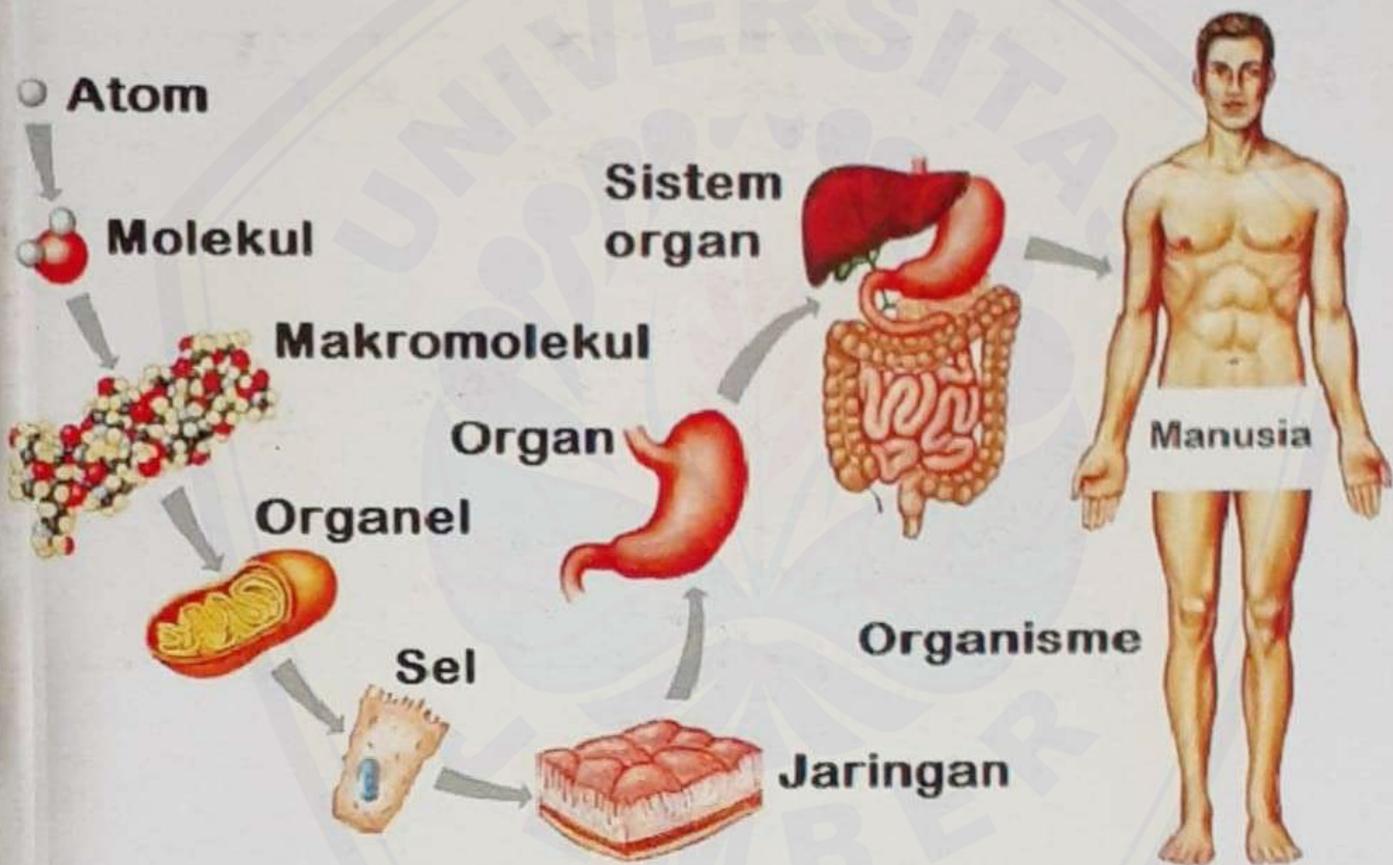


Struktur Tubuh Manusia



Gambar dimodifikasi dari The McGraw-Hill Companies, Inc.

