luar akan membentuk jaringan....

6. felem
7. gabus
8. endodermis
9. ploem skunder
10. xylem skunder

12. Perhatikan pernyataan di bawah ini.

- 1) Penebalan di sudut- sudut dinding sel
- 2) banyak dijumpai pada bagian korteks
- 3) berfungsi sebagai penyokong
- 4) merupakan jaringan hidup

Pernyataan di atas tepat untuk jaringan

1. phloem
2. xylem
3. kolenchym
4. epidermis
5. parenchyma

13. Perbedaan batang dikotil dengan monokotil yang benar adalah

Jaringan / Organ	Dikotil	Monokotil
A. batang	Tidak berkambium	Berkambium
B. ikatan xylem- phloem	Kolateral terbuka	Kolateral tertutup
C. letak xylem - phloem	Tidak teratur	Teratur
D. pertumbuhan	Memanjang	Membesar
E. akar	Serabut	Tunggang

B. Keterampilan

Mari Bereksperimen!



- **Tujuan :** Menganalisis perbedaan struktur anatomi daun dikotil dan monokotil
- **Alat dan Bahan**
 1. Daun tumbuhan monokoti dan dikotil muda yang masih segar
 2. Silet Tajam
 3. Mikroskop
 4. Kaca Objek dan kaca penutup
 5. Wadah berisi air
 6. Pipet tetes
- **Langkah Kerja**
 1. Amatilah di mikroskop irisan melintang setipis mungkin untuk daun monokotil dan dikotil (lakukan dengan hati-hati)
 2. Letakkan irisan di atas kaca objek dengan setetes air dan tutup dengan kaca penutup! Amatilah dengan cermat pada mikroskop!
 3. Temukan dan bandingkan macam-macam jaringan dan struktur jaringan dari kedua jenis daun tersebut! Kemudian buatlah gambar skematis irisan melintang daun monokotil dan dikotil !
 4. Buatlah sebuah kesimpulan dengan menganalisis perbedaan struktur beserta fungsinya yang terdapat pada daun monokotil dan dikotil!

- **Tabel Pengamatan**

Struktur Anatomi Daun Dikotil	Struktur Anatomi Daun Monokotil	Keterangan Gambar

1. Lakukan analisis terhadap struktur anatomi daun dikotil dan monokotil yang kalian temukan, jelaskan fungsinya!
2. Telusuri perbedaan apa saja yang kalian temukan!

- **Kesimpulan**

.....

.....

.....



BAB 3. JARINGAN HEWAN

3.1 KOMPETENSI DASAR DAN IPK

Kompetensi Dasar	
3.3 Menerapkan konsep tentang keterkaitan hubungan antara struktur sel pada jaringan hewan dengan fungsi organ pada hewan berdasarkan hasil pengamatan	4.3 Menyajikan data tentang struktur anatomi jaringan pada hewan berdasarkan hasil pengamatan untuk menunjukkan pemahaman hubungan antara struktur dan fungsi jaringan pada hewan terhadap bioproses yang berlangsung pada hewan.

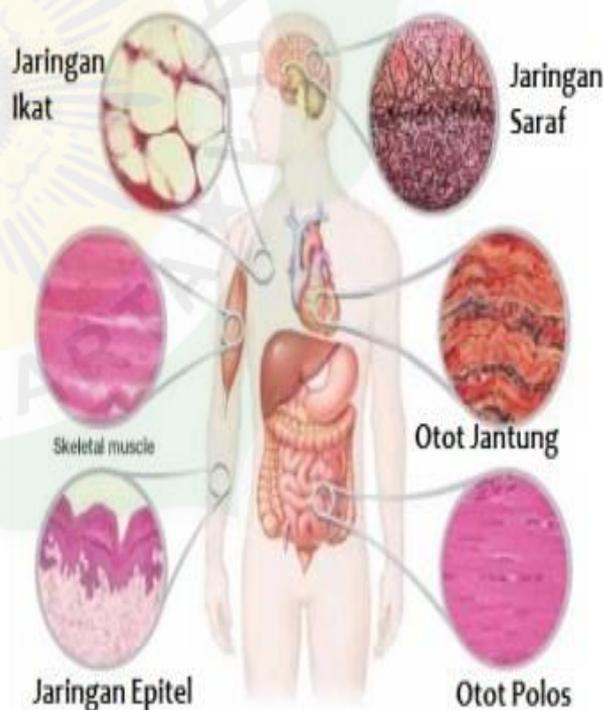
Indikator Pencapaian Kumulatif (IPK)	
3.3.1 Menjelaskan struktur jaringan pada hewan 3.3.2 Menjelaskan letak dan fungsi jaringan pada hewan 3.3.3 Menganalisis keterkaitan antara struktur sel pada jaringan hewan dengan fungsi organ pada hewan	4.3.1 Menyajikan data hasil pengamatan struktur jaringan dan organ pada hewan

3.2 MATERI

A. Pendahuluan

Tubuh hewan tersusun dari banyak sel yang bersatu membentuk jaringan. Jaringan berkelompok dan bekerja sama melaksanakan fungsi tertentu membentuk suatu organ. Beberapa organ saling berkerja sama melaksanakan fungsi tertentu membentuk suatu sistem. Jaringan, organ dan sistem organ bersama-sama membentuk tubuh organisme.

Sel-sel pada tubuh mengalami diferensiasi dan spesialisasi membentuk jaringan, organ, dan sistem organ. Diferensiasi adalah proses perubahan bentuk sel. Spesialisasi adalah proses perubahan fungsi sel. Melalui diferensiasi dan spesialisasi akan tersusun tubuh organisme. Jaringan penyusun tubuh hewan dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok, yaitu jaringan epithelium, jaringan ikat, jaringan otot, dan jaringan syaraf.



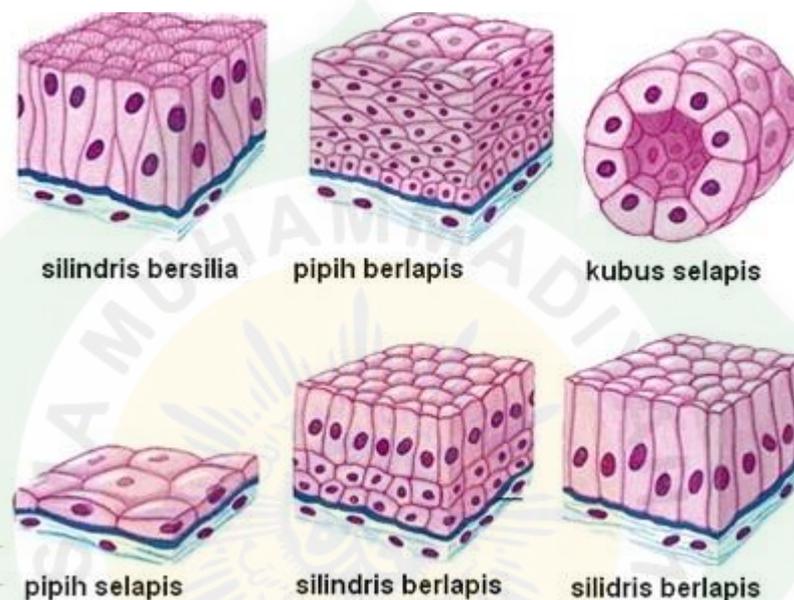
Gambar 3.1 Jaringan pada Tubuh Manusia

B. Jaringan Hewan

1. Jaringan Epitelium/Epitel

Jaringan epitel merupakan jaringan yang melapisi permukaan dalam dan luar suatu organ. Jaringan epitel melekat pada jaringan ikat yang ada di bawahnya yang mempunyai pembuluh darah. Jaringan epitel memiliki bermacam-macam fungsi tergantung jenis dan lokasinya, antara lain sebagai pelindung, sebagai tempat pertukaran gas respirasi dan tempat pelepasan bahan-bahan buangan, kemudian sebagai tempat absorpsi dan sekresi.

Berdasarkan jumlah lapisan sel dan bentuk, jaringan epitel dibedakan menjadi epitel sederhana (sel-selnya hanya selapis) dan epitel berlapis (beberapa lapis sel). Selain itu dikenal juga epitel berlapis semu.



Gambar 3.2 Macam-macam Jaringan Epitel

a. Epitel sederhana

- 1) Epitel selapis pipih, bentuk sel-selnya pipih. Berfungsi sebagai jalan pertukaran zat. Epitel ini terdapat pada dinding dalam kapiler darah dan dinding alveolus paru-paru.
- 2) Epitel selapis kuboid, berbentuk seperti kubus. Terletak di permukaan ovarium, kelenjar tiroid, dan tubulus ginjal.
- 3) Epitel selapis batang, berbentuk seperti batang. Epitel selapis silindris yang memiliki silia pada permukaannya terdapat pada oviduk, sedangkan yang tidak memiliki silia, terdapat pada dinding sebelah dalam usus dan kandung empedu.

b. Epitel berlapis

- 1) Epitel berlapis pipih terdapat pada permukaan kulit, vagina dan esophagus.
- 2) Epitel berlapis kubus terdapat pada saluran kelenjar keringat, folikel ovarium yang sedang berkembang, dan kelenjar ludah.
- 3) Epitel berlapis batang (silindris) terdapat pada uretra pria.

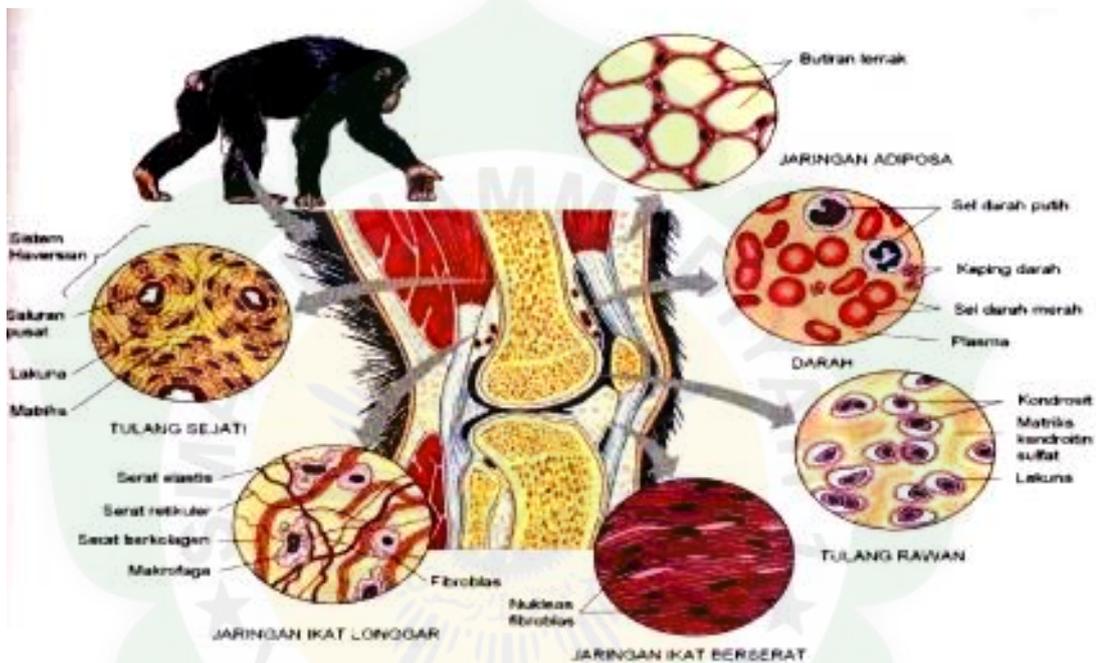
4) Epitel transisional terdapat pada kandung kemih.

c. Epitel berlapis semu

Epitel ini sebenarnya tersusun dari selapis sel epitel, tetapi ketinggian sel yang menyusunnya tidak sama sehingga terlihat seperti berlapis. Contohnya pada trakea.

2. Jaringan Ikat

Jaringan ikat merupakan jaringan yang menghubungkan jaringan atau organ satu dengan jaringan atau organ yang lain. Fungsi jaringan ini antara lain melekatkan suatu jaringan ke jaringan lain, menyokong organ, melindungi dan member struktur pada organ-organ, membentuk darah dan limfa, menyimpan lemak, serta member rongga di antara organ-organ.



Gambar 3.3 Macam-macam Jaringan Ikat

Secara umum, jaringan ikat dapat dibedakan menjadi jaringan ikat biasa, jaringan ikat khusus, jaringan ikat penyokong, dan jaringan ikat penghubung. Berikut ini penjelasannya :

a. Jaringan ikat biasa

- 1) Jaringan ikat padat memiliki matriks yang berisi banyak serabut dengan susunan yang teratur dan padat. Komponen utamanya adalah kolagen putih. Jaringan bersifat tidak elastis, tetapi cukup fleksibel. Contohnya jaringan ikat padat teratur yaitu ligamen dan tendon; jaringan ikat padat kolagen pada lapisan bawah dermis kulit, tulang, persendian; dan jaringan ikat padat elastis yang terdapat pada dinding arteri besar, trakea dan saluran bronkus.
- 2) Jaringan ikat longgar memiliki banyak pembuluh darah, sel-sel saraf, fibroblast, makrofag, dan sel-sel darah putih. Jaringan ini terdapat pada lapisan bawah kulit dan disekitar pembuluh darah, pembuluh limfa, otot serta saraf.

b. Jaringan ikat khusus

- 1) Jaringan ikat retikuler tersusun atas serabut-serabut retikuler yang teranyam dalam matriks seperti jel. Berfungsi menyokong organ-organ lunak dan membentuk darah.
- 2) Jaringan adiposa (lemak) terdiri atas sel-sel lemak yang dikelilingi serabut kolagen. Berfungsi menyokong sel-sel lemak yaitu menyimpan energy dan sebagai bantalan untuk menahan guncangan.

c. Jaringan ikat penyokong

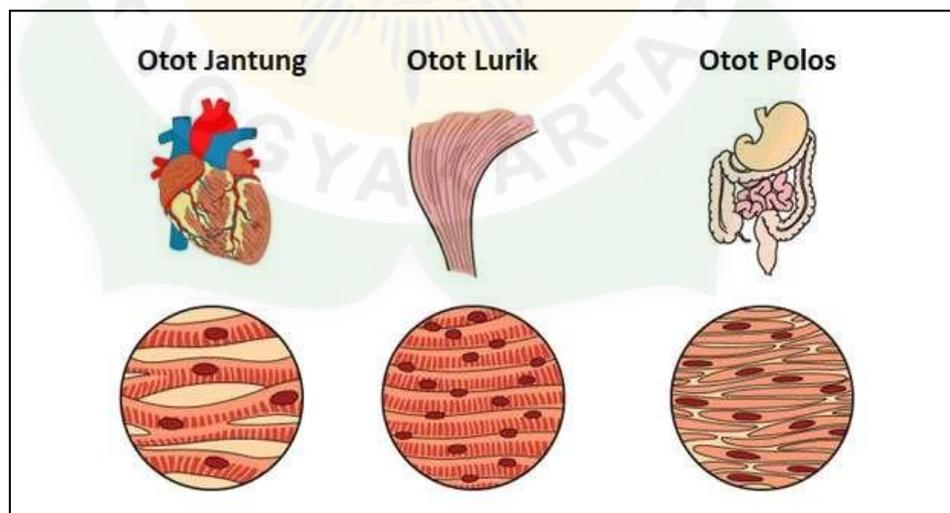
- 1) Jaringan tulang rawan (kartilago), terdiri atas sel-sel tulang rawan (kondosit). Bersifat lentur dan kuat. Ditemukan pada persendian. Kartilago dibedakan menjadi kartilago hialin, kartilago elastin, dan kartilago fibrosa.
- 2) Jaringan tulang keras (osteon) tersusun atas sel-sel tulang (osteosit) yang berasal dari sel induk tulang (osteoblas). Bersifat keras karena sebagian besar matriksnya mengandung mineral-mineral anorganik seperti kalsium, fosfat, kalium dan natrium. Adapun sebagian kecil matriksnya mengandung kolagen.

d. Jaringan ikat penghubung

Terdiri atas jaringan darah dan jaringan limfa. Jaringan darah tersusun atas sel-sel darah dan plasma darah. Plasma darah merupakan tempat untuk sel-sel darah seperti sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keeping-keeping darah (trombosit).

3. Jaringan Otot

Jaringan otot terusun atas sel-sel otot. Kemampuan otot menggerakkan berbagai organ tubuh disebabkan kemampuannya berkontraksi. Jaringan otot dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu :



Gambar 3.4 Macam-macam Jaringan Otot

- a. Otot polos, me sel berbentuk kumparan halus, yang mengandung inti berbentuk oval. Otot polos terdapat pada dinding saluran pernapasan, saluran pencernaan, saluran darah, pembuluh getah

bening, dan di kulit. Jaringan ini bergerak secara tidak sadar, contohnya gerakan pada saluran pencernaan.

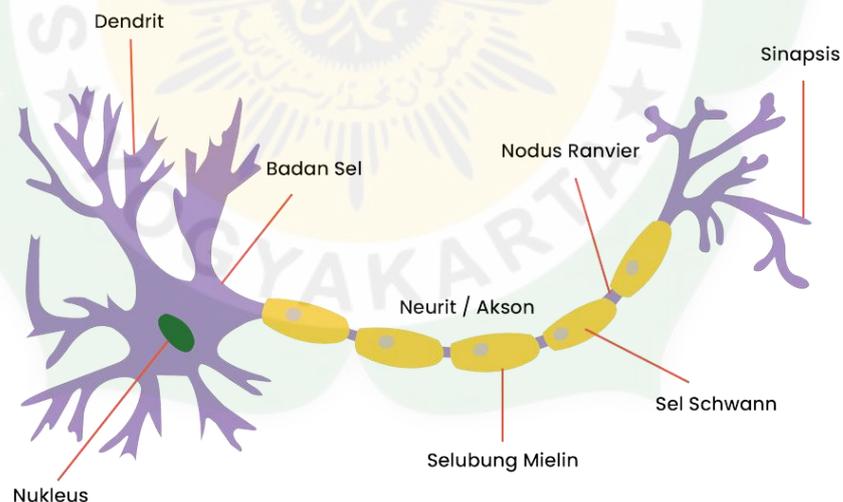
b. Otot lurik, sering disebut otot-otot rangka, sebab jaringan ini sebagian besar melekat pada rangka. Tersusun atas sel-sel otot (fibril). Fibril tersusun atas miofibril. Miofibril tersusun atas senyawa protein rangkap, yaitu aktin dan myosin. Jaringan ini bergerak secara sadar (sesuai kehendak kita). Berfungsi menggerakkan tulang dan melindungi rangka dari benturan benda lain.

c. Otot jantung

Jaringan ini hanya terdapat pada lapisan tengah dinding jantung. Sel-selnya berinti satu. Jaringan ini bekerja secara tidak sadar dan reaksi terhadap rangsang lambat. Fungsi otot jantung adalah bila berkontraksi akan menimbulkan tenaga yang amat penting untuk memompa darah ke luar jantung.

C. Jaringan Saraf

Jaringan saraf berfungsi menghantarkan rangsang dari luar tubuh menuju pusat sistem saraf, atau meneruskan perintah dari pusat saraf ke suatu organ tertentu sebagai tanggapan adanya rangsang. Jaringan ini tersusun atas sel-sel saraf (neuron). Tiap neuron terdiri atas badan sel dengan inti ditengahnya, akson dan dendrit. Akson diselubungi oleh sel Schwann. Selubung ini disebut selubung mielin. Batas antar sel Schwann disebut nodus Ranvier. Ujung akson akan berhubungan dengan ujung dendrite melalui suatu bagian yang disebut sinapsis. Melalui sinapsis inilah terjadi penghantaran rangsang dari satu neuron ke neuron lain dan ke reseptor. Jaringan saraf terdapat di otak, sumsum tulang belakang, dan di urat saraf. Ada tiga macam sel saraf, yaitu sel saraf motorik, sel saraf sensorik, dan sel saraf penghubung.



Gambar 3.5 Sel Neuron

3.3 LATIHAN SOAL

1. Tubuh manusia tersusun atas empat jaringan utama, yaitu jaringan epitel, jaringan ikat, jaringan otot, dan jaringan saraf.
 - a. Jelaskan perbedaan karakteristik sel keempat jaringan tersebut.
 - b. Jelaskan fungsi keempat jaringan tersebut.
2. Seorang perokok berat mengalami kerusakan jaringan epitel berlapis semu (bersilia) pada saluran pernapasannya. Apakah yang akan terjadi apabila selama perbaikan, jaringan digantikan dengan sel epitel tidak bersilia?
3. Darah merupakan salah satu jaringan tubuh yang khas. Apakah yang membedakan jaringan darah dari jaringan lainnya?
4. Mengapa jaringan otot yang terdapat di organ jantung dan pembuluh darah arteri berbeda? Jelaskan berdasarkan struktur jaringan otot dan fungsi organnya.
5. Proses transplantasi organ dilakukan untuk memindahkan organ pendonor ke tubuh resipien. Transplantasi dapat dilakukan pada organ maupun jaringan.
 - a. Jelaskan mekanisme tubuh yang menyebabkan tubuh resipien menolak organ tubuh yang ditransplantasi.
 - b. Apakah fungsi dari obat immunosupresan dalam proses transplantasi organ?

3.4 TES FORMATIF (PENGETAHUAN DAN KETERAMPILAN)

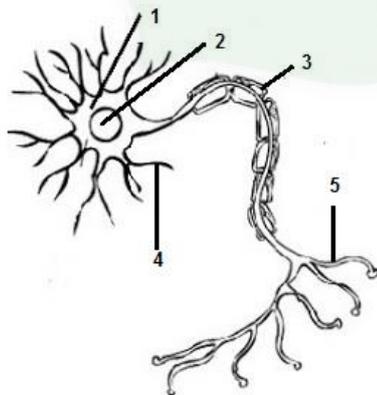
A. PENGETAHUAN

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

1. Jaringan yang melapisi bagian permukaan tubuh meliputi kulit dan permukaan organ dalam tubuh, seperti paru-paru, lambung, usus halus, dan pembuluh darah adalah ...
 - a. Jaringan dermal
 - b. Jaringan epitel
 - c. Jaringan otot
 - d. Jaringan saraf
 - e. Jaringan ikat
2. Jaringan epitel transisional banyak ditemukan pada organ ...
 - a. Kulit
 - b. Dinding usus
 - c. Kandung kemih
 - d. Vagina
 - e. Ginjal

3. Bagian darah yang berfungsi dalam proses penggumpalan darah adalah ...
- Eritrosit
 - Leukosit
 - Basofil
 - Platelet
 - Netrofil
4. Otot rangka melekat pada tulang melalui ...
- Matriks
 - Sel otot
 - Kartilago
 - Ligament
 - Tendon
5. Perhatikan data berikut.
- (1) Lapisan esophagus
 - (2) Saluran kelenjar keringat
 - (3) Lapisan kantung kemih
 - (4) Lapisan pelvis renalis
 - (5) Lapisan uretra
- Lokasi yang dapat ditemukan jaringan epitel transisional ditunjukkan oleh nomor ...
- (1), (2), dan (3)
 - (1), (3), dan (5)
 - (2), (3), dan (4)
 - (1), (4), dan (5)
 - (3), (4), dan (5)
6. Dasar utama yang digunakan untuk membedakan jaringan tulang rawan menjadi tiga macam, yaitu tulang rawan hialain, elastis, dan fibrosa adalah ...
- Macam sel tulang rawan
 - Kandungan matriks
 - Fungsi tulang
 - Lokasi tulang
 - Ada tidaknya rongga tulang
7. Pernyataan berikut ini yang merupakan sifat dan ciri jaringan otot lurik adalah ...
- Reaksi terhadap rangsang cepat
 - Geraknya di luar kesadaran kita
 - Menggerakkan alat-alat dalam
 - Sel-selnya berinti satu di pusat
 - Mempunyai jaringan fibril yang homogen

8. Tulang sejati bersifat keras karena matriksnya mengandung berbagai mineral anorganik seperti ...
 - a. Karbonat
 - b. Kalsium
 - c. Magnesium
 - d. Fosfor
 - e. Silica
9. Sel otot dengan ciri-ciri bentuk pipih seperti gelendong dan berinti satu yang terletak di tengah sel tidak dijumpai pada ...
 - a. Usus
 - b. Lambung
 - c. Ureter
 - d. Pembuluh darah
 - e. Jantung
10. Epitel kubus selapis biasanya berfungsi dalam ...
 - a. Sekresi bahan-bahan oleh kelenjar
 - b. Melindungi permukaan organ bagian dalam
 - c. Membungkus dan melapisi organ
 - d. Melindungi permukaan tubuh
 - e. Melekatkan otot ke tulang
11. Jaringan penyusun organ usus adalah ...
 - a. Epitel pipih, otot lurik, jaringan saraf, dan jaringan lemak
 - b. Epitel silindris, otot polos, jaringan darah, dan jaringan saraf
 - c. Epitel kubus, jaringan lemak, tulang rawan, dan jaringan darah
 - d. Epitel silindris, otot lurik, jaringan lemak, dan jaringan darah
 - e. Epitel pipih, jaringan ikat padat, otot polos, dan jaringan darah
12. Perhatikan gambar berikut.