Purwanto
I Dewa Ayu Susilawati



Membangun Generasi
Menuju Insan Berprestasi

Struktur Tubuh Manusia

Penulis :
Purwanto
I Dewa Ayu Susilawati

Desain sampul dan tata letak:
Noerkoentjoro W.D.
Risky Fahriza
FatkhurRokhim

ISBN: 978-623-7226-05-5

Penerbit:
UPT Percetakan & Penerbitan Universitas Jember

Redaksi:
Jl. Kalimantan 37
Jember 68121
Telp.0331-330224, Voip. 00319
e-mail: upt-penerbitan@unej.ac.id

Distributor Tunggal:
UNEJ Press
Jl. Kalimantan 37
Jember 68121
Telp.0331-330224, Voip. 0319
e-mail: upt-penerbitan@unej.ac.id

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang. Dilarang memperbanyak tanpa ijin tertulis dari penerbit, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun, baik cetak, *photoprint*, maupun *microfilm*.

Kata Pengantar

Buku ini berisi ilmu pengetahuan tentang struktur tubuh manusia, ditinjau dari perspektif ilmu Biologi, Kesehatan dan Kedokteran dasar (*Basic Biomedical Science*). Materi dalam buku ini ditulis berurutan sesuai dengan tingkat organisasi struktur tubuh manusia. Uraian dimulai dari pengetahuan dasar tentang komponen penyusun struktur tubuh manusia yakni Atom dan Biomolekul, berikutnya, dibahas tingkat organisasi struktural yang lebih tinggi yakni Sel, Jaringan, Organ dan Sistem.

Tingkat kedalaman materi mencakup kajian konsep-konsep teoritis secara umum. Oleh karena itu, buku ini dapat dimanfaatkan oleh berbagai kalangan seperti mahasiswa, dosen, guru maupun siswa SMA. Fakultas-fakultas rumpun ilmu kesehatan (Fakultas Kedokteran, Kedokteran Gigi, Farmasi, Keperawatan, Kesehatan Masyarakat) dan *Science* (Biologi, Kimia) dapat menggunakan buku ini sebagai bahan ajar bagi mahasiswa di tingkat awal. Guru dan siswa SMA juga dapat memanfaatkannya, karena buku ini memuat konsep-konsep dasar (*basic knowledge*) Biologi manusia.

Setiap bab dalam buku ini dilengkapi dengan contoh-contoh korelasi klinik, yaitu kaitan antara topik dengan pengetahuan klinik. Hal ini untuk menunjukkan bahwa ilmu dasar merupakan landasan pengetahuan yang sangat penting untuk memahami pengetahuan klinik. Pada setiap bab diakhiri dengan penyajian contoh-contoh soal-soal latihan.

Ucapan terima kasih kepada dr. Inke Kusumastuti, M. Biomed, Sp. KJ yang berkenan menjadi konsultan konten dan penerjemahan, juga kepada mahasiswa kami (Syahnas Rahmat Farendino, Hammam Habib Al-Falah, Izzan Muhammad Amin, Mazaya Gilbert edgar) yang telah berkontribusi menyusun gambar dan ilustrasi.

Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada bapak Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M. yang telah mereview buku ini. Kepada Lembaga Pengembangan Pembelajaran dan Penjaminan Mutu (LP3M) Universitas Jember yang memberikan dukungan pada proses penerbitan buku ini, semua kru Jember University Press, dan para kolega di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, kami ucapkan terimakasih atas dukungannya.

Semoga buku ini bermanfaat. Tiada gading yang tak retak, kritik dan saran yang membangun dibutuhkan untuk perbaikan buku ini.

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

1 Tinjauan umum Struktur Tubuh Manusia, 1

2 Biomolekul, 5

3 Struktur Sel, 59

4 Jaringan, 108

5 Organ dan Sistem, 142

DAFTAR PUSTAKA, 195

GLOSARI, 197

INDEKS, 223

BIODATA PENULIS, 230

Bab 1. Tinjauan umum Struktur Tubuh Manusia

Tahap awal untuk memahami kehidupan manusia, baik dalam kondisi sehat ataupun sakit, adalah dengan mempelajari struktur tubuh manusia. Struktur tubuh manusia sangat kompleks, namun terorganisasi. Jadi struktur tubuh manusia dapat dipelajari melalui pendekatan tingkatan organisasinya. Struktur yang terkecil dirangkai menjadi struktur yang lebih besar, dimulai dari partikel subatomik membentuk atom, kemudian atom-atom bereaksi membentuk molekul, selanjutnya dirangkai menjadi organel, sel, jaringan, organ, sistem dan organisme (manusia).