Bagian dari neuron yang berfungsi menerima sinyal dan menyampaikannya pada badan sel ditunjukkan oleh nomor ...

- a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
 - e. 5
13. Organ berikut tergolong organ luar adalah ...
- a. Tendon
 - b. Usus
 - c. Hidung
 - d. Paru-paru
 - e. Hati
14. Organ yang termasuk penyusun sistem pernapasan manusia adalah ...
- a. Ginjal
 - b. Kantong kemih
 - c. Ureter
 - d. Paru-paru
 - e. Uretra
15. Di antara pasangan sistem organ berikut yang mengatur aktivitas sistem organ lainnya adalah ...
- a. Sistem peredaran dan sistem gerak
 - b. Sistem saraf dan sistem endokrin
 - c. Sistem limfatik dan sistem integumen
 - d. Sistem endokrin dan sistem limfatik
 - e. Sistem integumen dan sistem saraf

B. KETERAMPILAN

Menganalisis Kosmetik Kecantikan Kulit

1. Carilah artikel mengenai struktur penyusun kulit pada hewan, bahan-bahan obat yang berhubungan dengan kulit, serta jaringan dasar penyusun kulit.
2. Analisis bersama teman sekelompok kalian mengenai kebenaran atau kesalahan konseptual iklan kosmetik dengan kritis, hubungkan dengan pengetahuan yang kamu dapat tentang struktur kulit.
3. Kemudian buatlah poster mengenai ajakan untuk menjaga kesehatan jaringan dasar penyusun kulit.

SISTEM GERAK

4.1 KOMPETENSI DASAR DAN IPK

Kompetensi Dasar

- 3.4 Menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem gerak dan mengaitkan dengan bioprosesnya sehingga dapat menjelaskan mekanisme gerak serta gangguan fungsi yang mungkin terjadi pada sistem gerak manusia melalui studi literatur, pengamatan, percobaan, dan simulasi.
- 4.4 Menyajikan hasil analisis tentang kelainan pada struktur dan fungsi jaringan gerak yang menyebabkan gangguan sistem gerak manusia melalui berbagai bentuk media presentasi.

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

- 3.4.1 Memahami mekanisme gerak
- 3.4.2 Mengidentifikasi macam-macam gerak
- 3.4.3 Mengidentifikasi kelainan pada sistem gerak
- 3.4.4 Menjelaskan teknologi yang mungkin untuk membantu kelainan pada sistem gerak
- 3.4.5 Menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem gerak dalam kaitannya dengan bioproses dan gangguan fungsi yang dapat terjadi pada sistem gerak manusia
- 4.4.1 Menyajikan karya tentang pemanfaatan teknologi dalam mengatasi gangguan sistem gerak melalui studi literatur

4.2 MATERI

A. PENDAHULUAN

Setiap makhluk hidup pasti memiliki ciri-ciri kehidupan, yang salah satu dari ciri tersebut adalah bergerak. Gerak dilakukan semua makhluk hidup baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Manusia melakukan gerakan untuk menunjang aktifitas kehidupan sehari-hari, misalnya berjalan, berlari, berenang, menghindari bahaya, mengangkat barang, memakai baju, menendang bola dll. Gerakan tubuh dapat terjadi karena otot berkontraksi. Kontraksi yang dilakukan otot mengakibatkan anggota tubuh dapat melakukan gerakan sesuai dengan yang kita inginkan.

Gerakan merupakan pola koordinasi fisiologis yang sangat kompleks antara system rangka, system otot, dan system syaraf. Gerak dalam ilmu fisikan diartikan sebagai perpindahan suatu benda atau partikel dari satu titik ke titik lain. Tentu definisi tersebut tidak dapat kita gunakan langsung untuk mendefinisikan gerak pada makhluk hidup, karena keterbatasan cakupan definisi dari pengertian gerak tersebut.

Pada makhluk hidup, gerak tidak saja mengenai perpindahan dari suatu titik ke titik lain, tetapi lebih dari itu gerak pada makhluk hidup juga merupakan gerak anggota tubuh baik

seluruh maupun yang dilakukan oleh sebagian tubuh makhluk hidup, seperti yang dilakukan oleh tumbuhan dan makhluk hidup tingkat rendah. Perlu diketahui system gerak pada manusia terdiri dari **alat gerak pasif** yaitu rangka dan tulang serta **alat gerak aktif** yaitu sendi dan otot.

B. RANGKA TUBUH

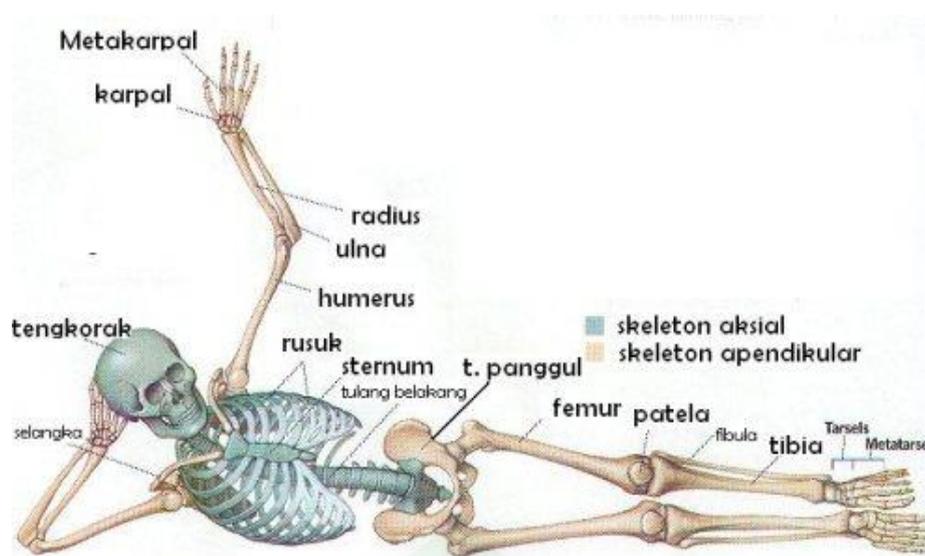
Tulang –tulang didalam tubuh membangun rangka (skeleton). Rangka pada tubuh hewan vertebrata dan manusia ditutupi oleh otot dan kulit, sehingga disebut endoskeleton (rangka dalam). Rangka manusia merupakan alat gerak pasif yang akan digerakkan oleh otot. Rangka pada manusia dewasa tersusun dari 206 tulang dengan berbagai macam bentuk dan ukuran. Sebagian besar kerangka terdiri atas bagian bagian keras dan kaku, kecuali pada persendian.

Komponen yang paling lazim terdapat di dalam kerangka adalah senyawa kalsium. Pada banyak kerangka avertebrata, kalsium terdapat sebagai kalsium karbonat, sedangkan pada vertebrata sebagai kalsium fosfat. Selain itu, terdapat pula zat-zat lain, seperti garam-garam magnesium dan strontium.

Rangka memiliki fungsi sebagai berikut :

- 1) Memberi bentuk dan postur tubuh.
- 2) Sebagai penopang tubuh,
- 3) Melindungi organ-organ dalam.
- 4) Alat gerak pasif .
- 5) Tempat melekatnya otot-otot rangka (otot lurik).
- 6) Hematopoiesis, yaitu pembentukan sel-sel darah putih (leukosit), sel darah merah (eritrosit), dan keeping darah (trombosit) disumsum merah.
- 7) Tempat penyimpanan mineral. Sekitar 62% matriks tulang tersusun dari garam anorganik, terutama kalsium fosfat dan kalsium karbonat.
- 8) Tempat penyimpanan energy, yaitu simpanan lemak di sumsum kuning.
- 9) Fungsi imunologis, yaitu menghasilkan sel-sel imunitas di dalam sumsum, misalnya limfosit B yang menghasilkan antibody dan limfosit T yang membantu pertahanan terhadap infeksi.

Rangka tubuh manusia dapat digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu rangka aksial (rangka sumbu tubuh) dan rangka apendikuler (rangka pelengkap atau anggota gerak tubuh). Untuk melihat lebih rinci rangka tubuh manusia secara umum, perhatikan gambar 4.1 dibawah ini!



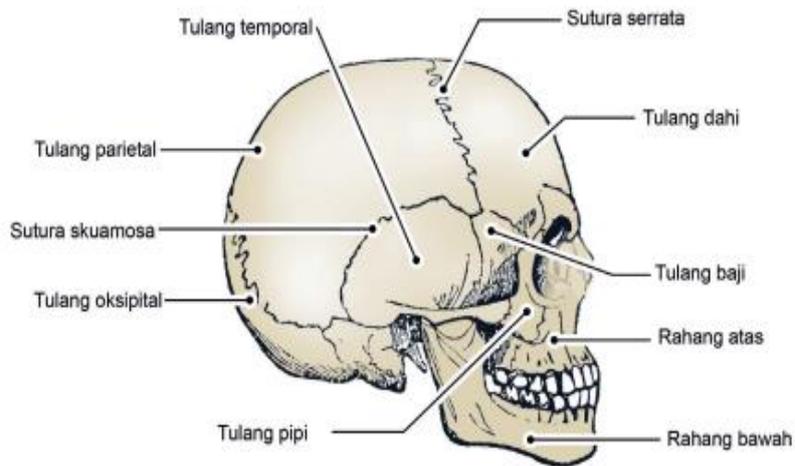
Gambar 4.1. Rangka Tubuh Manusia
 Sumber : BSE Faida rachmawati

1. RANGKA AKSIAL (Rangka Sumbu Tubuh)

Rangka aksial adalah rangka pada sumbu tubuh, memiliki 80 buah tulang meliputi tulang tengkorak, tulang telinga dalam dan hyoid, tulang belakang, tulang dada, dan tulang rusuk (iga). Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai rangka aksial pada manusia, cermati pembahasan mengenai rangka aksial di bawah ini :

a. Tulang Tengkorak

Tulang tengkorak terdiri atas 22 buah tulang. Tulang ini mempunyai fungsi yang amat penting, melindungi otak, organ pendengaran, dan organ penglihatan.. Tulang tengkorak yang lain berfungsi membentuk wajah, seperti tulang pipi (*os zigomatikus*), tulang hidung (*os natis*), tulang rahang atas (*os maksila*), dan tulang rahang bawah (*os mandibularis*). Tulang tengkorak berhubungan dengan bagian atas tulang belakang (tulang leher). Tulang tengkorak dibedakan menjadi dua bagian, yaitu **tulang kranial** (tulang tempurung kepala) dan **tulang fasial** (tulang wajah). Tulang kranial membentuk tempurung kepala, sedangkan tulang fasial membentuk mata, hidung, pipi, dan rahang. Tulang-tulang tengkorak yang bersambung dan tidak dapat digerakkan disebut **sutura**. Untuk melihat lebih jauh mengenai beberapa bagian-bagian pada tulang tengkorak, perhatikan gambar 4.2 berikut ini!



Gambar 4.2 Tulang Tengkorak

Untuk melihat bagian tulang tengkorak dan banyaknya tulang tengkorak, bisa dilihat pada tabel 1 dibawah ini!

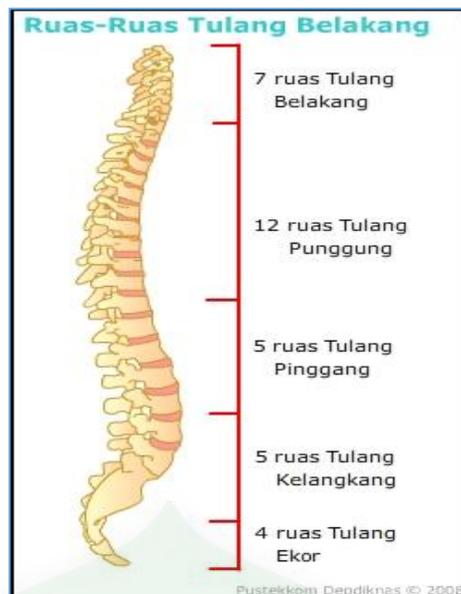
Tabel 1.Tulang Tengkorak

Bagian Tulang Tengkorak	Nama Tulang	Nama Lain	Jumlah
a. Tulang kranial (tulang tempurung kepala)		Tulang dahi	
		Tulang ubun-ubun	
		Tulang kepala belakang	
		Tulang samping	
		Tulang bajii	
		Tulang tapis	
b. Tulang fasial (wajah)		Tulang rahang atas	
		tulang langit-langit	
		tulang pipi	
		Tulang mata	
		Tulang hidung	
	nasal	Tulang sekat rongga hidung	
	Konka nasal	Tulang karang hidung	
		Tulang rahang bawah	
Jumlah			22

b. Tulang Belakang (Kolumna Vertebra)

Tulang belakang tersusun dari 33 ruas yang masing-masing dihubungkan oleh cakram tulang rawan fibrosa, yang memungkinkan tulang untuk tegak dan membungkuk. Cakram tersebut juga berfungsi menahan guncangan ketika menggerakkan badan, misalnya pada saat lari dan berlompat.

Perhatikan gambar 5.3 dibawah ini! Jika dilihat dari samping, tulang belakang membentuk lengkung vertical, yaitu 7 ruas tulang leher melengkung ke depan, 12 ruas tulang toraks /lengkung punggung melengkung ke belakang, 5 ruas tulang lumbar /lengkung pinggang melengkung ke belakang, 5 ruas tulang pelvis/lengkung kelangkang (panggul) melengkung ke belakang dan 4 ruas tulang ekor



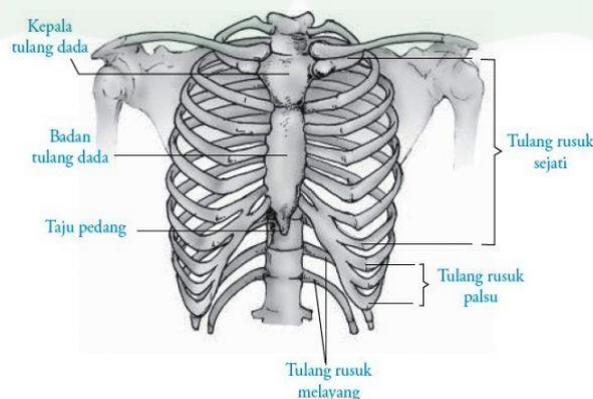
Gambar 4.3 Tulang Belakang

Tulang belakang memiliki fungsi sebagai berikut :

- Menopang kepala dan bagian tubuh lainnya
- Melindungi organ dalam tubuh
- Tempat melekatnya tulang rusuk
- Menentukan sikap tubuh

c. Tulang dada (Sternum) dan Tulang Rusuk (Kosta)

Tulang dada (sternum) merupakan tulang pipih memanjang yang terletak di tengah dada. Tulang dada terlibat dalam banyak gerakan tubuh bagian atas. Tulang dada tersambung ke tulang rusuk yang berfungsi untuk melindungi organ-organ vital tubuh seperti jantung, paru-paru, lambung, dan hati. Tulang rusuk bagian belakang berhubungan dengan ruas-ruas tulang belakang melalui persendian. Perhubungan tersebut memungkinkan tulang rusuk dapat bergerak kembang Kempis sesuai dengan irama pernafasan. Untuk melihat lebih jelas coba perhatikan gambar 4.4 dibawah ini!



Gambar 4.4 Tulang dada dan Tulang rusuk

Dari gambar diatas bisa dijabarkan bahwa, tulang dada berjumlah 1 buah terdiri atas 3 bagian, yaitu :

- **Manubrium sterni (kepala tulang dada)**, membentuk persendian dengan tulang selangka, klavikula, dan tulang rusuk pertama
- **Korpus sterni(badan tulang dada)**, membentuk persendian dengan sembilan tulang rusuk berikutnya
- **Presesus xifoid (tulang taju pedang)**, tulang yang masih berbentuk tulang rawan pada bayi

Bersama-sama dengan tulang dada membentuk rongga dada untuk melindungi jantung dan paru-paru. Tulang rusuk dibedakan atas tiga bagian yaitu:

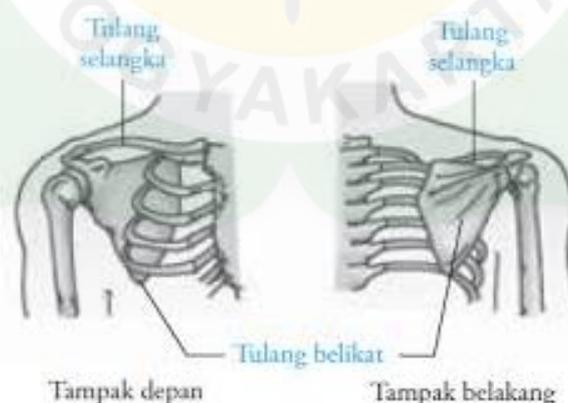
- **Tulang rusuk sejati** berjumlah tujuh pasang.
- **Tulang rusuk palsu** berjumlah 3 pasang.
- **Rusuk melayang** berjumlah 2 pasang.

2. RANGKA APENDIKULAR (Rangka Pelengkap atau Anggota Gerak Tubuh)

Rangka apendikuler terkait langsung dengan sistem gerak. Rangka apendikuler tersusun atas tulang anggota gerak atas dan tulang anggota gerak bawah yang meliputi gelang bahu (pectoral), anggota gerak atas (Ekstremitas superior), gelang panggul (pelvis) dan anggota gerak bawah (Ekstremitas inferior).

a. Gelang Bahu (Pektoral)

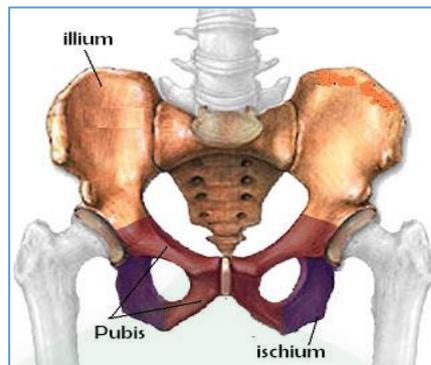
Gelang bahu merupakan persendian yang menghubungkan lengan dengan badan. Pergelangan bahu memiliki mangkuk yang tidak sempurna karena bagian belakangnya terbuka. Gelang bahu tersusun dari dua macam tulang, yaitu **scapula** (tulang belikat) dan **klavikula** (tulang selangka).



Gambar 4.5 Gelang Bahu (Pektoral)

b. Gelang Panggul (Tulang Pinggul)

Gelang panggul terdiri atas tiga pasang tulang yang bersatu, yaitu tulang usus (tulang ilium), tulang kemaluan (Pubis), dan tulang duduk (Ischium). Untuk melihat lebih jelas letak ketiga tulang panggul tersebut, Perhatikan gambar 4.6 dibawah ini!



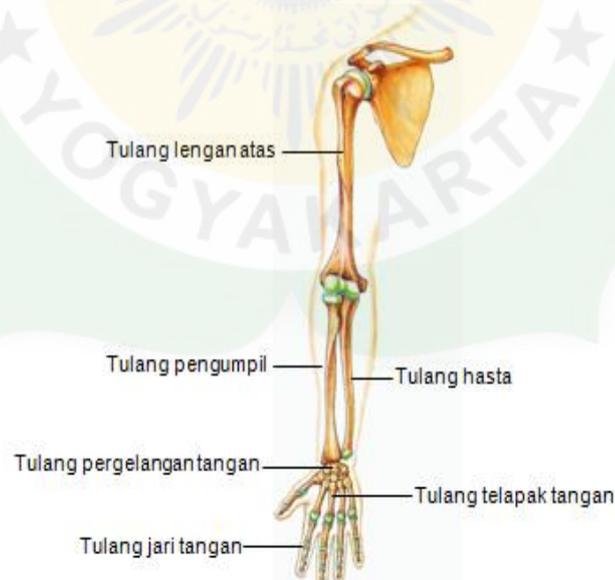
Gambar 4.6 Gelang

Panggul

Gelang panggul berfungsi untuk menyangga berat tubuh, serta melindungi bagian dalam rongga pelvis yang berisi organ kandung kemih (Vesika urinaria), organ reproduksi, dan sebagai tempat tumbuh kembangnya janin. Alat-alat kandungan pada wanita.. Pada umumnya, diameter pelvis pada wanita lebih besar daripada pelvis pada laki-laki.

c. Anggota gerak atas (tangan)

Anggota gerak atas tersusun dari tulang humerus (tulang lengan atas), radius (tulang pengumpil), ulna (tulang hasta), karpal (tulang pergelangan tangan), metacarpal (tulang telapak tangan) dan falangus (tulang jari tangan). Untuk Lebih detailnya lagi silahkan perhatikan gambar dibawah ini!



Gambar. 4.7 Ekstremitas Superior (Tulang Gerak Atas)

d. Anggota gerak bawah (kaki)

Anggota gerak bawah (Ekstremitas inferior) terdiri dari tulang-tulang berikut ini:



Gambar 4.8 Anggota Gerak Bawah

- **Femur** (tulang paha) merupakan tulang pipa terpanjang dan terbesar.
- **Tibiac** (tulang kering) merupakan tulang pipa terbesar setelah tulang paha.
- **Fibula** (tulang betis) merupakan tulang pipa yang paling ramping.
- **Patela** (tulang tempurung lutut) merupakan tulang pipih berbentuk segitiga yang sudutnya membulat.
- **Tarsal** (tulang pergelangan kaki) terdiri atas 7 tulang kecil pada setiap kaki, yaitu 1 tulang talus, 1 tulang tumit atau kalkaneus (berukuran paling besar), 1 tulang berbentuk kapal (navikular), 1 tulang berbentuk dadu (kuboid) dan tulang kuneiformis berbentuk biji.
- **Metatarsal** (tulang telapak kaki) terdiri atas 5 tulang pipa berbentuk bulat panjang. Metatarsal pertama merupakan metatarsal yang lebar pendek dan panjang.
- **Falangus** (tulang jari kaki) terdiri atas tulang pendek berjumlah 14 buah pada setiap kaki. Setiap jari kaki terdiri atas 3 ruas tulang, kecuali ibu jari kaki yang hanya memiliki 2 ruas saja.

Untuk mengetahui jenis-jenis tulang pada rangka apendikuler secara jelas, perhatikan tabel 2 dibawah ini!

Tabel 2. Tulang Apendikuler

Tulang Apendikuler			Jumlah	Jumlah Total
Bagian Rangka	Nama Tulang	Nama Lain		
Pektoral (gelang bahu)	Klavikula	Tulang Selangka	2	
	Skapula	Tulang Belikat	2	
Jumlah Pektoral				4
Ekstremitas Superior (Anggota Gerak Atas)	Humerus	Tulang Pangkal Lengan (lengan atas)	2	
	Radius	Tulang Pengumpil	2	
	Ulna	Tulang Hasta	2	
	Karpal	Tulang Pergelangan	16	

		Tangan		
	Metakarpal	Tulang Telapak Tangan	10	
	Falanges	Tulang Jari Tangan	28	
Jumlah Ekstremitas Superior			60	
Pelvis (gelang panggul)	Pelvis	Tulang Pelvis	2	
Jumlah Pelvis			2	
Ekstremitas Inferior (anggota gerak bawah)	Femur	Tulang Paha	2	
	Tibia	Tulang Kering	2	
	Fibula	Tulang Betis	2	
	Patela	Tulang tempurung lutut	2	
	Tarsal	Tulang pergelangan kaki	14	
	Metatarsal	Tulang telapak kaki	10	
	Falagus	Tulang Jari kaki	28	
Jumlah Ekstremitas Inferior			60	
Jumlah Total Tulang Apendikuler			126	

C. PERSENDIAN PADA MANUSIA

Persendian (artikulasi) adalah hubungan antara dua tulang atau lebih, baik yang dapat digerakkan maupun yang tidak dapat digerakkan. Titik di mana dua atau lebih tulang bertemu disebut sendi. Jenis hubungan antara dua tulang atau lebih dikenal dengan nama persendian (joints).

1. Macam- Macam Sendi

Berdasarkan besar kecilnya gerakan yang terjadi, tipe persendian dibedakan menjadi tiga macam, yakni sinartrosis, amfi artrosis/sinkondrosis, dan diartrosis.

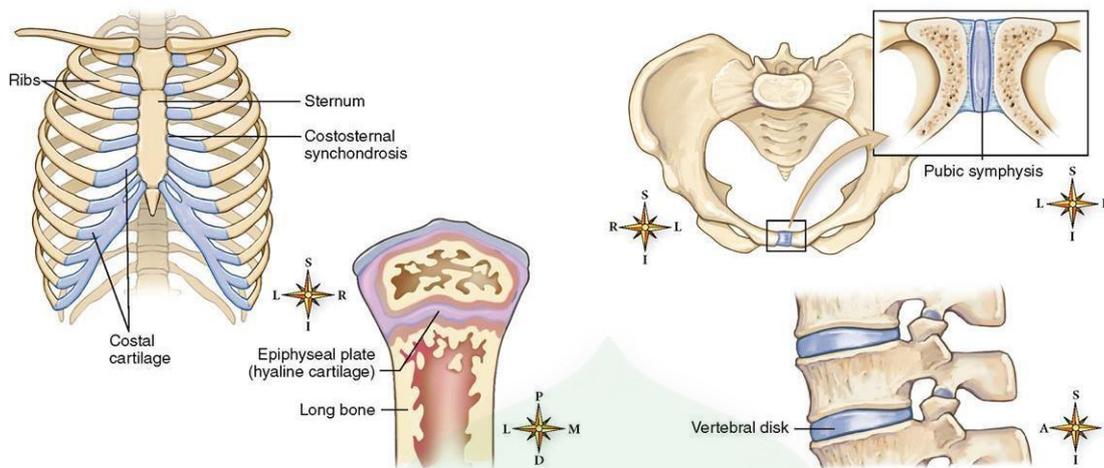
a. Sin artrosis

Adanya tipe persendian sinartrosis memungkinkan tulang tidak mengalami gerakan. Ini terjadi karena, kedua ujung tulang dihubungkan oleh jaringan ikat. Persendian ini dibedakan menjadi dua yaitu sinartrosis sinkondrosis dan sinartrosis sinfi brosis. **Sinartrosis sinkondrosis** merupakan sinartrosis yang tulangnya dihubungkan oleh tulang rawan (kartilago). Sebagai contoh, hubungan antara ruas-ruas tulang belakang, kemudian juga hubungan antara tulang rusuk dengan tulang dada. Sementara pada **sinartrosis sinfi brosis**, antara tulang satu dengan tulang lainnya dihubungkan oleh jaringan ikat serabut (fibrosa). Misalnya, hubungan antara sendi tulang tengkorak. Hubungan antar-tulang tengkorak ini disebut **sutura**

b. Sinkondrosis

Sinkondrosis adalah sendi yang kedua ujung tulangnya dihubungkan dengan tulang rawan (kartilago). sehingga ada kemungkinan terjadi sedikit gerakan. Contohnya,

hubungan antara ruas ruastulang belakang dengan tulang rusuk, dan juga hubungan antarruas tulang belakang.

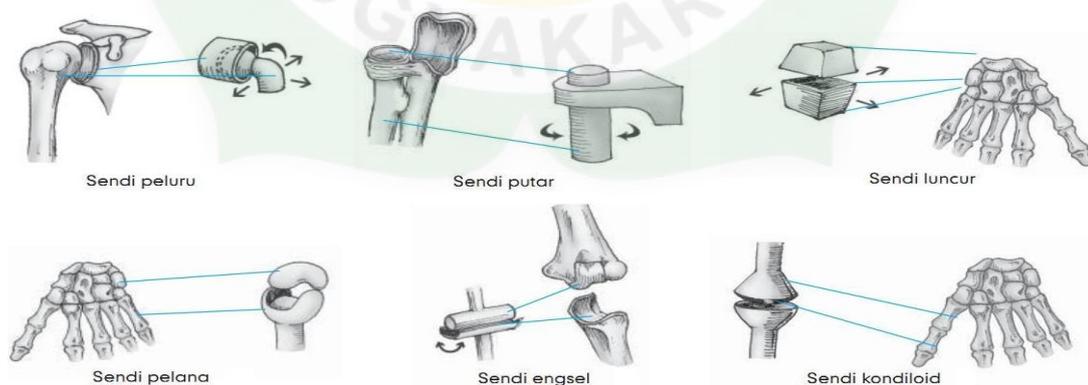


Gambar 4.9 Sinkondrosis

c. Diartrosis

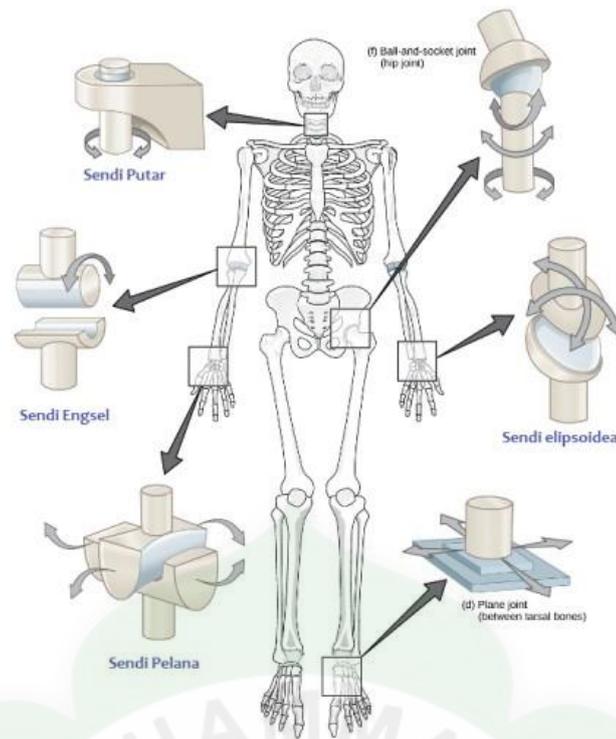
Diartrosis adalah persendian yang memungkinkan terjadinya gerakan yang sangat bebas. Sebab, hubungan antara tulangnya tidak dihubungkan oleh jaringan. Diartrosis lazim disebut **persendian** yang seringkali kita dengar. Oleh karena itu, di dalamnya terdapat ligamen, kapsul, cairan sinovial, membrane sinovial, dan tulang rawan seperti tersebut sebelumnya. Sementara itu, sesuai arah pergerakan, persendian dikelompokkan menjadi beberapa sendi, meliputi sendi peluru, sendi putar, sendi luncur, sendi pelana, sendi engsel, dan sendi kondiloid.

Pada jenis persendian diartosis, gerakan yang terjadi banyak dan leluasa seperti yang tampak pada gambar 4.10 dibawah ini!. Macam-macam persendian diartosis yaitu sebagai berikut.



Gambar 4.10 Macam-macam diartrosis

Dimanakah sendi- sendi di atas ditemukan. Perhatikan gambar di bawah ini !



Gambar 4.11 Letak sendi diartrosis

1) *Sendi Peluru*

Sendi peluru adalah persendian yang memungkinkan gerakannya bisa ke segala arah. Contohnya, hubungan antara lengan atas dengan tulang belikat, dan juga tulang paha dengan tulang pinggul.

2) *Sendi Putar*

Dinamakan sendi putar karena persendian yang dimiliki memungkinkan gerak putar atau rotasi dengan satu poros. Sebagai contoh, hubungan antara tulang atlas dengan tulang tengkorak, dan hubungan antara lengan atas dengan lengan bawah.

3) *Sendi Luncur/Sendi Geser*

Sendi ini terjadi sebab kedua ujung tulang agak rata, sehingga gerakan yang terjadi seperti menggeser. Contoh sendi luncur yaitu sendi pergelangan tangan, pergelangan kaki, hubungan antara tulang belikat dengan tulang selangka.

4) *Sendi Pelana*

Disebut sendi pelana sebab kedua ujung tulangnya membentuk sendi berbentuk pelana dan berporos dua. Akibatnya, sendi ini dapat bergerak lebih bebas seperti orang naik kuda. Misalnya saja, sendi antara tulang telapak tangan dengan jaritangan, dan sendi antara telapak kaki dengan jari kaki.

5) *Sendi Engsel*

Seperti engsel jendela atau pintu, sendi engsel dapat bergerak satu arah. Contoh persendian ini terdapat pada siku, lutut, dan ruas antara jari.

6) Sendi Kondiloid

Sendi kondiloid dinamakan juga **sendi ovoid**. Dua tulang yang membentuk sendi ini memiliki permukaan berbentuk oval. Gerakan yang ditimbulkan antara lain bisa ke kanan, ke kiri, ataupun maju-mundur. Misalnya saja persendian pada pergelangan tangan dengan tulang pengumpil.

D. STRUKTUR OTOT RANGKA

Sebagai alat gerak aktif, otot mempunyai tiga karakteristik, yaitu sebagai berikut:

1. *Kontraktibilitas*, dengan kemampuan ini otot bisa memendek dari ukuran semula.
2. *Ekstensibilitas*, yaitu kemampuan otot untuk berelaksasi atau memanjang.
3. *Elastisitas*, dengan sifat elastisitas ini otot memiliki kemampuan untuk kembali lagi pada posisi semula setelah berkontraksi atau berelaksasi.



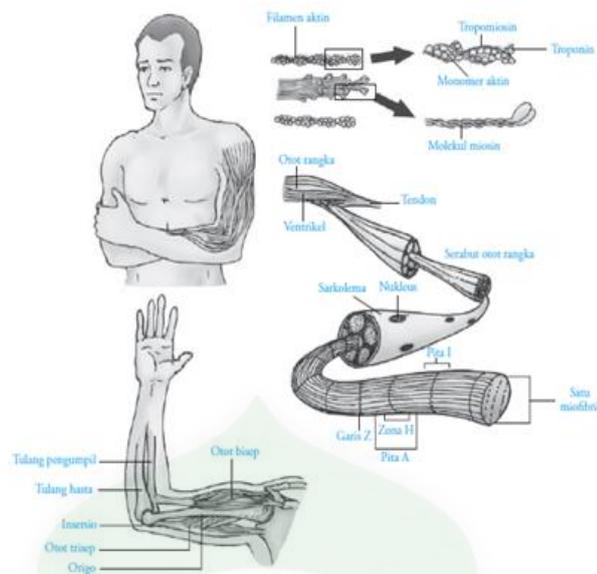
Gambar 5.12 Struktur Otot Rangka
Sumber: <http://budisma.net/>

Tahukah Anda di mana letak otot kita? Daging itulah sebenarnya yang disebut otot. Jika Anda makan daging sapi, maka akan Anda temukan bagian-bagian yang berserat-serat memanjang, seperti untaian benang, tersusun rapat, dan saling berhubungan. Seperti yang tampak pada gambar 4.12 di atas! Demikianlah susunan otot tubuh manusia.

E. MEKANISME KERJA OTOT RANGKA

Otot bekerja dengan cara berkontraksi dan relaksasi. Energi untuk berkontraksi diperoleh dari ATP dan kreatin fosfat, tetapi serabut otot hanya mengandung cukup ATP untuk menggerakkan beberapa kekejangan. Sumber tenaga apakah yang dapat menjadi andalan agar ATP terus tersedia? Sumber yang paling baik ialah respirasi molekul-molekul nutrisi seluler yang dibawa oleh darah ke serabut. Pada saat berkontraksi, ATP dan kreatin fosfat akan terurai. ATP akan terurai menjadi ADP (*Adenosin difosfat*) dan energi, ADP akan terurai menjadi AMP (*Adenosin Monofosfat*) dan energi. Kreatin fosfat akan terurai menjadi kreatin dan fosfat. Fosfat yang dihasilkan kemudian akan bergabung dengan ADP menjadi ATP dan akan mengalami peruraian seperti tersebut tadi. Rangsangan yang datang dari luar akan ditangkap pertama kali oleh sel-sel saraf. Dari sel-sel saraf, rangsangan ini akan diteruskan ke sel-sel otot. Di dalam otot akan diteruskan pada suatu neurohormon yang sangat peka terhadap rangsang yang disebut *asetilkolin*, sehingga asetilkolin ini akan terangsang. Akibat dari rangsangan ini, asetilkolin akan terurai, akibatnya akan terbentuk miogen. Selanjutnya, miogen ini akan merangsang pembentukan aktomiosin. Rangsangan

miogen terhadap aktomiosin akan menyebabkan terjadinya kontraksi miofibril. Perhatikan gambar 4.13 dibawah ini, mengenai mekanisme kerja otot secara rinci !



Gambar 5.13 Mekanisme gerak otot pada lengan manusia

F. SIFAT KERJA OTOT RANGKA

Berdasarkan sifat kerjanya otot dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu otot antagonis dan otot sinergis.

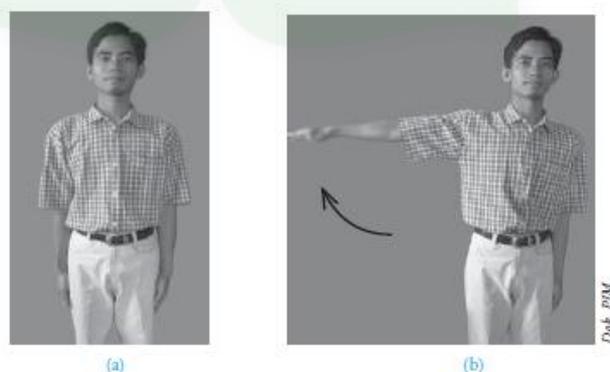
1. **Otot antagonis** adalah otot yang bekerja saling berlawanan, sehingga menghasilkan gerakan yang berlawanan arah. Gerakan antagonis pada tubuh, antara lain:

a. Fleksi dan Ekstensi

Fleksi adalah gerak anggota tubuh yang menekuk atau membengkok. Sebaliknya, **ekstensi** adalah gerak meluruskan anggota tubuh.

b. Adduksi dan Abduksi

Adduksi adalah gerak mendekati tubuh. **Abduksi** merupakan lawan dari adduksi yaitu menjauhi tubuh. Otot yang berperan adalah otot abduktor dan adduktor. Perhatikan gambar 4.14 dibawah ini!



Gambar 5.14 (a) adduksi dan (b) abduksi pada gerak lengan

c. Elevasi dan Depresi

Elevasi merupakan gerakan mengangkat, sebaliknya **depresi** merupakan gerak menurunkan. Perhatikan gambar 4.15 dibawah ini!



Gambar 5.15 (a) Elevasi dan (b) depresi

d. Supinasi dan Pronasi

Supinasi adalah gerak menengadahkan atau membuka telapak tangan. Sebaliknya, **pronasi** merupakan gerak menelungkupkan atau membalik telapak tangan. Otot yang berperan pada gerak ini adalah supinator dan pronator. Perhatikan Gambar 4.16 dibawah ini!



Gambar 5.16 (supinasi) dan (b) pronasi

e. Inversi dan Eversi

Inversi yaitu gerak memiringkan atau membuka telapak kaki ke arah dalam tubuh. Sedangkan **eversi** ialah gerak memiringkan atau membuka telapak kaki ke arah luar tubuh.

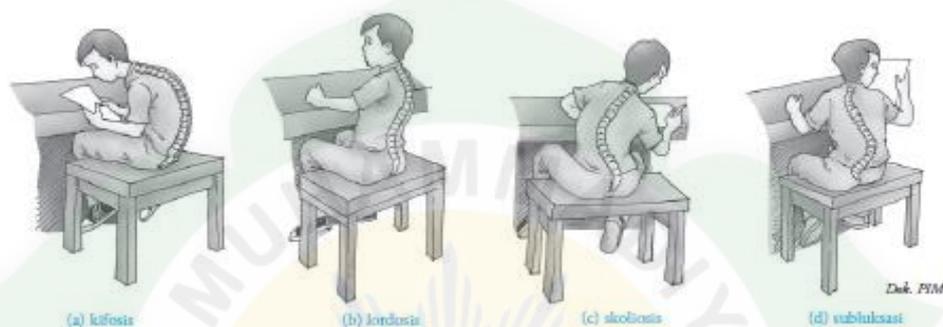
G. GANGGUAN PADA SISTEM GERAK

Sistem gerak kita bisa mengalami gangguan atau kelainan. Gangguan atau kelainan itu bisa terjadi pada tulang atau rangka dan otot.

1. GANGGUAN PERTULANGAN

Tulang atau rangka kita sangat rentan mengalami gangguan atau kelainan. Gangguan itu bisa dikategorikan dalam beberapa hal, antara lain gangguan mekanik, fisiologis, tulang belakang, persendian atau peradangan, dan infeksi sendi.

- a **Fraktura** adalah patah tulang, terjadi jika tenaga yang melawan tulang lebih besar daripada kekuatan tulang.
- b **Gangguan Tulang Belakang** terjadi karena adanya perubahan posisi ruas-ruas tulang belakang, sehingga kelengkungan tulang belakang juga mengalami perubahan. Gangguan ini disebabkan oleh kebiasaan duduk yang salah, atau bisa juga karena kecelakaan. Perhatikan gambar 4.17 dibawah ini! Pada gambar tersebut menunjukkan beberapa gangguan pada tulang belakang. Berikut juga akan dijelaskan penjelasannya.



Gambar 5.17 Beberapa gangguan pada tulang belakang

- c **Subluksasi** adalah gangguan tulang belakang bagian atas tepatnya segmen/ruas leher tertarik ke kanan atau ke kiri. Akibatnya, posisi kepala tidak lurus melainkan tertarik ke kiri atau ke kanan. Kelainan ini dapat terjadi karena kecelakaan atau gerakan terlalu kencang dan mendadak.

2. GANGGUAN FISIOLOGIS TULANG

Penyebab tulang mengalami gangguan fisiologis adalah adanya keabnormalan fungsi hormon atau tulang kekurangan mineral dan vitamin. Gangguan fisiologis pada tulang di antaranya berikut ini.

- a **Rakhitis** : penyakit tulang ini dapat terjadi pada seseorang karena kekurangan vitamin D. Tulang yang kekurangan vitamin D memiliki kandungan zat kapur yang kurang, sehingga mengakibatkan struktur tulang menjadi tidak keras. Kerap kali penderita rakhitis memiliki tulang betis dan tulang kering (kaki bagian bawah) melengkung membentuk huruf X atau O.
- b **Osteoporosis** : gejala yang dapat diamati pada osteoporosis adalah berkurangnya massa tulang. Hal ini terjadi karena seseorang kekurangan hormon kelamin. Dengan berkurangnya hormon tersebut, maka penyerapan bahan-bahan tulang dan oksifikasi kalsium berjalan lambat, tulang menjadi rapuh dan mudah patah.

- c **Mikrosefalus** merupakan gangguan pertumbuhan pada tulang tengkorak, sehingga kepala memiliki ukuran kecil. Pertumbuhan abnormal ini disebabkan kekurangan kalsium saat masih bayi. Kelainan ini diikuti adanya gangguan perkembangan mental.

3. GANGGUAN PERSENDIAN

- a **Dislokasi** merupakan gangguan persendian akibat sendi bergeser dari posisi semula. Penyebabnya, ligamen yakni jaringan ikat pada ujung tulang yang membentuk sendi sobek atau tertarik.
- b **Terkilir atau Keseleo** disebabkan karena adanya gerakan yang mendadak dan jenis gerakannya memang tidak biasa dilakukan. Akibatnya, ligament pada persendian tersebut tertarik, namun tidak menyebabkan bergesernya sendi. Pada daerah yang terkilir, biasanya bengkak dan penderita akan merasakan sakit yang cukup hebat.
- c **Ankilosis** merupakan gangguan yang menjadikan persendian tidak dapat digerakkan sama sekali.
- d **Artritis** terjadi sebab sendi mengalami peradangan. Akibatnya, rasa nyeri dan sakit dirasakan oleh penderita.
- e **Infeksi Sendi** dapat terjadi karena adanya infeksi kuman yang menyerang sendi. Misalnya, infeksi gonorhoe dan sifilis, kemudian juga layuh semu. **Infeksi gonorhoe** dan **sifilis** diakibatkan oleh kuman gonorhoe dan sifilis yang menyerang persendian sehingga persendian menjadi kaku. Sementara **layuh semu** disebabkan oleh kuman sifilis yang menyerang cakra epifisise. Cakra epifisise adalah daerah pemanjangan tulang. Infeksi sifilis ini terjadi pada seseorang sejak dalam kandungan. Akibatnya, bayi yang lahir memiliki tulang yang tak bertenaga (layuh).