Struktur menentukan fungsi. Dalam ilmu Biologi, hal ini merupakan konsep kunci. Dengan kata lain dapat dinyatakan bahwa suatu benda memiliki struktur tertentu agar bisa menjalankan fungsi tertentu. Sebagai contoh, gigi insisivus (gigi depan) memiliki struktur yang tajam sehingga dapat digunakan untuk merobek makanan, sementara itu gigi molar (geraham) memiliki struktur dengan permukaan yang datar sehingga dapat digunakan untuk mengunyah dan menghancurkan makanan menjadi potongan-potongan kecil agar mudah ditelan.

Tingkatan organisasi struktur tubuh manusia

Semua materi dalam alam semesta tersusun atas satu atau lebih substansi unik yang disebut elemen. Sebagai contoh hidrogen, oksigen, karbon, nitrogen, kalsium, nitrogen, dan besi. Unit terkecil dari elemen adalah atom. Atom tersusun atas proton, neutron dan elektron. Dua atau lebih atom bergabung membentuk molekul, seperti air, protein, karbohidrat, lipid, yang menyusun molekul kehidupan (biomolekul). Jadi, molekul adalah dasar kerangka kimia struktur tubuh manusia.

Kehidupan adalah agregat dan interaksi dari molekul-molekul. Fenomena yang disebut kehidupan merupakan produk kumulatif interaksi dari berbagai macam molekul yang menyusun sel-sel suatu organisme. Sebagai tahap awal untuk mempelajari kehidupan, kita dapat menguraikan sel menjadi komponen-komponen molekulernya, Dari sini kemudian kita dapat belajar bagaimana molekul-molekul beragregasi dan berinteraksi. Dalam memahami transisi dari molekul ke sel, kita harus melewati batasan antara mati (molekul) dan hidup (sel).

Bab 2

Biomolekul

Capaian pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan anda mampu mengkaji konsep-konsep teoritis secara umum biomolekul penyusun tubuh manusia, sebagai landasan pengetahuan untuk mempelajari struktur, fungsi dan tumbuh kembang tubuh manusia, baik dalam keadaan normal ataupun sakit, juga sebagai landasan pengetahuan untuk menentukan diagnosis, prognosis, dan merencanakan tindakan medik bagi penderita/pasien, serta tindakan pencegahannya.

ATOM DAN MOLEKUL, 6	KARBOHIDRAT, 34
Atom, 6	Monosakarida, 35
Ikatan Kimia & Molekul, 11	Disakarida, 37
Interaksi antar-molekul, 14	Polisakarida, 38
Air dan Kehidupan, 15	
Asam dan Basa, 17	LIPID, 40
Skala pH, 18	Trigliserida, 40
Senyawa Karbon, 20	Asam Lemak, 41
Sintesis dan Hidrolisis, 20	Fosfolipid, 46
Gugus Fungsional, 21	Steroid, 47
Makromolekul, 23	
	NUKLEOTIDA, 49
PROTEIN, 24	Mononukleotida, 54
Asam amino, 26	Dinukleotida, 54
Ikatan Peptida, 29	Polinukleotida, 53
Tingkatan organisasi, 31	
Denaturasi, 33	KORELASI KLINIS, 56
	SOAL LATIHAN, 58

3.2.10 Sitoskeleton

Sitoskeleton terdiri dari jala-jala protein filamen dan tubulus yang membentang di seluruh sitoplasma sel. Sitoskeleton berfungsi sebagai kerangka sel. Terdapat tiga jenis protein filamen yang membentuk sitoskeleton yakni, filamen mikro, filamen intermediat, dan mikrotubula

1) Filamen Mikro

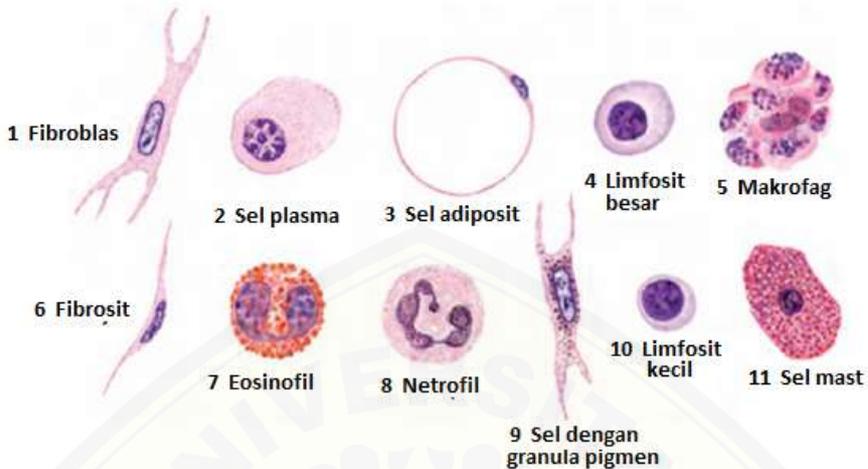
Filamen mikro adalah organel berbentuk serat pipih panjang tidak bercabang, diameter 5-6 nm. Banyak filamen mikro yang membentuk kumpulan atau jaringan pada berbagai tempat di dalam sel. Pada banyak sel sitoplasmanya bergerak-gerak dan fenomena itu dinamakan aliran sitoplasmik. Gerakan-gerakan tersebut memerlukan peran dari filamen mikro. Filamen mikro merupakan ciri khas dari sel-sel yang berpindah-pindah dan sering berubah bentuk. Hal ini tidak saja bagi sel yang bergerak bebas yang independen seperti misalnya amuba tetapi juga kebanyakan sel hewan, selama pembentukan embrio. Pelepasan bagian sel yang terlipat ke dalam juga tergantung kontraktibilitas filamen mikro.

Berdasarkan ketebalannya dapat dibedakan dua jenis filamen mikro yaitu filamen tebal dan tipis. Pada sel otot lurik misalnya, miosin merupakan filamen yang tebal dan aktin adalah filamen tipisnya. Filamen aktin tidak hanya terdapat pada sel-sel otot saja, tetapi juga terdapat pada hampir semua sel-sel eukariota. Di dalam otot lurik, filamen aktin disusun oleh untaian protein yang membelit antara satu dengan lainnya dalam bentuk *double helix*.

Filamen-filamen mikro yang terdapat pada sel-sel lurik, otot polos dan otot jantung berkontraksi pada waktu sel-sel tersebut berfungsi. Di dalam sel-sel otot, dua jenis filamen mikro dihubungkan oleh jembatan yang memungkinkan keduanya saling berhubungan dan mempengaruhi kontraksi sel tersebut. Beberapa ratus filamen mikro, baik yang tebal maupun yang tipis, dapat bersatu dan dibungkus suatu selaput, yang disebut miofibril.

2) Filamen Intermediat

Merupakan serat sitoplasmik yang panjang dan berdiameter sekitar 1 nm. Disebut intermediate karena diameternya lebih besar dari filamen mikro tetapi lebih kecil daripada mikrotubula. Filamen ini ikut membentuk kerangka sel. Filamen intermediat terdapat dalam semua tipe otot, yang fungsinya mengikat bagian-bagian kontraktil pada tempat yang tetap.

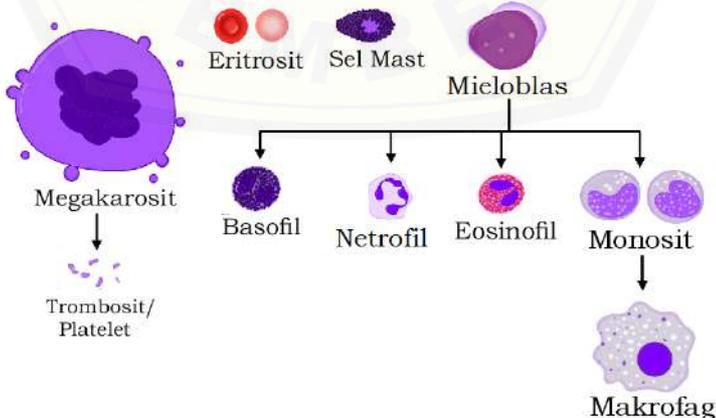


Gambar 3.24 Jenis sel pada jaringan ikat

Sel-sel Darah

Darah adalah jaringan ikat yang sel-selnya dipisahkan oleh plasma plasma. Sel darah ada dua tipe sel darah merah (eritrosit atau *red blood corpuscle, RBC*), yang membawa oksigen, dan sel darah putih (leukosit), yang membantu melawan infeksi. Darah juga berisi platelet, yang penting untuk pembekuan darah. Platelet bukan sel yang sempurna, mereka adalah fragmen dari sel raksasa (*giant cell*) dalam sumsum tulang.