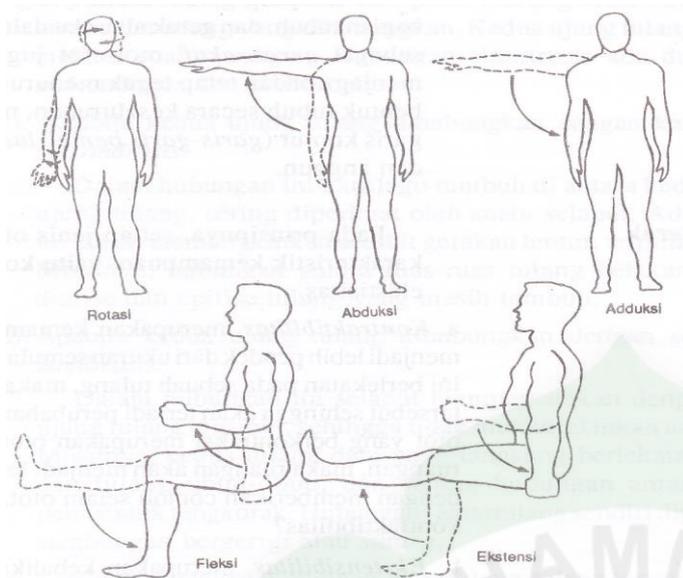
4. GANGGUAN OTOT

- a **Atrofi** adalah penyakit poliomielitis, suatu penyakit disebabkan oleh virus. Penyakit ini dapat menyebabkan saraf yang mengoordinasi otot-otot pada anggota gerak menjadi rusak.
- b **Hipertrofi** merupakan kebalikan dari atrofi. Cirinya, otot berkembang menjadi lebih besar. Kelainan ini terjadi karena otot dilatih dengan beban berat secara terus menerus dan berlebihan. Biasanya terjadi pada atlet binaraga, orang yang sering berolah raga, atau pekerja berat yang memerlukan otot kuat.
- c **Hernia Abdominal** adalah sobeknya dinding otot perut sehingga menyebabkan usus masuk ke dalam sobekan tersebut.

3.1 LATIHAN SOAL

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan tepat!

1. Apa yang kalian ketahui tentang :



a Supinasi,

b Pronasi,

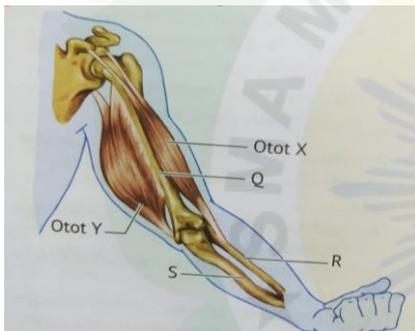
c Abduksi,

d Adduksi,

e Ekstensi,

f Fleksi,

2. Gambar dibawah ini menunjukkan bagian tulang dan otot lengan



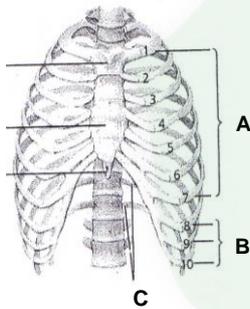
Kedua otot, yaitu X dan Y bekerja pada saat tangan mengangkat batu bata.

- Manakah otot ekstensor?
 - Manakah otot fleksor?
 - Istilah apa yang digunakan untuk menggambarkan kerja pasangan otot X dan Y ?
- Apa yang terjadi jika sutura pada tulang tengkorak dihubungkan dengan persendian amfiartrosis?
 - Jelaskan perbedaan gangguan dan kelainan pada otot akibat serangan penyakit, gangguan otot bawaan dan kesalahan aktivitas!
 - Mengapa jika terjadi patah tulang, proses penyembuhan pada orang tua akan lebih lambat daripada proses penyembuhan pada anak-anak? jelaskan faktor penyebabnya!

3.2 TES FORMATIF

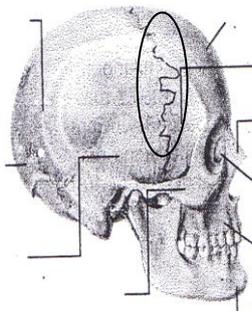
A. Pengetahuan

- 1 Skeleton axial terdiri dari tulang
 - A belakang dan bahu
 - B tengkorak, belakang, rusuk dan dada
 - C tepak kaki, tangan dan pinggul
 - D lengan kaki dan bahu
 - E bahu, pinggul dan belakang
- 2 Skeleton apendikuler terdiri dari tulang
 - A belakang dan bahu
 - B tepak kaki, tangan, dada dan pinggul
 - C selangka, belikat, pinggul, tangan dan kaki
 - D lengan, kaki, tengkorak dan bahu
 - E tengkorak, tangan, kaki dan selangka
- 3 Ruas tulang belakang terdiri dariruas tulang leher, ruas tulang punggung,ruas tulang pinggang,ruas tulang pinggul,ruas tulang ekor
 - A 8, 11, 6, 4, 4
 - B 7, 12, 5, 6, 3
 - C 8, 11, 5, 5, 4
 - D 7,12, 5, 5, 4
 - E 7, 12, 6, 6, 3
- 4 Bagian yang bernomor A,B,C adalah tulang....



- A rusuk sejati, rusuk palsu, dada
- B dada, rusuk palsu, rusuk melayang
- C dada, rusuk sejati, rusuk palsu
- D rusuk sejati, rusuk melayang, dada
- E rusuk sejati, rusuk palsu, rusuk melayang

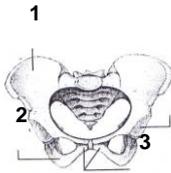
- 5 Costae (tulang rusuk) manusia tersusun 12 pasang tulang, yang terdiri dari
 - A 7 pasang sejati, 3 pasang semu, 2 pasang melayang
 - B 6 pasang sejati, 4 pasang semu, 2 pasang melayang
 - C 7 pasang sejati, 2 pasang semu, 3 pasang melayang
 - D 8 pasang sejati, 2 pasang semu, 2 pasang melayang
 - E 7 pasang sejati, 4 pasang semu, 1 pasang melayang
- 6 Perhatikan sambungan yang ada pada tulang kepala manusia tersebut !



Model artikulasi yang ditemui pada bagian yang dilingkari dari kepala tersebut dinamakan

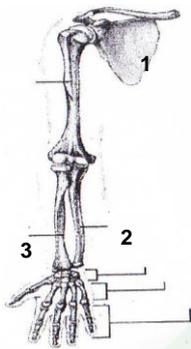
- A engsel
- B luncur
- C peluru
- D satura
- E pelana

7 Bagian tulang yang benomor 1,2 dan 3 adalah tulang



- A. usus, pinggang dan duduk
- B. usus, duduk dan kemaluan
- C. duduk, usus dan kemaluan
- D. pinggang, duduk dan kemaluan
- E. pinggang, usus dan duduk

8 Bagian tulang yang yang menyusun alat gerak atas benomor 1,2 dan 3 adalah tulang



- A. hasta, pengumpul dan belikat
- B. selangka, hasta dan pengumpul
- C. belikat, hasta dan pengumpul
- D. belikat, hasta dan lengan atas
- E. belikat, pengumpul dan hasta

9 Bagian tulang yang yang menyusun alat gerak bawah benomor 1,2 adalah tulang



- A kering, tempurung lutut
- B tempurung lutut, kering
- C betis, tempurung lutut
- D betis, kering
- E kering, betis

10 Hubungan antar tulang yang gerakannya sangat terbatas disebut

- A Amfiartrosis
- B Artikulasi
- C Diartrosis
- D Sinartrosis
- E sinfibrosis

11 Perhatikan gambar di bawah ini.



Macam persendian di atas dinamakan sendi ... dengan poros berjumlah

- A engsel, 1
- B peluru, 3
- C pelana, 2
- D luncur/ geser, 0
- E putar, 1

12 Di bawah ini adalah beberapa kemampuan yang dimiliki alat gerak aktif maupun pasif.

1. kontraktibilitas
2. ekstensibilitas
3. elastisitas
4. porositas
5. masifitas

Yang merupakan karakteristik dari kemampuan otot adalah ...

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

13 Pada bagian persendian, antara tulang satu dengan yang lain tidak lepas. Hal ini disebabkan adanya jaringan ikat yang dinamakan

- A ligamen
- B origo
- C insersio
- D tendon
- E lemak

14 Otot dikatakan sebagai alat gerak aktif karena mempunyai kemampuan

- A relaksasi
- B memanjang
- C berkontraksi
- D menyimpan glikogen
- E memecah ATP

15 Infeksi sifilis pada anak dalam kandungan dapat menyebabkan kerusakan cakra epifise tulang pipa. Hal ini dapat mengakibatkan tulang menjadi tidak bertenaga, disebut

- A layuh sendi
- B urai sendi
- C fraktura
- D patah tulang
- E osteoporosis

B. KETERAMPILAN

Menganalisis Kosmetik Kecantikan Kulit

1. Carilah artikel mengenai beberapa kelainan pada system gerak yang tergolong langka seperti : Parkinson, Fibrodysplasia Ossificans Progresif (FOP) dan Myasthenia Gravis (pilih salah satu)
2. Analisis bersama teman sekelompok kalian mengenai factor penyebab kelainan/gangguan tersebut! Telusuri bagaimana penanganan yang tepat untuk kelainan/gangguan tersebut!
3. Menurut kelompok kalian pemanfaatan teknologi apa yang dapat dilakukan dalam mengatasi gangguan sistem gerak tersebut!

SISTEM PEREDARAN DARAH

5.1 Kompetensi Dasar dan IPK

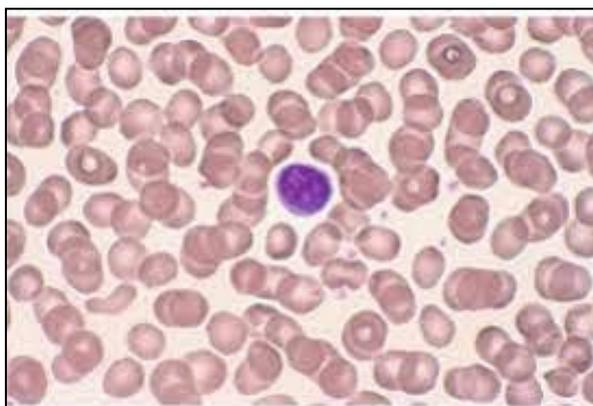
Kompetensi Dasar	
3.5 Menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem sirkulasi dan mengaitkannya dengan bioprosesnya sehingga dapat menjelaskan mekanisme peredaran darah serta gangguan fungsi yang mungkin terjadi pada sistem sirkulasi manusia melalui studi literatur, pengamatan, percobaan, dan simulasi.	4.5 Menyajikan hasil analisis tentang kelainan pada struktur dan fungsi darah, jantung dan pembuluh darah yang menyebabkan gangguan sistem peredaran darah manusia melalui berbagai bentuk media presentasi.

Indikator Pencapaian Kumulatif (IPK)	
3.5.1 Menjelaskan bagian-bagian darah: sel-sel darah dan plasma darah	4.5.1 Menyajikan karya tulis tentang kelainan pada struktur dan fungsi darah, jantung, pembuluh darah yang menyebabkan gangguan sistem sirkulasi manusia serta kaitannya dengan teknologi melalui studi literatur
3.5.2 Menjelaskan beberapa golongan darah	
3.5.3 Menjelaskan tentang pembekuan darah	
3.5.4 Menjelaskan struktur jaringan dan fungsi serta ruang dan katup jantung	
3.5.5 Menganalisis proses peredaran darah	
3.5.6 Mengidentifikasi kelainan dan gangguan pada sistem peredaran darah	
3.5.7 Menjelaskan teknologi yang berkaitan dengan kesehatan jantung	
3.5.8 Menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem sirkulasi dalam kaitannya dengan bioproses dan gangguan fungsi yang dapat terjadi pada sistem sirkulasi manusia	

5.2 MATERI

A. Pendahuluan

Sel-sel di dalam tubuh bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing agar manusia dapat beraktivitas normal. Sel-sel memerlukan nutrisi dan oksigen dalam jumlah yang banyak. Diperlukan suatu sistem yang kompleks dan terkoordinasi untuk menyalurkan nutrisi dan oksigen ke setiap sel di dalam tubuh, serta membawa sampah yang dihasilkan oleh sel-sel tersebut. Sistem tubuh yang berfungsi melaksanakan tugas tersebut dikenal sebagai sistem peredaran darah. Sistem peredaran darah tersusun atas tiga komponen utama, yaitu darah, pembuluh darah, dan jantung.



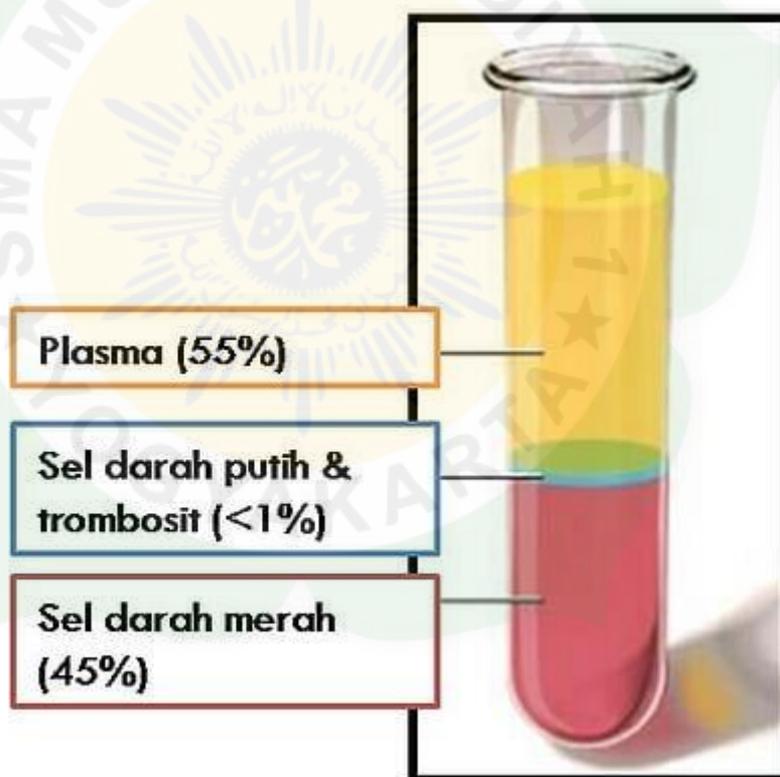
Gambar 5.1 Jaringan darah

B. Sistem Peredaran Darah pada Manusia

1. Darah

Darah adalah jaringan ikat khusus yang terdiri atas sel-sel di dalam matriks yang berupa larutan. Darah manusia terdiri atas plasma darah dan sel-sel darah.

a. Plasma darah



Gambar 5.2 Plasma darah, leukosit, trombosit, dan eritrosit

Komponen terbesar plasma darah adalah air yang didalamnya terlarut berbagai macam zat, antara lain :

- 1) Zat makanan dan mineral.
- 2) Zat-zat yang diproduksi sel, seperti enzim, hormon dan antibodi.
- 3) Protein darah yang tersusun atas beberapa asam amino.
- 4) Zat-zat sisa metabolisme, seperti urea, asam urat, dan zat-zat sisa lainnya.
- 5) Gas-gas pernapasan yang larut dalam plasma, seperti O_2 , CO_2 dan N_2 .

b. Sel-sel darah

1) Sel darah merah (eritrosit)

Eritrosit merupakan bagian utama dari darah. Bentuknya bikonkaf, tidak berinti, tidak dapat bergerak bebas dan tidak dapat menembus dinding kapiler. Warna merah pada eritrosit disebabkan adanya pigmen darah yang disebut hemoglobin (Hb). Hemoglobin adalah protein yang terdiri atas hemin dan globin. Hemin mengandung zat besi. Senyawa inilah yang menyebabkan warna darah menjadi merah. Fungsi hemoglobin antara lain mengangkut oksigen, mengangkut CO_2 , dan menjaga keseimbangan asam dan basa.

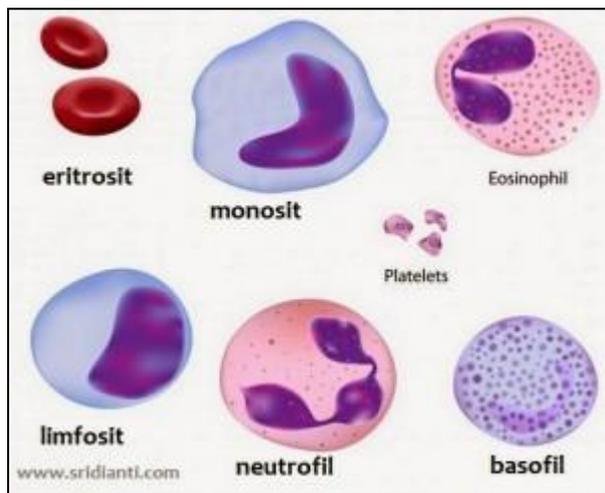
Eritrosit mampu bertahan hidup hingga umur 115 hari di dalam tubuh. Jika sudah mati, eritrosit akan dibersihkan oleh sel-sel hati dan sel-sel limpa. Selanjutnya sumsum merah tulang akan membentuk eritrosit baru. Sebagian Hb akan diubah menjadi zat warna kehijauan, biliverdin dan bilirubin, yang akan member warna getah empedu. Zat besi dikirimkan ke hati dan limpa, untuk membentuk eritrosit baru.



Gambar 5.3 Eritrosit

2) Sel darah putih (leukosit)

Berbeda dengan sel darah merah, leukosit bentuknya bervariasi, dapat menembus dinding kapiler (diapedesis), mempunyai nukleus dan bergerak bebas. Sel ini berfungsi melawan kuman yang masuk ke dalam tubuh, dengan cara memakannya secara fagositosis. Leukosit dibentuk di dalam jaringan retikuloendotelium dari sumsum merah tulang.



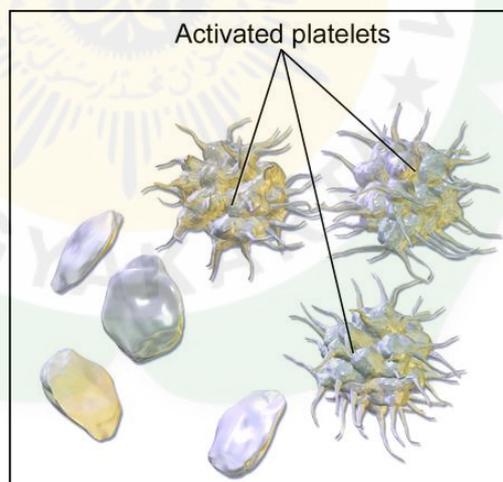
Gambar 5.4 Macam-macam leukosit

Leukosit dibedakan menjadi :

- a) Leukosit granulosit : neutrofil, basofil dan eosinofil
- b) Leukosit agranulosit : monosit dan limfosit

3) Keping darah (trombosit)

Trombosit tidak berinti, ukurannya lebih kecil dari eritrosit dan leukosit, bentuknya tidak teratur, serta mudah pecah. Dibentuk di dalam megakariosit sumsum merah tulang.



Gambar 5.5 Trombosit (*Platelets*)

Trombosit berperan dalam proses pembekuan darah. Proses hemostasis dan pembekuan darah yang terjadi ketika ada bagian tubuh yang terluka adalah sebagai berikut:

1. Pembuluh darah bereaksi dengan memperkecil diameternya

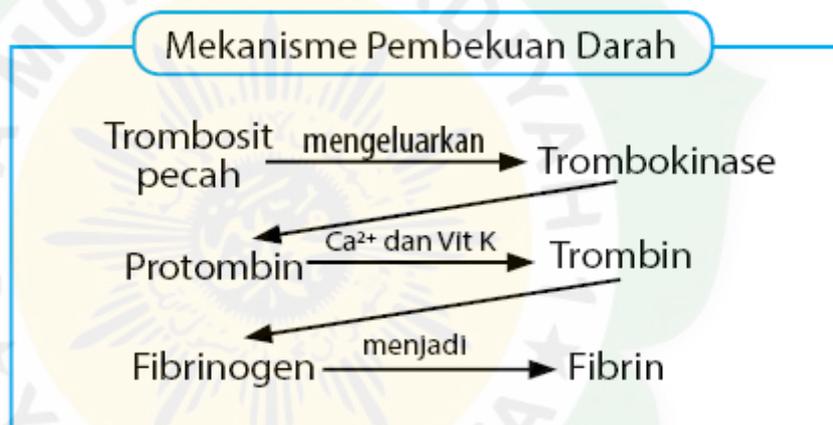
Ketika perdarahan mulai terjadi, pembuluh darah akan mengerut dan menyempit untuk mengontrol jumlah darah yang keluar. Pembuluh darah yang mengerut akan mengurangi aliran darah pada area yang terluka.

2. Sumbatan platelet

Tubuh akan mengaktifkan platelet sebagai respons atas munculnya luka. Platelet-platelet ini akan mengeluarkan semacam sinyal kimia yang bisa menarik sel-sel tubuh ke area yang terluka. Platelet dan sel tubuh akan menggumpal, sehingga membentuk sumbatan pada luka. Proses ini membutuhkan peran dari protein bernama faktor von Willebrand, yang membuat platelet bisa saling menempel dan menjadi gumpalan.

3. Terbentuk helai fibrin

Kerusakan pada pembuluh darah akan mengaktifkan faktor koagulasi di dalam darah. Protein-protein faktor koagulasi akan mendorong produksi fibrin, yaitu helai-helai protein yang sangat kuat dan saling terjalin untuk menutup area yang terluka. Helai fibrin tersebut akan diproduksi selama sehari-hari dan berminggu-minggu sampai luka di pembuluh darah tertutup serta sembuh sepenuhnya.



Gambar 5.6 Skema Mekanisme Pembekuan Darah

c. Golongan darah

Golongan darah adalah pengelompokan sel darah merah berdasarkan adanya zat spesifik di permukaan sel darah merah. Penggolongan darah dengan sistem ABO dan melalui sistem Rh (Rhesus).

Penggolongan darah sistem ABO membedakan golongan darah menjadi golongan darah A, B, AB dan O. Penggolongan ini berdasarkan ada tidaknya protein spesifik (aglutinogen/antigen dan agglutinin/antibodi) pada membrane darah merah. Misalnya orang yang memiliki golongan darah A, sel darahnya mengandung aglutinogen A dan agglutinin β (anti-B).

Tabel 5.1 Golongan Darah Sistem ABO

Golongan	Aglutinogen pada sel darah merah	Aglutinin pada plasma darah
A	A	β (anti-B)
B	B	α (anti-A)
AB	A dan B	tidak ada
O atau 0	tidak ada	α (anti-A) dan β (anti-B)

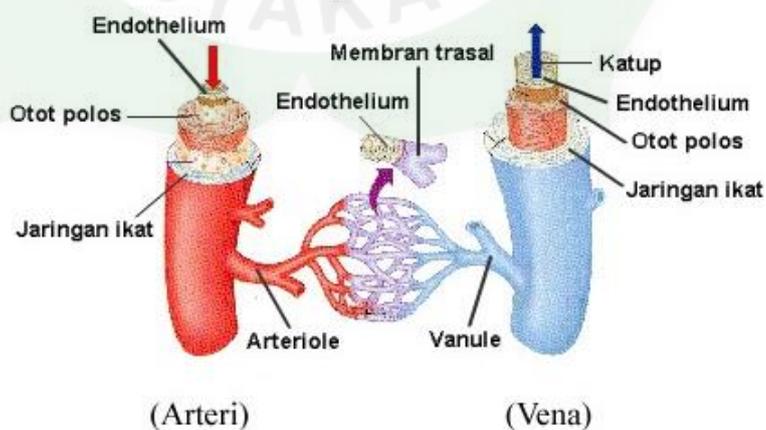
Kemudian berdasarkan penggolongan darah sistem Rh, sel darah merah terbagi menjadi dua tipe yaitu Rh positif (Rh^+) yang memiliki faktor rhesus di dalam selnya dan Rh negatif (Rh^-) yang tidak memiliki faktor rhesus tersebut.