Struktur eritrosit tidak berinti sedangkan leukosit berinti. Leukosit ada beberapa tipe dan dikelompokkan menjadi leukosit granular (polimorfonuklear) meliputi, netrofil, eosinofil (asidofil) dan basofil; serta leukosit agranular mononuklear meliputi limfosit dan monosit.



Gambar 3.25 Sel-sel darah

Eritrosit.

Eritrosit berbentuk cakram bikonkaf dengan diameter 7-8 μm . Cekungan bilateral tersebut terletak di tengah, sehingga sering dikira nukleus apabila diamati dengan mikroskop cahaya. Eritrosit dewasa mamalia tidak mempunyai nukleus. Sitoplasma eritrosit mengandung hemoglobin yang bereaksi dengan oksigen di paru-paru untuk membentuk oksihemoglobin. Pada jaringan tubuh, oksihemoglobin direduksi sehingga oksigen dapat digunakan untuk aktivitas metabolisme. Hemoglobin juga penting untuk transport karbondioksida dari jaringan kembali ke paru-paru dan dibuang bersama udara pernafasan. Apabila diwarnai dengan Wright, atau HE (hemotoksilin eosin), eritrosit berwarna oranye.

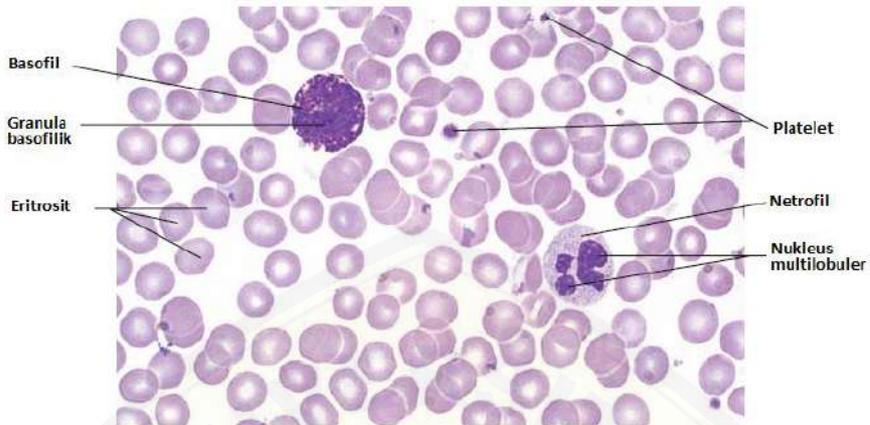
Lekosit.

Lekosit merupakan sel sejati dan mempunyai inti dan organel sitoplasmik. Beberapa menunjukkan gerakan amuboid. Pada preparat usap yang diwarnai dengan HE lekosit sangat mudah dibedakan dengan eritrosit tetapi teknik pewarnaan yang khusus diperlukan untuk pemeriksaan yang memerlukan kecermatan tinggi.

Lekosit Granular.

Lekosit granular, sesuai namanya, mempunyai granula-granula sitoplasmik. Setiap anggota dari kelompok ini mempunyai granula yang spesifik, yang dengan mudah, dapat dibedakan. Ciri kedua dari sel ini adalah adanya nukleus yang mempunyai lebih dari satu lobus, sehingga dinamakan polimorfonuklear (*Polymorphonuclear leukocytes*, atau *PMNs*). Famili PMNs meliputi netrofil, basofil dan eosinofil. Lekosit-lekosit ini dijumpai dalam sirkulasi darah. Pada test darah normal, PMNs yang paling banyak dijumpai adalah netrofil.

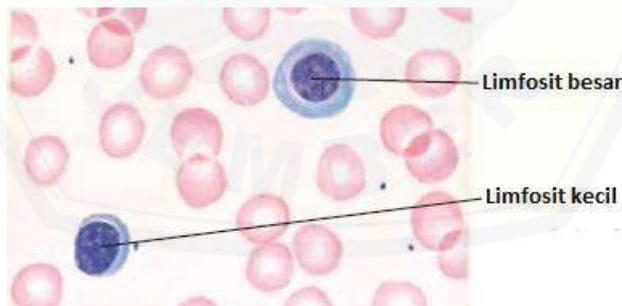
Netrofil. Nukleus netrofil berisi dua sampai lima lobus yang tidak teratur yang dihubungkan dengan benang-benang kromatin. Sitoplasmanya berisi beberapa granula yang terdiri dari dua tipe. Granula tersebut biasanya berukuran sangat kecil dan warnanya pink. Di antara granula-granula tersebut terdapat granula yang lebih besar yang berwarna ungu kemerahan. Kebanyakan dari granula-granula ini berisi enzim-enzim anti bakterial seperti lisosim dan berperan pada fagositosis. Netrofil lebih aktif dibanding sel-sel darah lainnya, bermigrasi melalui gerakan amuboid dan berperan sebagai pertahanan tubuh paling awal terhadap serangan mikroorganisme. Netrofil berukuran 8 μm pada keadaan segar mencapai 12 μm pada preparat apus.



Gambar 3.28 Preparat apus darah manusia: basofil, netrofil, eritrosit dan platelet (pengecatan Wright)

Lekosit Non-granular.

Limfosit. Berukuran relatif kecil ukuran diameter kira-kira 6-8 μm walaupun juga terdapat yang ukurannya lebih besar. Sifat yang nyata dari limfosit adalah nukleusnya besar dengan warna gelap dan sedikit indentasi pada satu sisi dan berwarna ungu pada preparat yang diwarnai. Batas sitoplasma di sekitar nukleus sedikit basofilik dan kadang-kadang berisi granula yang sangat halus.



Gambar 3.29 Sel darah: Limfosit (pengecatan Wright)

Monosit. Monosit merupakan sel besar & berdiameter bervariasi antara 9-12 μm pada keadaan segar, sedangkan pada preparat dapat mencapai 20 μm . Walaupun sel ini agak mirip dengan limfosit, sitoplasma yang berwarna biru muda lebih berlimpah dan nukleusnya tidak berada di tengah. Nukleus satu bentuk oval atau seperti ginjal (*reniform*) dan menyerap warna.

10. Organel sel mempunyai sifat yang unik, biasanya terkait fungsinya. Ada yang ditempati DNA, pusat sintesis energi sel, berisi banyak enzim, situs untuk mensintesis protein, menampung protein yang sudah disintesis. Mitokondria mempunyai sifat berikut.
 - a. Ditempati DNA
 - b. Pusat sintesis energi sel
 - c. Berisi banyak enzim
 - d. Tempat untuk mensintesis protein
 - e. Menampung protein yang sudah disintesis.

11. Laboratorium rumah sakit sering menggunakan spesimen irisan jaringan yang tidak difiksasi, menggunakan spesimen potong beku, pengecatan, pemeriksaan mikroskopik dan diagnosis kondisi patologis dengan cepat. Selain menghemat waktu, menghindari fiksasi dan pemrosesan jaringan dengan parafin. Makromolekul apakah yang hilang bila menggunakan prosedur parafin?
 - a. Karbohidrat
 - b. mRNA
 - c. Protein basa
 - d. Protein asam
 - e. Lipid

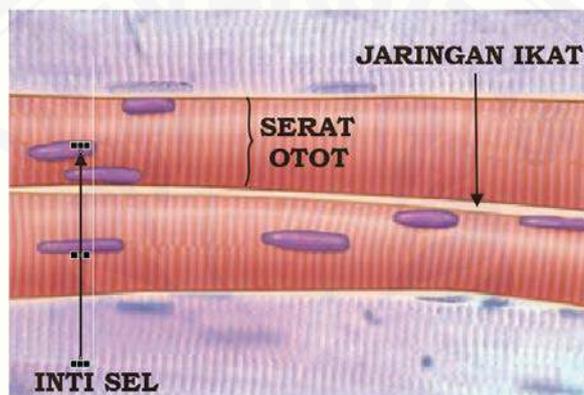
12. Protein filamen intermediat apakah yang banyak ditemukan dalam sitoplasma sel epitel ?
 - a. Aktin
 - b. Vimentin
 - c. Lamilin
 - d. Miosin
 - e. Keratin