Tabel 5.2 Golongan Darah Sistem Rhesus

Golongan Darah (Fenotipe)	Antigen dalam Eritrosit	Genotipe
Rh positif	Ada	Rh^+Rh^+ atau Rh^+rh^-
Rh negatif	Tidak ada	rh^-rh^-

2. Pembuluh Darah

Pembuluh darah merupakan saluran yang mengalirkan darah dengan berbagai diameter. Ada tiga tipe utama pembuluh darah, yaitu :



Gambar 5.7 Pembuluh Darah

a. Arteri (Pembuluh Nadi)

Pembuluh darah yang membawa darah dari jantung ke jaringan tubuh. Ada dua jenis arteri, yaitu Aorta (pembuluh nadi terbesar yang membawa darah kaya oksigen dari ventrikel kiri jantung ke seluruh tubuh) dan Arteri pulmonalis (pembuluh darah yang membawa darah miskin/tidak mengandung oksigen dari ventrikel kanan jantung ke paru-paru).

Struktur pembuluh darah arteri harus kuat dan lentur karena darah yang mengalir pada arteri bertekanan tinggi. Dinding arteri tebal, tetapi halus dan elastis.

b. Vena

Vena adalah pembuluh darah yang membawa darah yang tidak mengandung oksigen dari pembuluh kapiler untuk kembali ke jantung. Namun, khusus untuk vena pulmonalis, darah yang dibawanya dari paru-paru ke jantung merupakan darah yang kaya oksigen.

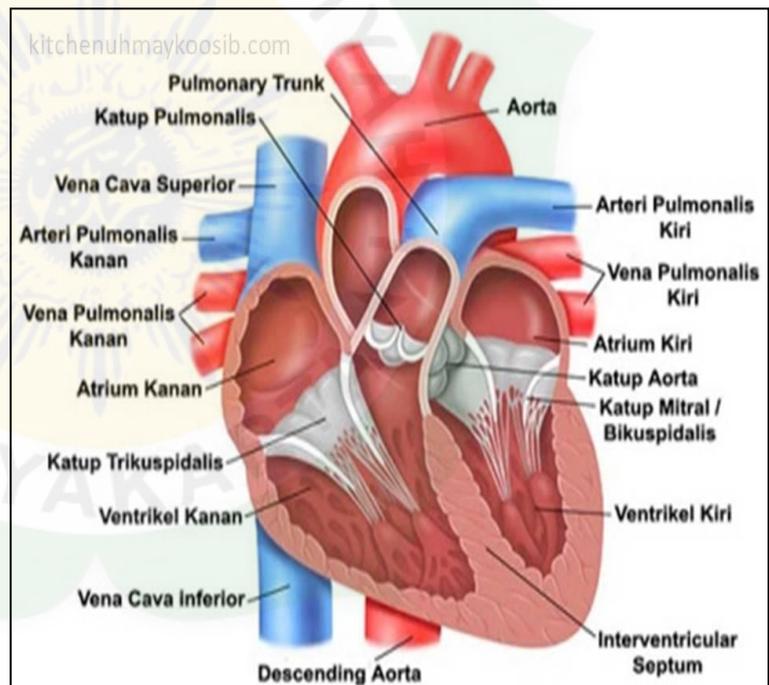
c. Kapiler

Arteriol bercabang-cabang menjadi pembuluh darah berdiameter sangat kecil yang disebut pembuluh kapiler. Dinding pembuluh ini tipis sehingga memudahkan pertukaran gas serta tempat keluar masuknya nutrisi, zat sisa metabolisme, hormone dan zat lainnya.

3. Jantung

Jantung adalah organ yang berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh. Letaknya di dalam rongga dada agak ke kiri. Jantung disusun oleh miokardium (otot jantung). Jantung memiliki dua ruangan yaitu serambi (atrium) dan bilik (ventrikel). Atrium yang ber dinding tipis berfungsi untuk menerima darah yang datang ke jantung, sedangkan ventrikel yang ber dinding tebal berfungsi memompa darah keluar dari jantung.

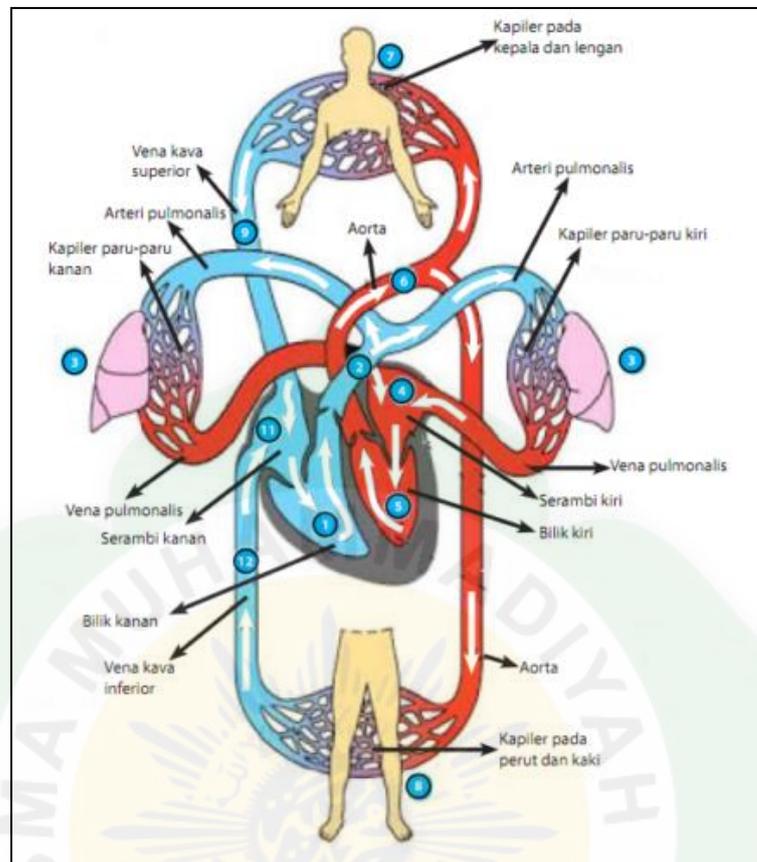
Jantung akan terus-menerus bekerja mengempis dan mengembang memompa darah akibat kontraksi dan relaksasi otot jantung. Pada orang dewasa, jantung berdenyut sekitar 70 kali per menit. Denyut jantung itu sendiri adalah rangkaian relaksasi (diastol) dan kontraksi (sistol) dari jantung yang dikenal dengan siklus kardiak.



Gambar 5.8 Struktur jantung manusia

C. Sirkulasi Darah di Dalam Tubuh

Pertama peredaran darah kecil yaitu dari paru-paru ke jantung dan kembali lagi ke paru-paru. Kedua peredaran darah besar yaitu dari jantung ke seluruh tubuh dan kembali lagi ke jantung.



Gambar 5.9 Sirkulasi darah

D. Gangguan pada Sistem Peredaran Darah pada Manusia

Ada beberapa gangguan pada sistem peredaran darah pada manusia, antara lain:

1. Aterosklerosis merupakan pengapuran pada pembuluh darah.
2. Hemofilia adalah penyakit keturunan di mana darah yang keluar dari pembuluh darah tidak dapat membeku.
3. Anemia atau kekurangan darah. Terjadi karena kekurangan Hb, zat besi, atau eritrosit.
4. Leukimia atau kanker darah, disebabkan penambahan sel darah putih secara tidak terkendali.
5. Trombus dan embolus, yaitu penyakit jantung karena adanya gumpalan pada nadi tajuk atau arteria koronaria.

E. Teknologi yang Berkaitan dengan Kesehatan Jantung

1. Ekokardiografi (USG) jantung, merupakan suatu pemeriksaan yang memberikan gambaran jantung yang sedang berdenyut dan dapat merekam gambar dengan sempurna.
2. Angioplasti adalah prosedur yang digunakan untuk membuka saluran darah atau arteri jantung yang sempit atau tersumbat. Prosedur ini berfungsi memulihkan aliran darah yang tersumbat.
3. Transplantasi jantung adalah prosedur mengganti jantung yang gagal berfungsi dengan jantung lain dari donor yang memenuhi persyaratan.
4. Jantung buatan, beberapa jantung buatan yang sifatnya sementara digunakan untuk menjaga hidup pasien hingga mendapatkan donor jantung.

5.3 LATIHAN SOAL

1. Apa yang menyebabkan seseorang menderita leukemia?
2. Apa yang dimaksud penyakit arteriosklerosis?
3. Mengapa seseorang yang senang merokok memiliki kecenderungan tekanan penyakit jantung?
4. Jelaskan mekanisme perombakan sel darah merah.
5. Untuk mengetahui penyakit pasiennya, seorang dokter seringkali menganjurkan tes darah. Jelaskan mengapa tes darah dapat membantu dokter tersebut mendiagnosis penyakit pasiennya.

5.4 TES FORMATIF (PENGETAHUAN DAN KETERAMPILAN)

A. PENGETAHUAN

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

1. Darah manusia dan mamalia terdiri atas ...
 - a. Sel darah merah dan sel darah putih
 - b. Plasma darah dan cairan darah
 - c. Plasma darah dan sel-sel darah
 - d. Sel darah merah dan hemoglobin
 - e. Sel darah yang mengandung plasma darah
2. Berikut adalah fungsi darah sebagai alat untuk mengangkut dan mengedarkan zat-zat berikut, kecuali ...
 - a. Zat-zat makanan dari sel-sel jonjot usus ke seluruh jaringan tubuh
 - b. Oksigen dari alat pernapasan ke seluruh jaringan tubuh
 - c. CO₂ dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh
 - d. Zat-zat sisa metabolisme dari jaringan tubuh ke alat-alat ekskresi
 - e. Hormon dari kelenjar buntu ke bagian tubuh tertentu

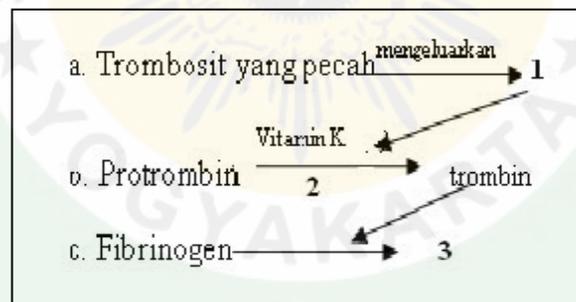
3. Bagian komponen darah yang berfungsi mengangkut oksigen adalah ...
 - a. Albumin
 - b. Fibrinogen
 - c. Serum
 - d. Hemoglobin
 - e. Leukosit
4. Pada peristiwa pembekuan darah, jika tubuh kekurangan kalsium dan vitamin K, akan mengakibatkan gangguan pembentukan ...
 - a. Trombin dan fibrinogen
 - b. Protrombin dan thrombin
 - c. Fibrin dan fibrinogen
 - d. Trombin dan protombin
 - e. Fibrinogen dan trombokinase
5. Jika sel darah merah seseorang mengandung aglutinogen B dan dalam plasmanya mengandung anglutinin α , orang tersebut bergolongan darah ...
 - a. A
 - b. B
 - c. AB
 - d. O
 - e. AB atau B
6. Golongan darah O dapat menjadi donor universal karena ...
 - a. Golongan darah O tidak memiliki aglutinin
 - b. Golongan darah O tidak memiliki aglutinogen
 - c. Golongan darah O tidak memiliki aglutinin dan aglutinogen
 - d. Golongan darah O tidak memiliki aglutinin α dan β serta aglutinogen A dan B
 - e. Golongan darah O hanya memiliki aglutinogen
7. Jika orang bergolongan darah AB ditransfusi dengan darah bergolongan B, maka ...
 - a. Terjadi aglutinasi
 - b. Tidak selalu terjadi aglutinasi
 - c. Tidak terjadi aglutinasi
 - d. Mungkin akan terjadi aglutinasi
 - e. Tergantung pada perbandingan darah donor dan resipien

8. Bila seseorang menderita penyakit demam berdarah akan terjadi penurunan komponen darah. Berikut ini adalah komponen yang menurun jumlahnya.
- Monosit
 - Trombosit
 - Basofil
 - Eosinofil
 - Leukosit
9. Seorang siswa melakukan pengujian golongan darah. Hasilnya sebagai berikut :

No.	Dicampur dengan aglutinin	
	Alfa (a)	Beta (b)
1	aglutinasi	Tidak aglutinasi
2	aglutinasi	aglutinasi
3	Tidak aglutinasi	aglutinasi
4	Tidak aglutinasi	Tidak aglutinasi

Orang yang bergolongan darah A dan O adalah ..

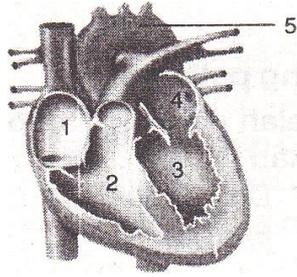
- 1,2
 - 1,3
 - 1,4
 - 2,3
 - 3,4
10. Bagan mekanisme pembekuan darah adalah sebagai berikut:



Bagian yang bernomor 1 dan 3 adalah

- trombokinase dan fibrin
- trombosit dan trombin
- protrombin dan trombin
- trombosit dan trombokinase
- trombokinase dan fibrinogen

11. Cermati gambar anatomi jantung di bawah ini !



Bagian yang berhubungan langsung dengan vena cava adalah....

- a. 1, ventrikel kanan
- b. 3, ventrikel kiri
- c. 2, ventrikel kanan
- d. 4, atrium kiri
- e. 1, atrium kanan

12. Berikut ini organ peredaran darah manusia:

- 1. bilik kanan
- 2. serambi kiri
- 3. serambi kanan
- 4. paru
- 5. bilik kiri
- 6. vena cava
- 7. vena pulmonalis
- 8. arteri pulmonalis
- 9. aorta nadi

Aliran darah kita ke seluruh tubuh berlangsung menurut urutan

- a. 1-2-3-4-5-6-7-8-9
- b. 1-3-5-7-9-2-4-6-8
- c. 2-4-6-8-1-3-5-7-9
- d. 4-5-6-1-2-3-7-8-9
- e. 3-1-8-4-7-2-5-9-6

13. Peredaran limfe di tubuh bersifat terbuka. Untuk terjadinya aliran limfe di pembuluh terjadi karena adanya....

- a. tekanan otot
- b. denyut nadi
- c. pengaruh gravitasi
- d. tekanan jantung
- e. energi pengaktif

14. Penambahan natrium sitrat ke dalam darah yang digunakan untuk transfusi dimaksudkan untuk...
- melarutkan vitamin K yang penting untuk pembekuan darah
 - mencegah pertumbuhan bakteri
 - mengikat Ca yang penting untuk pembentukan trombin dari protrombin
 - membunuh kuman yang mungkin terdapat dalam darah
 - mencegah aktifitas enzim
15. aterosklerosis merupakan salah satu kelainan pada sistem peredaran darah karena pengerasan pembuluh nadi akibat endapan lemak. Salah satu penyakit yang ditimbulkan adalah ...
- hipotensi
 - leukemia
 - hipertensi
 - leukositosis
 - embolus

B. KETERAMPILAN

- Carilah informasi mengenai kelainan yang terdapat pada sistem peredaran darah dan teknologi yang diterapkan untuk mengatasi kelainan tersebut melalui observasi ke rumah sakit/klinik, media internet, atau membaca literature.
- Diskusikan bersama temanmu alasan mengapa alat-alat tersebut berpotensi mengobati kelainan tersebut.
- Buatlah laporan berupa karya ilmiah berdasarkan hasil observasi.

SISTEM PENCERNAAN

6.1 Kompetensi Dasar Dan IPK

Kompetensi Dasar	
3.6 Menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem pencernaan dan mengaitkannya dengan nutrisi dan bioprosesnya sehingga dapat menjelaskan proses pencernaan serta gangguan fungsi yang mungkin terjadi pada sistem pencernaan manusia melalui studi literatur, pengamatan, percobaan, dan simulasi.	4.6 Menyajikan hasil analisis tentang kelainan pada struktur dan fungsi jaringan pada organ-organ pencernaan yang menyebabkan gangguan sistem pencernaan manusia melalui berbagai bentuk media presentasi.

Indikator Pencapaian Kumulatif (IPK)	
3.6.1 Menganalisis zat makanan yang diperlukan tubuh manusia sehari-hari dari berbagai sumber informasi	4.6.1 Melaporkan secara tertulis cara menjaga kesehatan diri dengan prinsip-prinsip dalam perolehan nutrisi, energi melalui makanan dalam kerja sistem pencernaan
3.6.2 Mengidentifikasi salah satu bagian saluran pencernaan hewan ruminansia, saluran pencernaan manusia melalui berbagai media informasi dan mengenali posisi alat dan kelenjar pencernaan serta fungsinya	4.6.2 Menyajikan laporan hasil uji zat makanan yang terkandung dalam berbagai jenis bahan makanan dikaitkan dengan kebutuhan energi setiap individu serta teknologi pengolahan pangan dan keamanan pangan
3.6.3 Membandingkan organ pencernaan makanan manusia dengan hewan ruminansia menggunakan gambar/carta	
3.6.4 Menyusun menu makanan seimbang untuk kategori aktivitas normal	

6.2 MATERI

A. Pendahuluan

Manusia selalu beraktivitas setiap hari. Aktivitas yang dilakukan oleh tubuh manusia selalu membutuhkan energi. Energi yang dibutuhkan tubuh dapat diperoleh melalui berbagai jenis makanan yang dimakan setiap hari. Makanan tersebut berupa bahan organik yang diperoleh dari makhluk hidup lainnya, seperti hewan dan tumbuhan. Selain itu, makanan yang kita makan harus memiliki kandungan yang diperlukan oleh tubuh, seperti karbohidrat, protein, vitamin, mineral, dan lemak. Selanjutnya, makanan tersebut akan dicerna dan diserap (proses pencernaan) oleh tubuh. Proses pencernaan dilakukan oleh sekumpulan organ pencernaan yang ada di dalam tubuh.

B. Makanan

Makanan yang masuk ke dalam tubuh dicerna oleh sistem pencernaan menjadi bentuk yang dapat diserap tubuh. Ada tiga fungsi pokok makanan bagi tubuh, yaitu sebagai sumber energy, sebagai bahan penyusun komponen-komponen tubuh, dan sebagai pelindung tubuh terhadap lingkungan.

Zat-zat makanan yang diperlukan oleh tubuh ada berbagai macam. Zat-zat makanan ini biasa disebut gizi. Setidaknya ada enam macam zat makanan yang diperlukan oleh tubuh, yaitu karbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral dan air.

1. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan senyawa kimia dengan rumus dasar $(CH_2O)_n$. Ukurannya ada yang kecil dan ada pula yang besar.

Macam karbohidrat sangat banyak, antara lain: monosakarida (1 unit molekul gula); disakarida (2 unit monosakarida), dan polisakarida (banyak rantai monosakarida).

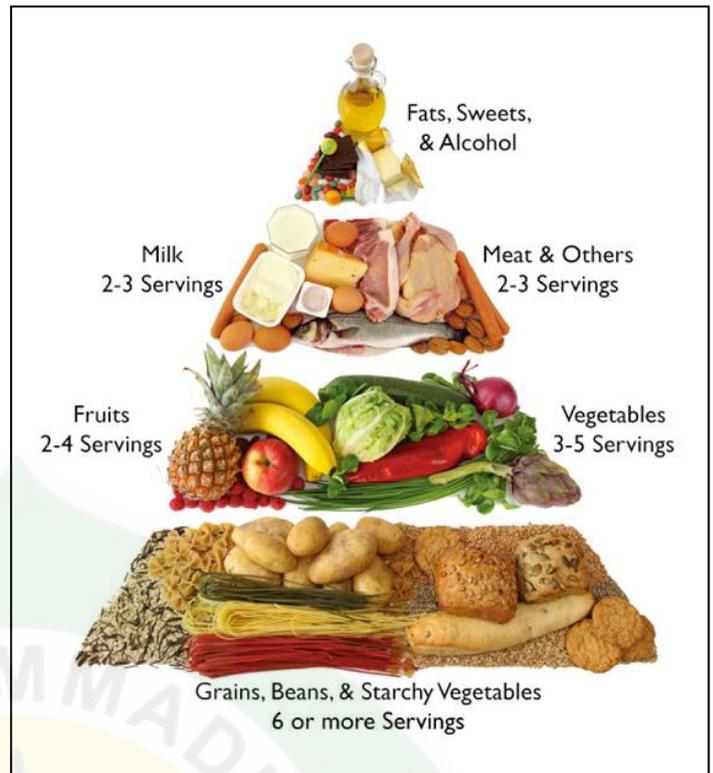
Pada makanan tiga karbohidrat yang terpenting yaitu amilum, sukrosa dan selulosa. Fungsi karbohidrat antara lain :

- Sebagai sumber energy utama tubuh
- Sebagai bahan baku penyusun senyawa lain
- Sebagai bahan baku penyusun komponen sel
- Membantu kelancaran proses pencernaan makanan

Sumber karbohidrat terutama berasal dari makanan pokok, seperti umbi-umbian dan biji-bijian yang banyak mengandung amilum.

2. Lemak

Lemak merupakan suatu senyawa organik yang tidak dapat larut di dalam air. Lemak dapat dibedakan menjadi: trigliserida (lemak sederhana), fosfolipid (lemak yang mengandung fosfat), lipoprotein (gabungan lemak dan protein), dan steroid (kolesterol). Kemudian lemak juga dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan ada tidaknya ikatan rangkap pada rantai karbon asam lemaknya, yaitu lemak jenuh (tidak memiliki ikatan rangkap) dan lemak tak jenuh (memiliki ikatan rangkap).



Gambar 6.1 Piramida panduan makanan

Lemak berfungsi sebagai :

- a. Cadangan energy
- b. Melindungi tubuh dari hawa dingin
- c. Komponen penyusun membrane sel dan membrane organel sel
- d. Melindungi organ-organ vital
- e. Pelarut vitamin A, D, E, dan K

Sumber lemak dapat dibedakan menjadi dua yaitu lemak nabati (tumbuh-tumbuhan) dan lemak hewani (hewan).

3. Protein

Protein merupakan polimer yang tersusun atas monomer yang berupa asam amino. Ada 20 jenis asam amino yang dikelompokkan menjadi asam amino esensial dan asam amino nonesensial.

Tabel 6.1 Asam Amino

Asam Amino Esensial	Asam Amino Non Esensial
Arginin Histidin Isoleusin Leusin Metionin Fenilalanin Threonin Tryptofan Valin	Alanin Aspargin Asam Aspartat Sistein Glutamin Asam Glutamat Glisin Hidroksilisisin 4-hidroksiprolin Prolin Serin Tirosin

Fungsi protein antara lain:

- a. Sebagai biokatalisator/enzim
- b. Sebagai molekul pengangkut
- c. Sebagai penyusun komponen sel
- d. Sebagai alat pertahanan tubuh
- e. Sebagai alat pengatur fungsi fisiologis
- f. Sebagai cadangan nutrisi

Sumber protein dapat berasal dari bermacam-macam makanan. Berdasarkan sumbernya, protein dibedakan menjadi protein hewani dan protein nabati.

4. Vitamin

Vitamin merupakan senyawa organik yang diperlukan oleh tubuh dalam jumlah tidak banyak, tetapi harus selalu tersedia dalam tubuh.