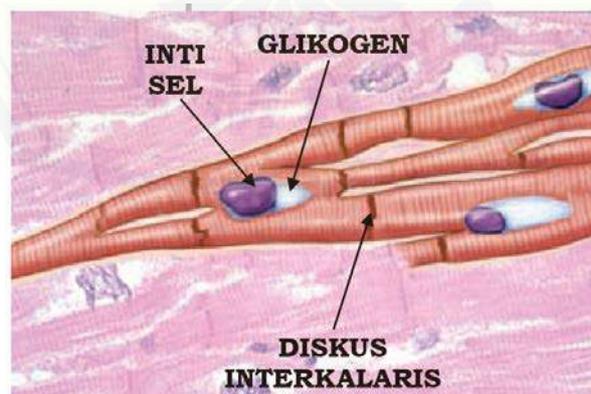
4.3 Jaringan Otot

Jaringan otot mempunyai kekhususan dalam hal mengoptimalkan sifat kontraktilitas. Pada semua jenis otot, kontraksi disebabkan oleh proses pergeseran filamen miosin tebal di antara filamen aktin tipis. Energi yang dipakai untuk kontraksi otot didapat dari protein lain yang mempengaruhi interaksi protein aktin dan miosin. Sitoplasma sel otot disebut **sarkoplasma**, RE halus sering disebut retikulum sarkoplasma, dan membran sel otot serta lamina eksternalnya disebut **sarkolema**.

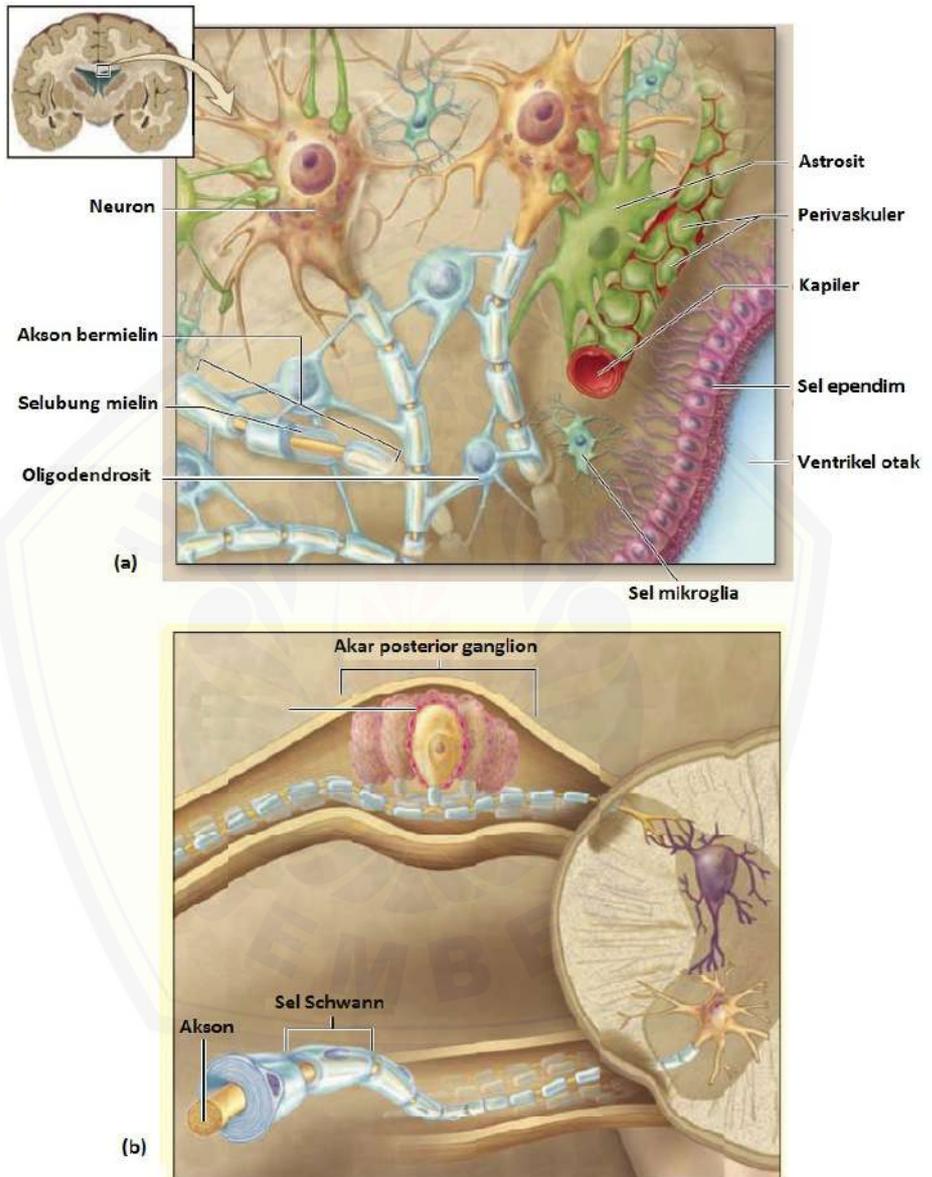
Terdapat tiga jenis utama otot, 1) otot rangka atau otot lurik, 2) otot jantung, dan 3) otot polos atau otot viseral.