Tabel 6.2 Jenis Vitamin

Jenis Vitamin	Fungsi	Sumber Makanan
Vitamin A (<i>retinol</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pembentukan dan pemeliharaan indra mata. ✓ Menjaga kesehatan kulit. ✓ Menjaga imunitas tubuh. ✓ Mencegah infeksi saluran pernafasan. 	Cabai merah, wortel, pisang, papaya.
Vitamin B1 (<i>tiamin</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Menjaga kesehatan kulit. ✓ Membantu proses konversi karbohidrat menjadi energi. ✓ Membantu proses metabolisme protein dan lemak. ✓ Mencegah tubuh dari akibat defisiensi vitamin B1, seperti beri-beri, gangguan pencernaan, jantung dan system saraf. 	Gandum, nasi, daging, susu, telur, kacang-kacangan, susu.
Vitamin B2 (<i>riboflavin</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Berperan dalam regenerasi energi bagi tubuh melalui proses respirasi. ✓ Menyokong pertumbuhan organ tubuh, seperti kulit, rambut dan kuku. ✓ Mencegah luka pada selaput lender mulut. 	Sayur-sayuran khususnya bayam, kacang kedelai, kuning telur dan susu.
Vitamin B3 (<i>niacinamida/ nikotinamida</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Berperan dalam metabolisme karbohidrat untuk menghasilkan energi. ✓ Mencegah pellagra (penyakit akibat kurang makan). ✓ Berperan dalam metabolisme lemak dan energi. ✓ Menjaga stabilitas kadar gula darah, dan tekanan darah. ✓ Menetralisir berbagai senyawa racun. 	Ragi, roti dari gandum, daging unggas, ikan, gandum, kentang manis.
Vitamin B5 (<i>asam pantoteat</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Berperan dalam sistem metabolisme, nutrisi maksimum, terutama lemak. ✓ Berperan dalam fungsi koordinasi antara sistem saraf pusat dan otak. 	Ginjal, hati, jantung, daging, padi-padian, kacang hijau, sayuran hijau.
Vitamin B6 (<i>piridoksin</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Berperan dalam pembentukan sel-sel darah merah, sehingga penting untuk mencegah dan mengobati anemia. ✓ Sintesis RNA dan DNA. 	Padi-padian, gandum, sayuran, daging, ikan, pisang.
Vitamin B12 (<i>sinokobalamin</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mencegah anemia. ✓ Berperan dalam pemeliharaan sel saraf. ✓ Pembentukan platelet darah. 	Telur, hati dan daging.
Vitamin C (<i>asam askorbat</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Berfungsi sebagai antioksidan alami yang dapat menangkal radikal bebas. ✓ Berperan sebagai senyawa pembentuk kolagen yang merupakan protein penting penyusun jaringan kulit, sendi dan tulang. ✓ Berperan dalam penutupan luka saat terjadi pendarahan, serta memberikan perlindungan lebih dari mikroorganisme patogen. 	Jerak, pepaya, stroberi, kiwi, sayur hijau, kentang.
Vitamin D (<i>kalsiferol</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Berperan dalam metabolisme kalsium dan mineralisasi tulang. 	Ikan, telur, susu dan produk olahannya seperti keju, minyak hati ikan.
Vitamin E (<i>tokoferol</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Berperan dalam melindungi berbagai jaringan yang ada di dalam tubuh, seperti jaringan kulit, mata, sel darah merah. 	Ikan, ayam, kuning telur, mentega, ragi, minyak tumbuh-tumbuhan.
Vitamin K (<i>menadiol/ filokuinona</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Berperan dalam pembentukan sistem peredaran darah yang baik. 	Hati, sayuran hijau, kacang, buncis, kacang polong.

5. Mineral

Mineral merupakan senyawa organik yang diperlukan tubuh dalam jumlah sedikit. Mineral dikelompokkan menjadi makromineral dan mikromineral.

Tabel 6.3 Jenis Mineral

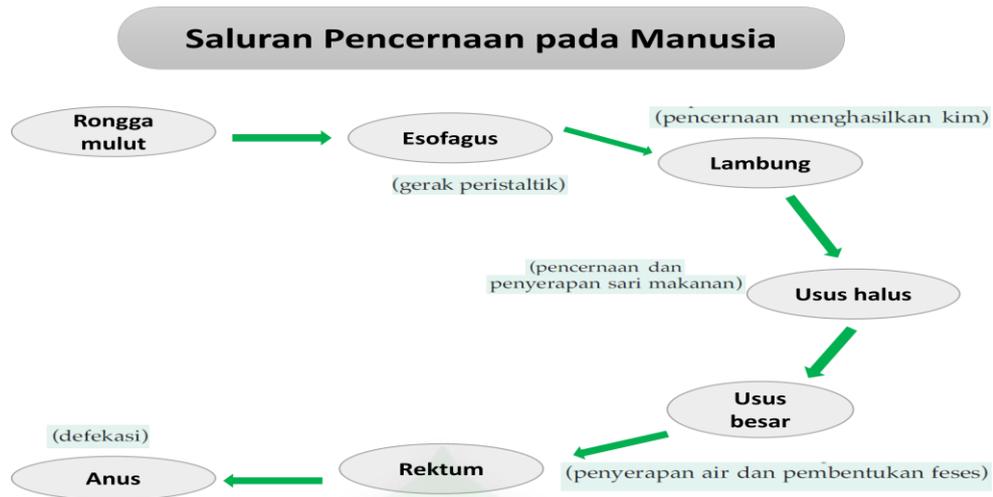
	Nama Mineral	Fungsi Utama	Sumber	
↑ mineral makro	Kalsium (Ca)	pembentukan tulang dan gigi, merangsang kontraksi otot	keju, susu, tepung, tulang, kacang kedelai	
	Fosfor (P)	bersama kalsium, berperan dalam pembentukan tulang dan gigi	telur, ikan, daging, kacang, susu	
	Natrium (Na)	pengatur tekanan osmotik dan tekanan darah normal	wortel, telur, susu, sayuran hijau, garam dapur	
	Kalium (K)	pengatur keseimbangan elektrolit cairan tubuh, pengatur ritme jantung, fungsi otot dan saraf	pisang, jeruk, kentang, tomat, biji bunga matahari, sayuran hijau	
	Klorida (Cl)	pengatur tekanan osmotik dan tekanan darah normal	garam dapur	
	↓	Sulfur (S)	pembentukan kuku, rambut dan kulit	daging sapi dan ayam, minyak jagung, ragi
↑ mineral mikro	Magnesium (Mg)	membantu kerja enzim, proses metabolisme, pembentukan tulang dan gigi, pengendoran otot	sayuran hijau, serelia tumbuk, biji-bijian, kacang, daging, susu	
	Besi (Fe)	pembentukan hemoglobin sel darah merah	kuning telur, jantung dan hati, ginjal sapi, kerang, asparagus, kacang	
	Tembaga (Cu)	pembentukan hemoglobin	hati sapi, kacang-kacangan, ikan laut, udang	
	Iodium (I)	pertumbuhan kelenjar gondok, metabolisme lemak berlebih	bawang, ikan laut	
	Seng (Zn)	pembentukan protein dan kolagen, kesuburan (mengatasi infertilitas)	telur, susu kering, daging sapi dan kambing, biji semangka	
	Tembaga (Cu)	pembentukan hemoglobin	hati sapi, kacang-kacangan, ikan laut, udang	
	Selenium (Se)	antioksidan, memperlambat proses penuaan jaringan	tomat, bawang, brokoli, ikan tuna	
	Fluor (F)	kesehatan gigi dan tulang	ikan laut, gelatin, daun teh	
	↓	Molibden (Mo)	metabolisme karbohidrat dan lemak	Sayuran hijau, kacang-kacangan

(sumber: Widodo, 2009)

6. Air

Lebih kurang 70% tubuh manusia tersusun atas air. Peranan air sangat besar, diantaranya air sebagai pelarut hampir semua senyawa-senyawa yang diperlukan oleh tubuh, tempat proses metabolisme, sarana transportasi senyawa-senyawa yang diperlukan tubuh, dan sarana homeostasis suhu tubuh.

C. Sistem Pencernaan pada Manusia



Gambar 6.2 Skema saluran pencernaan pada manusia

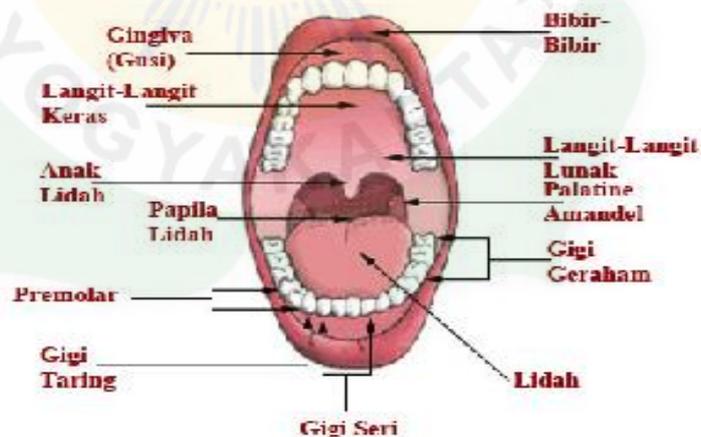
1. Mulut

Pencernaan secara mekanik dan kimiawi dimulai di dalam rongga mulut.

a. Gigi

Gigi terdiri atas:

1. gigi seri atau *dens insisivus* fungsinya untuk memotong-motong makanan;
2. gigi taring atau *dens kaninus* fungsinya untuk mencabik-cabik makanan;
3. geraham kecil atau *premolare* fungsinya untuk mengunyah makanan;
4. geraham besar atau molare fungsinya untuk mengunyah makanan.



Gambar 6.3 Susunan gigi tetap pada manusia

Berdasarkan gambar sayatan memanjang, gigi mempunyai bagian-bagian:

1. email, bagian terluar dan terkeras dari gigi;
2. tulang gigi, tersusun atas zat dentin;

3. Sumsum gigi atau pulpa, terdapat di sebelah dalam tulang gigi. Pada sumsum gigi ini terdapat serabut saraf dan pembuluh darah);
4. semen, yaitu pelapis tulang gigi atau dentin yang masuk ke dalam rahang.

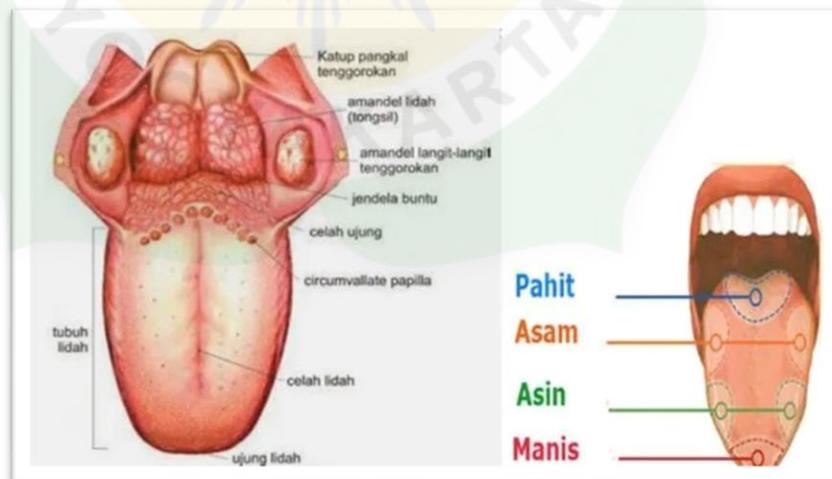


Gambar 6.4 Anatomi gigi

b. Lidah

Memiliki fungsi:

1. membantu mengaduk makanan di dalam rongga mulut,
2. membantu membersihkan mulut,
3. membantu bersuara,
4. membantu mendorong makanan pada waktu penelanan, dan
5. sebagai indra pengecap
6. terdapat papila-papila antara lain: filiformis, sirkumalata, papila berbentuk martil.

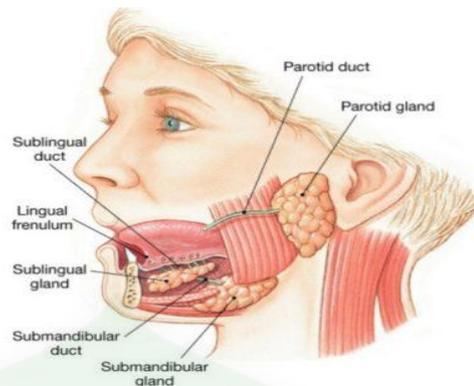


Gambar 6.5 Lidah

c. Kelenjar air liur (saliva)

Di dalam rongga mulut bermuara tiga pasang kelenjar ludah, yaitu:

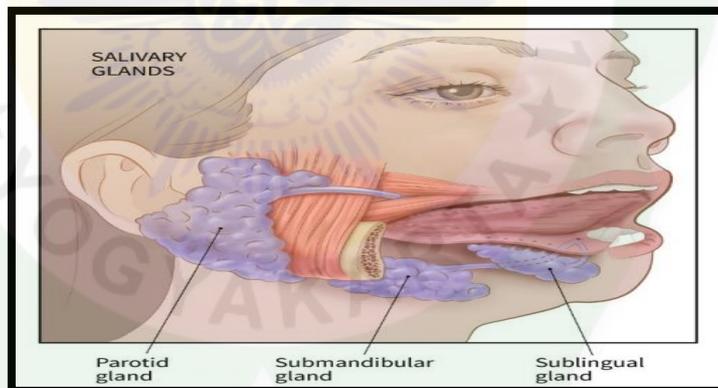
1. Glandula parotis, kelenjar ludah dekat telinga. Kelenjar ini menghasilkan getah hanya berbentuk air;
2. glandula submandibularis atau kelenjar ludah bawah rahang bawah;
3. glandula sublingualis atau kelenjar ludah bawah lidah.



Gambar 6.6 Kelenjar ludah dan saluran-salurannya

Fungsi ludah:

1. Memudahkan penelanan dan pencernaan makanan. Ludah yang berbentuk lendir penting untuk menelan, sedangkan yang berbentuk cair berperan untuk melarutkan zat makanan
2. Mencernakan makanan secara kimiawi, dalam ludah terdapat enzim ptialin yang penting untuk menghidrolisis amilum menjadi maltosa.
3. Melindungi selaput rongga mulut dari panas, dingin, asam, dan basa.



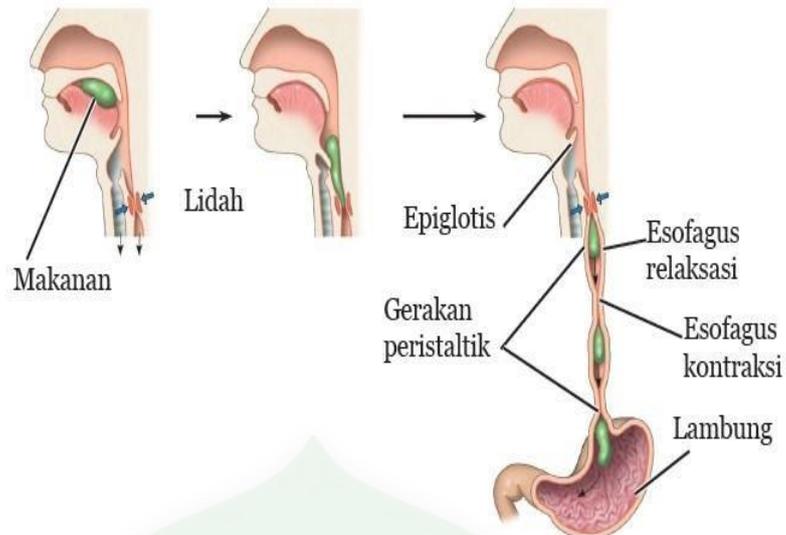
Gambar 6.7 Kelenjar ludah

2. Faring

Di dalam rongga mulut, makanan yang telah diubah halus akan di dorong oleh lidah ke bagian belakang mulut, kemudian masuk ke dalam faring. Faring adalah rongga persimpangan sebagai jalan masuknya makanan dan udara sebelum ke saluran berikutnya. Makanan dari faring menuju ke esofagus atau kerongkongan. Sementara itu, udara dari faring akan menuju ke trakea atau tenggorokan.

Di faring terdapat bagian yang disebut epiglottis. Epiglottis merupakan katup yang akan menutup trakea ketika seseorang menelan makanan. Epiglottis mencegah masuknya makanan ke saluran yang salah.

3. Esofagus (kerongkongan)



Gambar 6.8 Gerak peristaltik pada esofagus

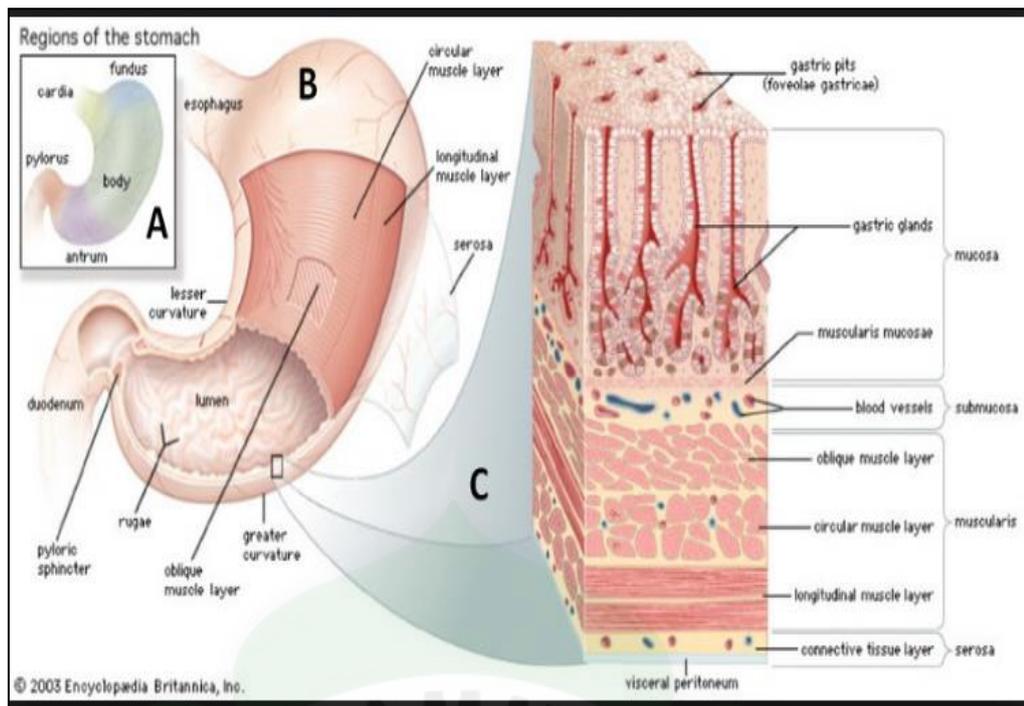
Kerongkongan berupa tabung otot yang panjangnya sekitar 25 cm yang memanjang dari akhir rongga mulut hingga lambung. Kerongkongan terdiri dari sepertiga otot lurik dan dua pertiga otot polos.

Dalam kerongkongan terjadi gerak peristaltik yang mendorong makanan dari rongga mulut menuju lambung.

4. Lambung

Lambung berupa kantung besar yang terdiri dari bagian-bagian berikut.

- Kardia, terletak di sebelah atas dekat jantung.
- Fundus, bagian yang membulat dan terletak di tengah.
- Pilorus, bagian yang berada di dekat usus.



Gambar 6.9 Struktur lambung

Spingfer kardial atau lubang lambung selalu dalam keadaan tertutup. Akan tetapi, secara refleks akan terbuka bila ada makanan yang masuk.

Kelenjar getah lambung yang terdapat di dinding lambung, menghasilkan asam lambung. Asam lambung mengandung HCL, enzim-enzim pencernaan, dan mukosa.

- HCL, berfungsi untuk membunuh kuman dan mengaktifkan enzim pepsinogen menjadi pepsin.
- Pepsin berfungsi untuk memecah protein menjadi protase.
- Dalam lambung, terdapat pula enzim renin yang menggumpalkan kasein susu.
- Sedangkan musin (lendir) pada lambung berfungsi untuk melindungi dinding lambung dari abrasi asam lambung.

Lambung akan bergerak secara peristaltik untuk mengaduk dan mencampurkan makanan dengan getah lambung. Setelah kira-kira tiga jam, makanan tersebut menjadi berbentuk bubur atau kim.

Kim akan bergerak menuju bagian pilorus akibat gerakan peristaltik dan keluar dari lambung menuju usus halus.

Dalam lambung terjadi pencernaan mekanis dengan bantuan gerak peristaltik dan pencernaan kimiawi oleh asam lambung, enzim pepsin dan enzim renin.

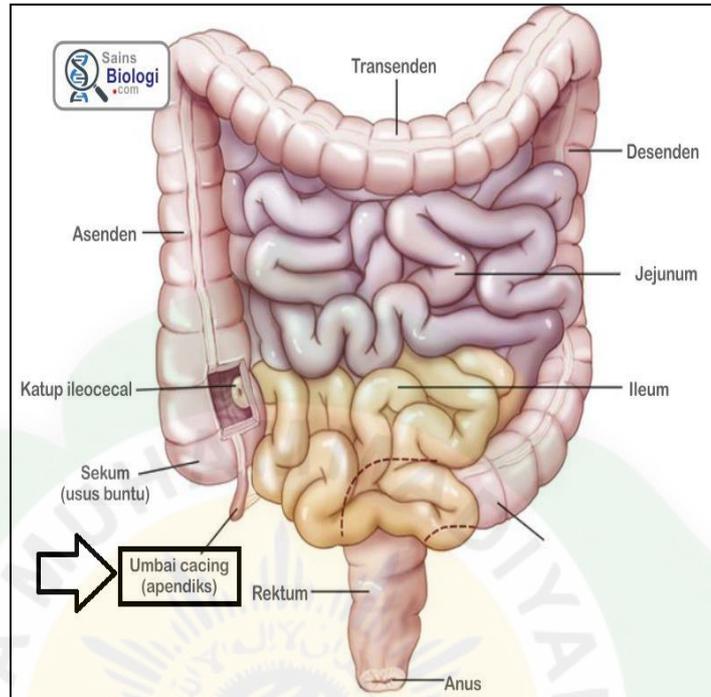
5. Usus Halus

Dalam usus halus, pencernaan lemak dan protein dituntaskan, hasil dari pencernaan diabsorpsi oleh vili (jonjot) usus halus.

Usus halus berupa tabung yang panjangnya sekitar 6,8 meter, terdiri atas tiga bagian, yaitu

- Duodenum (usus 12 jari) yang panjangnya sekitar 25 cm.
- Jejunum yang panjangnya sekitar 2,5 m.
- Ileum dengan panjang sekitar 3,6 m.

Pada dinding usus halus terdapat vili dan makrovili yang berfungsi memperluas permukaan jangkauan absorpsi.

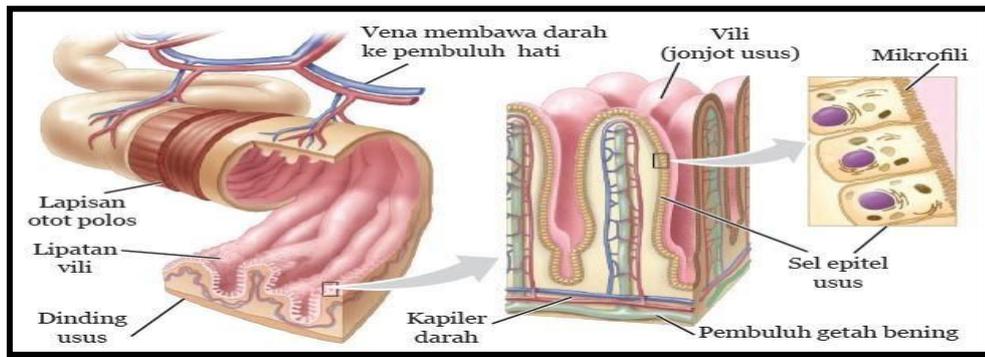


Gambar 6.10 Struktur usus halus

Usus Halus berfungsi untuk:

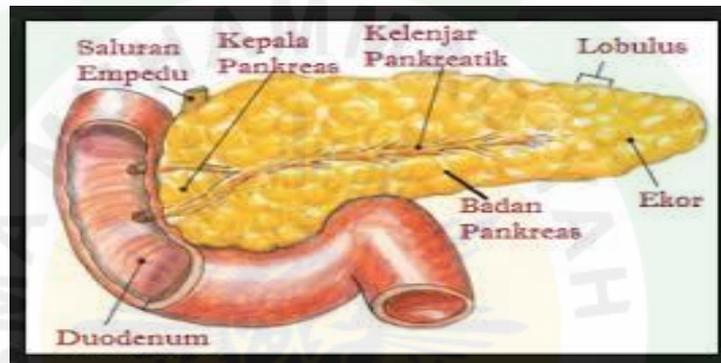
- Menyelesaikan pencernaan secara kimiawi
- Menyerap hasil akhir
- Mensekresikan hormon tertentu misalnya: Hormon sekretin memacu kelenjar pankreas untuk menyekresikan getahnya; Hormon kolesistokinin merangsang empedu untuk mengeluarkan bilus, yang mengandung garam-garam empedu dan bilirubin (zat warna empedu). Zat ini berfungsi untuk mengemulsikan lemak.

Hormon sekretin merangsang pankreas menyekresikan getahnya melalui saluran pankreas menuju duodenum. Sebelum sampai duodenum, saluran pankreas bersatu dengan saluran empedu, disebut *duktus koledokus*. Getah pankreas mengandung tripsinogen, karbohidrase pankreas, lipase pankreas, dan garam NaHCO_3



Gambar 6.11 Bagian dalam usus halus

Pankreas terletak di antara lambung dengan usus halus. Pankreas menyekresikan enzim ke usus halus sebagai respon dari sinyal hormonal dan saraf. Enzim yang dihasilkan antara lain lipase, amylase, dan protease.



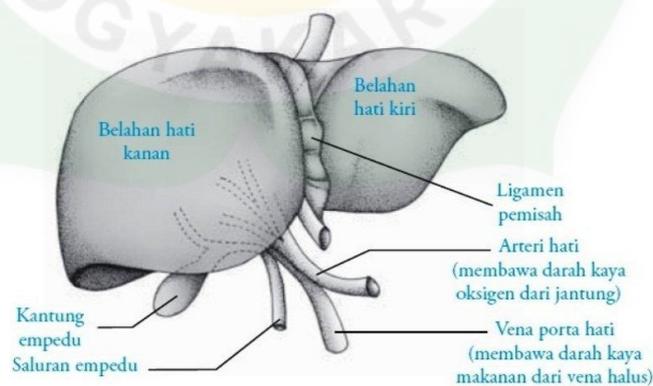
Gambar 6.12 Struktur pancreas

Berikut tabel fungsi zat dan enzim pada getah pankreas, antara lain:

Tabel 6.4 Fungsi Zat dan Enzim pada Getah Pankreas

Zat atau Enzim	Fungsi
Tripsinogen $\xrightarrow{\text{enterokinase}}$ tripsin	Menghidrolisis pepton menjadi asam-asam amino.
Disakarase (karbohidrase pankreas): maltase, sukrase, dan laktase	Menghidrolisis disakarida menjadi monosakarida, seperti: 1. maltosa $\xrightarrow{\text{maltase}}$ glukosa + glukosa 2. sukrosa $\xrightarrow{\text{sukrase}}$ fruktosa + glukosa 3. laktosa $\xrightarrow{\text{laktase}}$ galaktosa + glukosa
Steapsin (lipase pankreas)	Menghidrolisis emulsi lemak menjadi asam lemak dan gliserol.
Garam NaHCO_3	Memberikan lingkungan getah pankreas menjadi bersifat basa.

Selain pankreas, organ yang berperan dalam proses pencernaan adalah hati. Hati dapat melakukan regenerasi jika terjadi kerusakan pada organ tersebut. Beberapa fungsi penting dari hati adalah membantu pencernaan lemak, menyimpan cadangan nutrisi, menyimpan energi dalam bentuk glikogen, menyaring racun dan sampah dari tubuh, serta menyimpan vitamin-vitamin yang larut dalam lemak.



Gambar 6.13 Struktur hati

Pada dinding usus halus terdapat banyak sel-sel kelenjar Lieberkuhn (3 L /hari).

Getah ini bersifat basa, mengandung enzim antara lain:

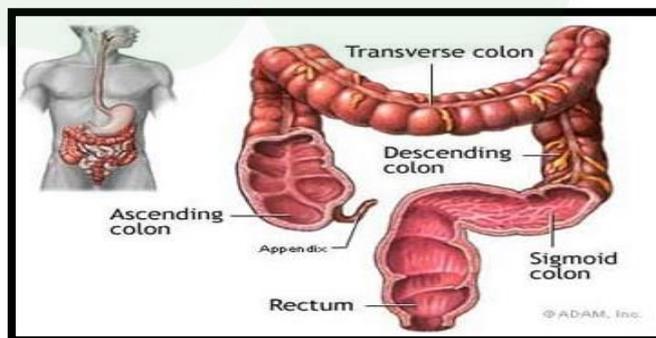
- a. Erepsinogen, yaitu proteinase yang belum aktif karena pengaruh enterokinase usus, erepsinogen diaktifkan menjadi erepsin, berfungsi untuk menghidrolisis pepton menjadi asam amino;
- b. Disakarase (sukrase, laktase, dan maltase) berfungsi untuk menghidrolisis disakarida menjadi monosakarida;
- c. Lipase usus, berfungsi untuk menghidrolisis emulsi lemak menjadi asam lemak dan gliserol;
- d. Enterokinase merupakan aktivator yang berfungsi untuk mengaktifkan enzim yang belum aktif (prekursor) menjadi enzim yang aktif, misalnya tripsinogen diaktifkan menjadi tripsin, erepsinogen diaktifkan menjadi erepsin.

Hasil pencernaan kimiawi usus halus berupa asam amino, glukosa, asam lemak, dan gliserol.

- a. Asam amino dan glukosa diserap usus halus dan dibawa oleh darah menuju hati.
 - b. Asam lemak bereaksi dengan garam karbonat dan bikarbonat membentuk sabun.
 - c. Sabun bersama gliserol diserap ke dalam vili.
 - d. Di dalam vili, asam lemak melepaskan diri dari garam karbonat dan bikarbonat, kemudian mengikat dengan gliserin membentuk lemak kembali dan masuk ke tengah vili.
 - e. Melalui pembuluh kil (limfa), emulsi lemak bergerak menuju vena.
 - f. Sedangkan garam empedu masuk ke darah menuju hati dan diubah kembali menjadi empedu.
6. Usus Besar (kolon)

Fungsi utama organ ini adalah menyerap air, membentuk massa feses, dan membentuk lendir untuk melapisi mukosa. Di dalam usus besar terdapat bakteri *Escherichia coli* yang membantu manusia untuk menghasilkan vitamin K dan biotin. Vitamin K dan biotin diserap masuk tubuh melalui dinding kolon.

Kolon naik disebut kolon asenden, kolon mendatar disebut kolon transversum, sedangkan kolon menurun disebut kolon disenden.



Gambar 6.14 Struktur kolon

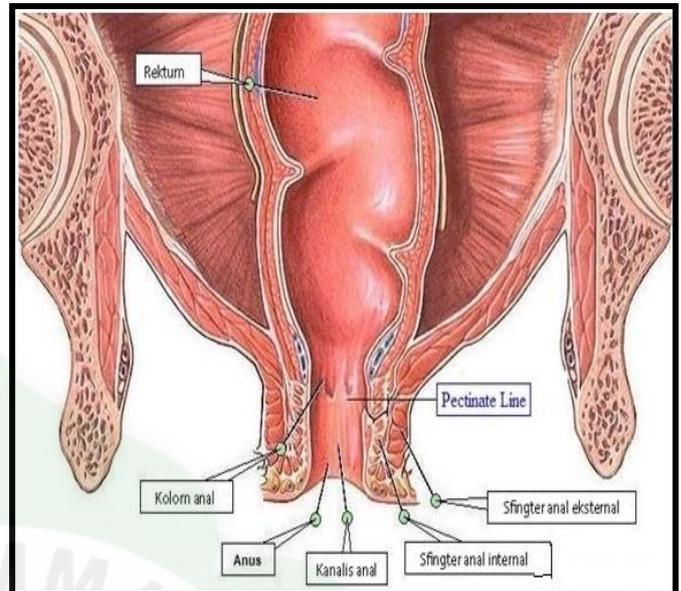
Pada kolon terjadi gerak peristaltik, makanan terdorong sedikit demi sedikit menuju ke rektum. Rangsangan ini menyebabkan timbulnya dorongan untuk buang air besar

(defikasi). Rangsangan dari dinding lambung yang diteruskan ke kolon disebut rangsangan gastrokolik.

7. Anus

Anus merupakan lubang muara akhir dari saluran pencernaan. Dinding anus terdiri atas dua lapis otot. Lapis yang membatasi lubang anus terdiri atas otot lurik, sedangkan di sebelah dalamnya terdiri atas otot polos.

Ketika feces menyentuh dinding rektum, otot lurik dinding anus akan terangsang untuk melakukan defikasi. Berkontraksinya otot lurik menyebabkan otot polos berelaksasi, sehingga feces keluar dari tubuh.



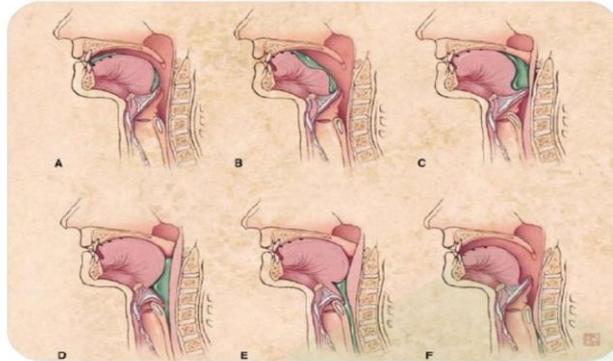
Gambar 6.15 Struktur anus

D. Gangguan pada Organ Sistem Pencernaan

1. Karies gigi (gigi berlubang), merupakan rusaknya email gigi karena asam yang dihasilkan oleh bakteri yang hidup di permukaan gigi.
2. Maag (tukak lambung), terjadi akibat terlalu banyak asam lambung dan pepsin, serta terlalu sedikit mukus yang melindungi lambung.
3. Tifus, penyakit pada usus halus yang disebabkan oleh bakteri *Salmonella typhi*. Penyakit ini disebarkan oleh air, susu, dan makanan yang telah terkontaminasi bakteri tersebut.
4. Diare, merupakan penyakit pada saluran pencernaan yang ditandai dengan pengeluaran feces dalam bentuk cairan akibat adanya gangguan pada fungsi kolon.
5. Sembelit (konstipasi), terjadi karena sisa-sisa makanan terlalu lambat melewati saluran usus besar sehingga feces menjadi terlalu padat. Hal ini bisa juga terjadi karena kurangnya memakan makanan yang mengandung serat dan kurang meminum air putih.
6. Usus buntu (apendisitis), adalah peradangan pada apendiks yang terjadi akibat infeksi.

6.3 LATIHAN SOAL

1. a. Sebutkan zat makanan yang diperlukan tubuh kita dan berfungsi sebagai penghasil energi.
- b. Zat makanan apa saja yang bila dikonsumsi secara berlebihan, kelebihannya tidak dapat disimpan di dalam tubuh?
2. Perhatikan gambar berikut.



- a. Jelaskan proses yang terjadi pada gambar tersebut.
- b. Mengapa makanan yang kita makan tidak masuk ke tenggorokan?
3. Di dalam lambung, terjadi pencernaan kimiawi dan mekanik. Pencernaan mekanik dilakukan melalui gerakan peristaltic.
 - a. Jelaskan apa yang dimaksud dengan gerak peristaltik serta otot yang berperan dalam gerak tersebut?
 - b. Organ mana sajakan yang melakukan gerak peristaltik?
4. Perhatikan gambar berikut.



- Mengapa vili (ditunjukkan pada gambar), dapat meningkatkan penyerapan makanan pada usus?
5. Seorang wanita mengalami serangan diare dan mengeluarkan gas berlebih setelah meminum susu sapi. Apakah yang menyebabkan hal tersebut? Mengapa beberapa orang mengalaminya?

6.4 TES FORMATIF (PENGETAHUAN DAN KETERAMPILAN)

A. PENGETAHUAN

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

1. Perhatikan keterangan di bawah :
 - 1) Membantu mempermudah pencernaan
 - 2) Melindungi dari pengaruh asam dan basa
 - 3) Melindungi pengaruh panas dan dingin
 - 4) Mengandung enzim pencernaanKeterangan di atas merupakan fungsi dari...
 - a. Ventrikulus
 - b. Intestinum
 - c. Papilla lidah
 - d. Saliva
 - e. Email
2. Saat kita mengunyah nasi, lama kelamaan akan terasa manis di mulut. Hal tersebut disebabkan...
 - a. Saliva yang menumpuk akan memberikan rasa manis
 - b. Nasi memiliki kandungan glukosa yang tinggi
 - c. Petialin mengubah amilum menjadi maltose
 - d. Terjadi perubahan pati menjadi glukosa
 - e. Tripsinogen diubah menjadi enzim tripsin
3. Gerakan mendorong dan menekan makanan (peristaltik) sangat membantu dalam perjalanan makanan pada...
 - a. Intestinum
 - b. Esophagus
 - c. Laring
 - d. Ventrikulus
 - e. Anus
4. Ketika sedang makan siang, Budi mengalami tersedak dan batuk-batuk sehingga tidak bisa melanjutkan makannya. Kejadian tersedak terjadi karena...
 - a. Banyak udara yang masuk bersama makanan
 - b. Gagalnya makanan masuk ventrikulus
 - c. Kelebihan makanan dalam esophagus
 - d. Kegagalan fungsi epiglottis
 - e. Kelebihan makanan dalam ventrikulus

5. Sari makanan yang diserap di usus halus akan dibawa menuju ke hati sebelum disebarkan ke seluruh tubuh. Hal ini terkait fungsi hati sebagai...
- Membersihkan racun-racun dalam darah
 - Menyesuaikan kadar glukosa dan zat lain dalam darah
 - Membersihkan darah dari bakteri penyebab penyakit
 - Penghasil bilirubin dan biliverdin
 - Sistem antibodi
6. Usus harus panjang dan berlekuk-lekuk serta memiliki jonjot usus karena....
- Merupakan organ utama pencernaan makanan
 - Agar penyerapan sari makanan berjalan maksimal
 - Agar proses pencernaan serat dapat berlangsung optimal
 - Agar penyerapan air dapat berlangsung
 - Agar penyerapan lemak dapat berlangsung
7. Perhatikan keterangan di bawah ini:
- Mengemulsikan lemak
 - Mempengaruhi penyerapan asam amino
 - Mempengaruhi penyerapan vitamin C
 - Menurunkan tegangan permukaan
- Dari keterangan di atas yang termasuk fungsi getah empedu adalah...
- 1 dan 3
 - 2 dan 4
 - 2 dan 3
 - 1 dan 4
 - 1 dan 2
8. Pasangan yang benar antara organ pencernaan dan proses yang terjadi di dalamnya adalah ...
- Mulut, terjadi pencernaan fisik dan kimiawi protein
 - Duodenum, protein dicerna oleh lipase
 - Duodenum, lemak diemulasikan empedu
 - Lambung, protein dicerna oleh lipase
 - Duodenum, lemak dicerna oleh pepsin dari dinding usus
9. Apabila seseorang mengalami gangguan pada usus besarnya maka orang tersebut akan mengalami...
- Penyerapan air kurang optimal
 - Muncul penyakit konstipasi
 - Sering mengeluarkan gas
 - Rawan terjadi gejala infeksi
 - Muncul penyakit gastritis

10. Perhatikan makanan-makanan berikut:

- 1) Nasi dan sayur asam
- 2) Nasi dan lauk tahu
- 3) Mie ayam
- 4) Bubur kacang hijau

Makanan-makanan yang dapat menghasilkan lebih banyak feses pada manusia adalah...

- a. 1 dan 3
- b. 2 dan 4
- c. 1 dan 4
- d. 2 dan 3
- e. 1 dan 2

11. Terlalu banyak mengonsumsi makanan yang mengandung oligosakarida seperti ubi jalar dapat menimbulkan sering kentut, hal tersebut terjadi karena...

- a. Oligosakarida banyak menyimpan unsur S
- b. Oligosakarida dicerna oleh bakteri
- c. Penyerapan oligosakarida rendah
- d. Struktur oligosakarida terlalu rumit
- e. Oligosakarida susah dicerna

12. Konsumsi alkohol berlebihan dapat menyebabkan kerusakan lambung yang disebut...

- f. Gastritis
- g. Disfagia
- h. Apendisitis
- i. Peritonitis
- j. Colitis

13. Ciri-ciri makanan yang diberikan pengawet adalah...

- a. Tahan pada suhu panas dan dingin
- b. Makanan dapat bertahan pada waktu tertentu
- c. Bentuk dan rasa makanan tidak bisa berubah
- d. Kandungan gizi di dalam makanan tetap
- e. Warna makanan jadi semakin menarik

14. Mekanisme tubuh dalam mengatasi kelebihan protein adalah...

- a. Dikeluarkan melalui keringat
- b. Dirombak dan dikeluarkan melalui urine
- c. Disimpan di dalam hati
- d. Dibiarkan beredar di dalam darah
- e. Diubah menjadi bahan penyusun membrane sel

15. Berikut adalah gejala atau ciri-ciri dari penyakit pencernaan.

- 1) Radang pada lambung dan usus halus
- 2) Pengerasan tinja yang berlebihan
- 3) Feses menjadi lembek dan cair
- 4) Pembengkakan pada leher bagian atas
- 5) Sering keluar gas yang berasal dari dalam pencernaan melalui anus

Gejala atau ciri yang dimiliki oleh penderita gastroenteritis (flu perut) adalah...

- a. 1) dan 2)
- b. 1) dan 3)
- c. 2) dan 4)
- d. 3) saja
- e. 5) saja

B. KETERAMPILAN

Mendeskripsikan Gangguan pada Sistem Pencernaan Manusia

Prosedur:

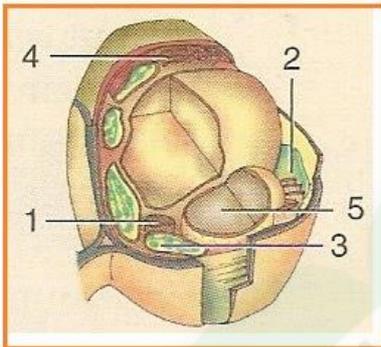
1. Kumpulkan data informasi kelainan-kelainan yang dapat terjadi pada sistem pencernaan manusia, serta cara pengobatannya dan teknologi yang dapat diterapkan dari berbagai sumber, seperti internet, majalah kesehatan, dan sebagainya.
2. Lakukan tugas secara mandiri.
3. Buatlah laporan dalam bentuk karya ilmiah.

SOAL EVALUASI

A. Pilihan Ganda

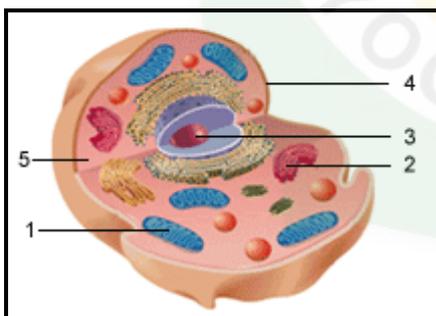
Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar.

1. Pernyataan yang tidak sesuai dengan teori sel, yaitu
 - A. Sel berasal dari sel sebelumnya
 - B. Sel merupakan unit struktural terkecil makhluk hidup
 - C. Sel merupakan unit hereditas yang mewariskan sifat genetik
 - D. Inti sel mengatur segala aktivitas dalam sel
 - E. Pertumbuhan inti sel penyebab pertumbuhan organisme
2. Perhatikan gambar sel tumbuhan berikut



Bagian sel yang merupakan salah satu ciri sel tumbuhan sehingga sel tumbuhan berbeda dengan struktur sel hewan adalah....

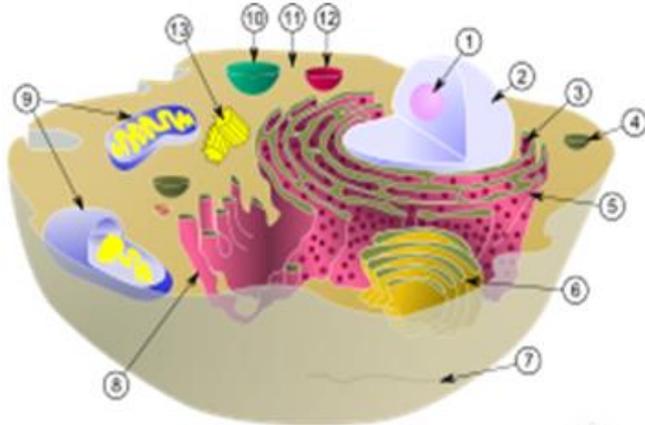
- A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
 - E. 5
3. Perhatikan Gambar dibawah ini!



Gambar no 1, adalah berfungsi untuk

- A. Inti sel, mengendalikan segala aktivitas sel
- B. Ribosom, melangsungkan sintesis protein
- C. Lisosom, mencerna makromolekul secara intraseluler dan merusak sel-sel asing
- D. Sitoplasma, tempat terjadinya reaksi metabolisme
- E. Mitokondria, tempat respirasi sel

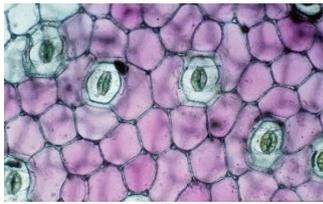
Perhatikan gambar berikut ini untuk menjawab soal 4--8



4. Organel yang berperan dalam pembelahan sel ditunjukkan oleh nomor...
 - A. 10
 - B. 11
 - C. 12
 - D. 13
 - E. 14
5. Proses pembentukan lisosom melibatkan organel nomor
 - A. 1 dan 9
 - B. 2 dan 8
 - C. 5 dan 6
 - D. 7 dan 9
 - E. 8 dan 13
6. Sebuah batang disayat melingkar dari kulit ke kayunya, ternyata bagian tanaman sebelah atas sayatan tetap segar. Hal ini membuktikan.....
 - A. Kulit kayu tidak dapat mengangkut air
 - B. Kulit kayu dapat mengangkut air dengan cukup
 - C. Bagian kayu tidak dapat mengangkut air dengan cukup
 - D. Bagian kayu dapat mengangkut air dengan cukup
 - E. Bagian kayu dapat mengangkut hasil fotosintesis dengan baik
7. Sebuah jaringan tumbuhan memiliki ukuran sel yang kecil, berdinding tipis, memiliki nucleus yang relative besar, sel-selnya mampu aktif membelah diri secara mitosis dan terletak pada bagian-bagian tertentu saja. Melihat ciri khas jaringan tersebut, maka berdasarkan kemampuan membelahnya jaringan tersebut termasuk kedalam jaringan....
 - A. Meristem
 - B. Dewasa
 - C. Parenkim
 - D. Pengangkut
 - E. Penguat

8. Perhatikan gambar dibawah ini!

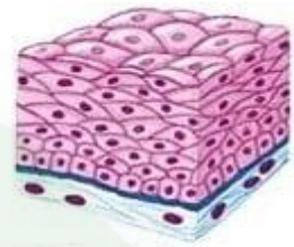
Bentuk khusus dari sel epidermis dibawah ini memiliki kemampuan untuk...



- A. Menggulung daun untuk mencegah penguapan
- B. Pertukaran gas dan uap air
- C. Pengeluaran zat seperti terpen, garam dan gula
- D. Melindungi bagian batang
- E. Menyimpan cadangan Makanan

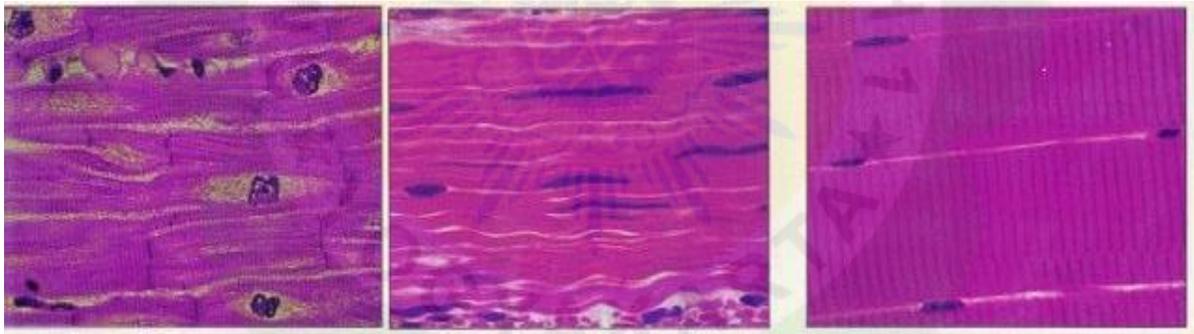
9. Perhatikan jaringan hewan pada gambar di samping!

Organ tubuh yang disusun oleh jaringan tersebut dan sistem organ yang dibentuk adalah...



- A. Otak, sistem saraf
- B. Ginjal, sistem ekskresi
- C. Vagina, sistem reproduksi
- D. Trakea, sistem pernapasan
- E. Kandung kemih, sistem ekskresi

10. Perhatikan gambar berikut ini!



(1)

(2)

(3)

Perbedaan sifat jaringan nomor 1, 2, dan 3 yang benar adalah ...

	Jaringan 1	Jaringan 2	Jaringan 3
A	Reaksi terhadap rangsang lambat, disadari, dinding usus	Reaksi terhadap rangsang cepat, tidak disadari, menempel di rangka	Reaksi terhadap rangsang cepat, tidak disadari, dinding jantung
B	Reaksi terhadap rangsang cepat, disadari, menempel di rangka	Reaksi terhadap rangsang lambat, disadari, dinding jantung	Reaksi terhadap rangsang cepat, disadari, dinding usus

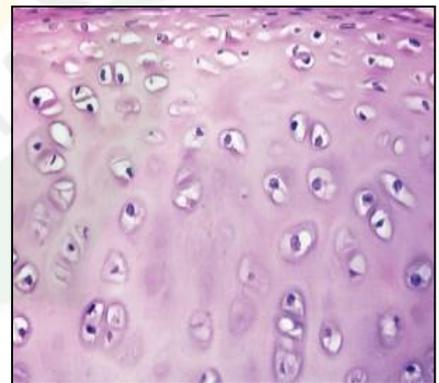
C	Reaksi terhadap rangsang lambat, tidak disadari, pada dinding jantung	Reaksi terhadap rangsang lambat, tidak disadari, pada kulit	Reaksi terhadap rangsang cepat, disadari, menempel di rangka
D	Reaksi terhadap rangsang lambat, disadari, dinding jantung	Reaksi terhadap rangsang cepat, tidak disadari, menempel di rangka	Reaksi terhadap rangsang lambat, disadari, di dinding pembuluh darah
E	Reaksi terhadap rangsang cepat, disadari, di dinding aorta	Reaksi terhadap rangsang lambat, disadari, menempel di rangka	Reaksi terhadap rangsang lambat, disadari, di dinding vena

11. Manakah hubungan yang paling benar antara sel-sel penyusun jaringan ikat, ciri-ciri, dan fungsinya?

	Jenis sel	Ciri-ciri	Fungsi
A	Leukosit	Gerakan ameboid	Menyimpan cadangan energi
B	Fibroblas	Sel berbentuk bintang	Pertahanan terhadap benda asing
C	Sel plasma	Sel besar, pipih, dan bercabang-cabang	Menghasilkan antibodi
D	Makrofag	Sel berbentuk tidak beraturan, bercabang-cabang	Sekresi enzim-enzim
E	Sel adiposa	Mengandung tetes minyak	Memakan sel-sel mati, bakteri, dan benda asing

12. Cermati salah satu jaringan hewan di samping. Pasangan yang tepat antara struktur dan fungsi jaringan seperti pada gambar adalah ...

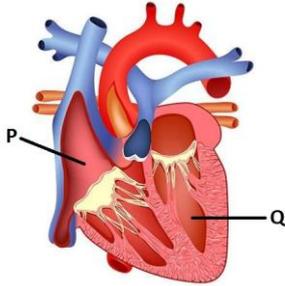
- A. matriks berwarna putih kebiruan-menyokong rangka embrionik
- B. matriks berwarna putih kebiruan-memberi fleksibilitas
- C. matriks berwarna keruh kekuningan-memberi kekuatan
- D. matriks berwarna keruh kekuningan-memberi fleksibilitas
- E. matriks berwarna gelap dan keruh-menyokong rangka embrionik



13. Berikut adalah fungsi darah sebagai alat untuk mengangkut dan mengedarkan zat-zat berikut, *kecuali* ...

- A. O₂ dari alat pernapasan ke seluruh jaringan tubuh
- B. CO₂ dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh
- C. zat-zat sisa metabolisme dari jaringan tubuh ke alat-alat ekskresi
- D. zat-zat makanan dari sel-sel jonjot usus ke seluruh jaringan tubuh
- E. hormon dari kelenjar buntu ke bagian tubuh tertentu

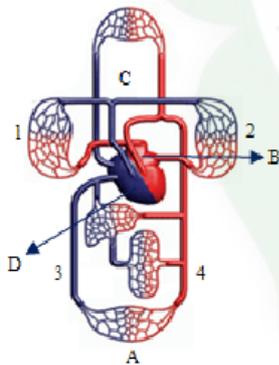
14. Perhatikan gambar berikut!



Fungsi bagian yang ditunjuk huruf P dan Q dalam tabel berikut yang benar adalah ...

	P	Q
A	Menerima darah yang mengandung banyak O_2 dari paru-paru	Memompa darah yang mengandung banyak CO_2 ke paru-paru melalui arteri pulmonalis
B	Memompa darah yang mengandung banyak CO_2 ke paru-paru melalui arteri pulmonalis	Memompa darah yang mengandung banyak O_2 menuju ke seluruh tubuh
C	Menerima darah yang mengandung banyak CO_2 dari seluruh tubuh	Memompa darah yang mengandung banyak O_2 menuju ke seluruh tubuh
D	Menerima darah yang mengandung banyak CO_2 dari serambi kanan	Menerima darah yang mengandung banyak O_2 dari paru-paru
E	Memompa darah yang mengandung banyak O_2 menuju ke seluruh tubuh	Menerima darah yang mengandung banyak CO_2 dari serambi kanan

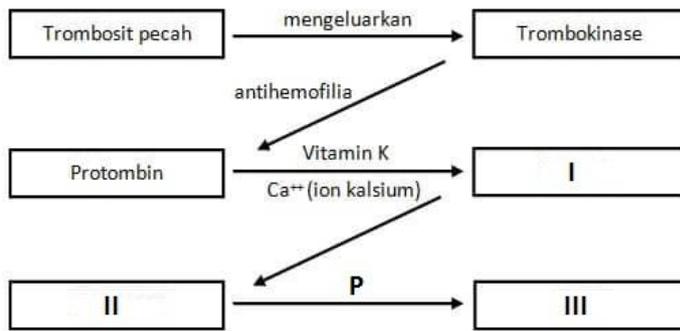
15. Perhatikan diagram sistem peredaran darah pada manusia berikut!



Bagan yang dilalui oleh darah pada sistem peredaran darah besar adalah ...

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

16. Perhatikan skema pembekuan darah berikut!



Mekanisme pembekuan darah yang berlangsung pada bagian yang ditunjuk huruf P adalah ...

- A. Perubahan fibrinogen menjadi fibrin oleh trombin
 - B. Pembentukan thrombin yang memicu pecahnya trombosit
 - C. Perubahan protombin menjadi thrombin yang dipicu ion Ca²⁺
 - D. Pembentukan trombosit yang merangsang pembentukan fibrinogen
 - E. Perubahan fibrinogen menjadi thrombin yang merangsang pecahnya trombosit
17. Empat orang siswa, yaitu Rudi, Rina, Wina dan Sandi menguji kembali golongan darah mereka, walaupun mereka sudah mengetahui golongan darah masing-masing. Rudi bergolongan darah AB, Rina bergolongan darah O, Wina bergolongan darah A, sedangkan Sandi bergolongan darah B. Hasil uji tampak seperti tabel di bawah ini.

Sampel \ Zat	Serum Aglutinin α	Serum Aglutinin β
K	-	-
L	-	+
M	+	-
N	+	+

Keterangan : + = menggumpal
 - = tidak menggumpal

Setelah dianalisis berdasarkan hasil pada tabel tersebut, dapat dinyatakan pemilik sampel K, L, M dan N adalah ...

- A. K = Rudi, L = Rina, M = Wina, dan N = Sandi
- B. K = Rudi, L = Rina, M = Sandi, dan N = Wina
- C. K = Rudi, L = Wina, M = Rina, dan N = Sandi
- D. K = Rina, L = Sandi, M = Wina, dan N = Rudi
- E. K = Rina, L = Wina, M = Sandi, dan N = Rudi

18. Seorang anak kecil mengalami gejala penyakit-penyakit seperti berikut.

- 1) Perdarahan spontan atau akibat benturan ringan
- 2) Timbul rasa nyeri sendi yang hebat
- 3) Periode pendarahan berlangsung lama setelah luka ringan
- 4) Saat belajar merangkak, sering mengalami bengkak (memar)
- 5) Muntah terus menerus

Dari hasil tes darah diketahui bahwa darah anak kecil tersebut kekurangan protein (faktor VIII) untuk pembekuan darah. Berdasarkan gejala dan hasil tes darah yang ada, dapat didiagnosis bahwa anak kecil tersebut menderita penyakit ...

- A. anemia
- B. hemofilia
- C. leukimia
- D. hipotensi
- E. hipertensi

19. Persamaan antara otot dan rangka adalah.....

- A. Struktur selnya sama
- B. Bekerja sama-sama dibawah kendali saraf tak sadar
- C. Sel ototnya sama-sama bercabang
- D. Sama-sama tampak lurik
- E. Geraknya sama-sama dikendalikan saraf sadar

20. Perhatikan berbagai macam kelainan di bawah ini !

1. Atrofi
2. Tetanus
3. Kram
4. Dislokasi
5. Osteoporosis

Yang merupakan kelainan otot yang disebabkan oleh virus dan bakteri adalah.....

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

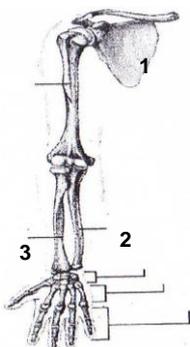
21. Manakah pernyataan tentang sifat otot rangka yang paling benar?
- Kontraktilitas, yaitu mampu meregang melebihi panjang otot semula
 - Tonus, yaitu tidak memiliki ketegangan sekalipun saat relaksasi
 - Eksitabilitas, yaitu mampu merespons dengan kuat apabila ada stimulasi impuls saraf
 - Ekstensibilitas, yaitu dapat kembali ke ukuran semula setelah berkontraksi
 - Elastisitas, yaitu mampu berkontraksi dan meregang

22. Tahapan mekanisme kerja otot:

- Impuls saraf tiba di *neuromuscular junction*
- Ion Ca^{2+} keluar dari retikulum sarkoplasma
- Pembebasan asetilkolin
- Daerah aktif tropomiosin yang tertutup troponin terbuka
- Terjadi pemendekan otot
- Ion Ca^{2+} terikat oleh troponin
- Myosin dan aktin berikatan membentuk aktomiosin

Tahapan mekanisme kontraksi otot secara berurutan yaitu.....

- 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7
 - 7 – 6 – 5 – 4 – 3 – 2 – 1
 - 1 – 3 – 2 – 6 – 4 – 7 – 5
 - 1 – 4 – 7 – 5 – 3 – 2 – 6
 - 2 – 6 – 1 – 3 – 4 – 7 – 5
23. Bagian tulang yang menyusun alat gerak atas benomor 1,2 dan 3 adalah tulang



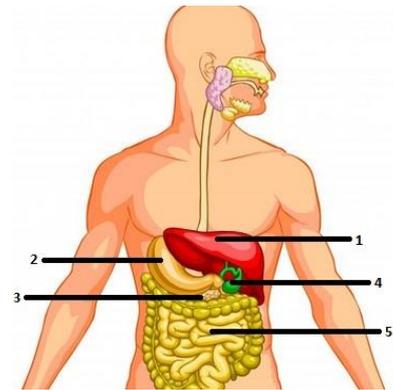
- hasta, pengumpil dan belikat
- selangka, hasta dan pengumpil
- belikat, hasta dan pengumpil
- belikat, hasta dan lengan atas
- belikat, pengumpil dan hasta

24. Seorang pemain bola terjatuh saat menggiring bola dan mengalami cedera. Oleh dokter, dia dikatakan mengalami dislokasi. Cedera yang dialami pemain tersebut diakibatkan
- Telapak kaki menginjak benda tajam
 - Otot betisnya sobek
 - Salah satu tulang kakinya patah
 - Pergeseran tulang pada persendian
 - Kelebihan asam urat

25. Perhatikan gambar berikut ini!

Enzim yang berfungsi untuk menghidrolisis lemak, dihasilkan oleh kelenjar yang terdapat pada alat bernomor ...

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



26. Organ-organ penyusun system pencernaan makanan :

- | | |
|--------------|---------------|
| 1). Rektum | 6). Kolon |
| 2). Mulut | 7). Anus |
| 3). Duodenum | 8). Lambung |
| 4). Jejunum | 9). Faring |
| 5). Ileum | 10). Esofagus |

Urutan system pencernaan yang benar dari mulai mulut adalah.....

- A. 2 – 9 – 10 – 8 – 3 – 5 – 4 – 6 – 1 - 7
- B. 2 – 9 – 10 – 8 – 3 – 4 – 5 – 1 – 6 - 7
- C. 2 – 8 – 9 – 10 – 3 – 4 – 5 – 6 – 1 - 7
- D. 2 – 10 – 9 – 8 – 3 – 4 – 5 – 6 – 1 - 7
- E. 2 – 9 – 10 – 8 – 3 – 4 – 5 – 6 – 1 - 7

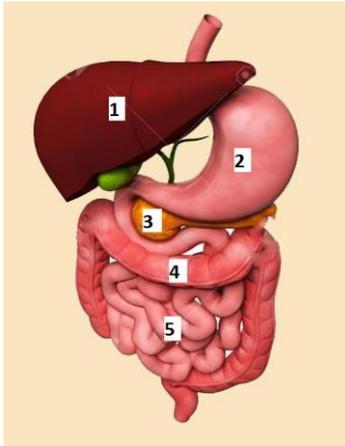
27. Pada saat Dita makan kentang rebus maka zat gizi yang terkandung dalam kentang akan mengalami proses pencernaan kimiawi. Proses pencernaan kimiawi yang berlangsung pada saat Dita makan makanan tersebut adalah ...

- A. Perombakan protein menjadi pepton di dalam lambung
- B. Pengubahan dipeptida menjadi asam amino di dalam usus kosong
- C. Pengubahan polipeptida menjadi asam amino di dalam lambung
- D. Perombakan disakarida menjadi monosakarida di dalam usus dua belas jari
- E. Pengubahan zat tepung menjadi maltosa dan glukosa di dalam usus dua belas jari

28. Usus halus dibedakan menjadi tiga bagian yaitu duodenum, jejunum, dan ileum. Namun, proses penyerapan zat makanan hanya terjadi di bagian ileum. Struktur ileum yang mendukung fungsi tersebut adalah ...

- A. Pada dinding ileum terdapat jonjot usus (vili) untuk memperluas bidang penyerapan
- B. Ileum berukuran sekitar 6-8 meter sehingga proses penyerapan berlangsung optimal
- C. Ileum memiliki dinding tipis sehingga zat-zat makanan mudah berdifusi
- D. Dinding ileum dilapisi semen dan terdapat banyak pembuluh darah untuk mengangkut zat-zat makanan
- E. Ileum tersusun atas epitel kelenjar yang mengekskresikan enzim pencernaan untuk mempercepat penyerapan zat makanan

29. Perhatikan gambar di bawah ini!



Proses pencernaan makanan yang tepat pada bagian yang bernomor 2 adalah ...

- A. HCl disekresikan oleh getah lambung dapat mengaktifkan pepsinogen menjadi pepsin
 - B. HCl menyebabkan lambung bersifat basa, sehingga daging cepat dicerna menjadi asam amino
 - C. Enzim amilase di lambung akan bekerja menghidrolisis polisakarida menjadi disakarida
 - D. Mukus pada dinding lambung berfungsi untuk mengaktifkan rennin menjadi kasein
 - E. Pepsin yang dihasilkan di lambung akan diaktifkan oleh HCl berfungsi mengubah protein menjadi asam amino
30. Pada system pencernaan manusia terjadi proses pencernaan bahan makanan yang mengandung karbohidrat, lemak dan protein. Hubungan antara organ, enzim, zat makanan dan hasil pencernaan yang terdapat dalam tabel berikut ini yang benar adalah.....

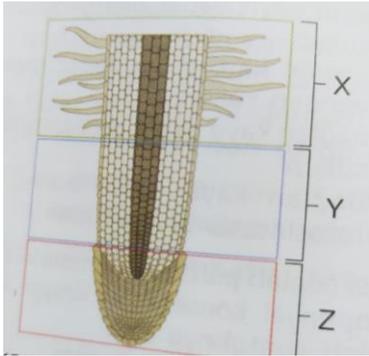
	Organ	Enzim yang Dihasilkan	Substrat	Hasil
A.	Mulut	Lipase	Lemak	Asam lemak
B.	Lambung	Pepsin	Lemak	Asam lemak
C.	Pankreas	Tripsin	Protein	Asam amino
D.	Hati	Lipase	Asam lemak	Gliserol
E.	Usus Halus	Laktase	Amilum	Glukosa

B. Uraian

Jawablah pertanyaan berikut dengan tepat.

1. Membran sel memiliki sifat semipermeable sehingga hanya zat-zat tertentu yang dapat keluar dan masuk sel.
 - a. Tuliskan dua molekul penyusun struktur sel tersebut
 - b. Tuliskan tiga fungsi dari struktur sel tersebut yang penting untuk menjaga kehidupan sel
 - c. Tuliskan zat yang dapat dan tidak dapat melewati struktur tersebut

2. Perhatikan Gambar Berikut!



- a. Tuliskan perbedaan dari ketiga daerah yang ditunjuk huruf X, Y dan Z
 - b. Jelaskan jaringan yang terletak pada ketiga daerah tersebut
3. Jelaskan fungsi jaringan epitel berlapis semu bersilia pada trakea.
 4. Setelah melakukan aktivitas berat, misalnya berolahraga, terkadang menyebabkan rasa lelah pada bagian otot. Jelaskan mengapa hal tersebut dapat terjadi! Bagaimana cara menghilangkannya?
 5. Otot memiliki sifat kerja yang memungkinkannya melakukan gerakan.
 - a. Berikan contoh otot yang bekerja secara sinergis dan antagonis
 - b. Jelaskan mengapa otot harus memiliki sifat kerja yang berbeda!
 6. Apakah arti dari peredaran darah ganda? Gambarkan alur aliran darah yang menjelaskan peredaran darah ganda tersebut.
 7. Mioglobin adalah protein yang berfungsi mengikat oksigen dengan daya ikat yang tinggi, mungkinkah kita memiliki myoglobin lebih banyak daripada umumnya?
 8. Perhatikan gambar berikut.



Sebuah sampel darah manusia dimasukkan kedalam tabung reaksi seperti pada gambar A. setelah dilakukan sentrifugasi, darah menjadi terbentuk tiga lapisan seperti gambar B.

A. Mengapa teknik sentrifugasi dapat menyebabkan darah terbentuk tiga lapisan.

- B. Jelaskan perbedaan antara ketiga lapisan tersebut.
9. Orang yang memiliki intoleransi terhadap laktosa dapat mengalami beberapa gejala, seperti mual, diare, maupun kram perut ketika meminum susu sapi. Namun, orang tersebut masih dapat mengonsumsi yoghurt walaupun yoghurt memiliki bahan dasar susu sapi. Mengapa susu sapi dapat menyebabkan gejala seperti diare pada penderita? Mengapa yoghurt aman dikonsumsi oleh penderita? Kaitkan dengan enzim yang terdapat pada sistem pencernaan dan kandungan zat makanan pada susu dan yoghurt tersebut.
10. Andi mengeluh sakit di perut bagian kanan, selain itu Andi juga mengalami demam. Dokter mengatakan jika sakitnya semakin parah, Andi harus menjalani operasi pengangkatan usus buntu dan untuk sementara dokter memberikan antibiotik pada Andi.
- A. Jelaskan mengapa dokter memberikan antibiotik pada Andi.
- B. Apakah terdapat perbedaan dari proses pencernaan Andi setelah pulih dari pengangkatan usus buntu?



PENUTUP

Melalui pembelajaran berbasis modul, diharapkan akan membantu siswa untuk dapat belajar secara mandiri, mengukur kemampuan diri sendiri, dan menilai dirinya sendiri. Tidak terkecuali dalam memahami materi pembelajaran biologi di semester dua ini. Semoga modul ini dapat digunakan sebagai referensi tambahan dalam proses pembelajaran, baik teori maupun praktik. Siswa juga diharapkan dapat lebih mendalami materi lain, di samping materi yang ada di modul ini, melalui berbagai sumber, jurnal, maupun internet. Semoga modul ini bermanfaat bagi para siswa khususnya siswa kelas XI jurusan IPA.

Tak lupa dalam kesempatan ini, penulis mohon saran dan kritik yang membangun demi sempurnanya penyusunan modul ini di masa-masa yang akan datang. Semoga modul ini memberikan manfaat bagi para siswa dan pembaca budiman lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

Campbell dkk.2010.*BIOLOGI Edisi ke 8 Jilid 3*.Jakarta : Erlangga.

Slamet Prawirohartono.2019.*Konsep dan Penerapan BIOLOGI SMA/MA Kelas XI Kelompok Peminatan MIPA*.Jakarta : Bumi Aksara.

Imaningtyas, 2013.*Biologi untuk SMA/MA Kelas XI*.Jakarta : Erlangga

Istamar Syamsuri, Hadi Suwono, Sulisetijono, Ibrohim dan Sofia Ery R.2019.*Biologi untuk SMA/MA Kelas XI*.Jakarta:Penerbit Erlangga.

Tati S. Syamsudin dan Lilis Setiasih.2018.*Biologi untuk SMA Kelas XI Peminatan Matematika dan Ilmu Alam*.Bogor:Quadra.

Sri Pujiyanto.2020.*Menjelajah Dunia BIOLOGI 2 untuk Kelas XI SMA dan MA Kelompok Peminatan Matematika dan Ilmu Alam*.Solo:PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.