Gambar 4.23 Otot lurik



Gambar 4.24 Otot Jantung



Gambar 4.27 Sel Glia (a) pada sistem saraf pusat, SSP (b) pada sistem saraf tepi, SST.

Bab 5

Organ dan Sistem

Capaian pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan anda mampu mengkaji konsep-konsep teoritis secara umum, struktur organ dan sistem tubuh manusia sebagai landasan pengetahuan untuk mempelajari fungsi organ dan sistem tubuh manusia, juga sebagai landasan pengetahuan untuk menentukan diagnosis, prognosis dan merencanakan tindakan medik bagi penderita atau pasien, serta tindakan pencegahannya

SISTEMA DIGESTIVA, 145

SISTEMA RESPIRATORIA, 156

SISTEMA SIRKULATORIA, 163

SISTEMA LIMFATIKA, 167

SISTEMA MUSKULOSKELETAL, 168

SISTEMA UROGENITALE, 178

SISTEMA NERVOSA, 184

SISTEMA INTEGUMENTUM (KULIT), 186

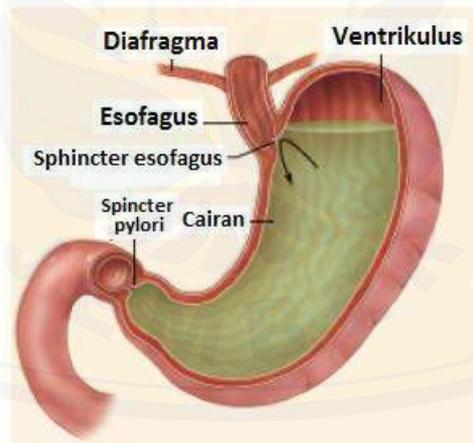
SISTEM ENDOKRIN, 187

KORELASI KLINIK, 189

CONTOH SOAL LATIHAN, 191

Ventrikulus atau gaster atau lambung adalah organ lanjutan dari esofagus. Bagian dari ventrikulus adalah kardia, fundus, korpus dan pilorus. **Kardia** merupakan bagian atas tempat berhubungan dengan esofagus, pada pertemuan **kurvatura mayor** dan **minor**. **Fundus** merupakan bagian melengkung di atas pertemuan esofagus dengan gaster. **Korpus** adalah bagian gaster yang terletak di antara fundus dan pilorus. Korpus tidak mempunyai batas yang jelas dengan **pilorus** apabila dilihat dari luar, sedang yang berbeda hanya kelenjar-kelenjar saja. Gaster sangat mudah mengembang dan dengan demikian bentuknya sangat variabel, umumnya berbentuk huruf J. Tepi kiri gaster disebut **kurvatura mayor**, sedang tepi kanan **kurvatura minor**.

Mukosa gaster mempunyai epitel silindris, di dalamnya terdapat kelenjar-kelenjar khusus yang memproduksi pepsin dan HCl. Lapisan submukosa mengandung serat-serat jaringan ikat fibrus yang membentuk kerangka gaster. Otot di profundus mempunyai arah oblik selanjutnya lapisan di superfisial sirkuler dan yang paling superfisial serabut longitudinal. Serat oblik banyak terdapat pada bagian fundus dan korpus.



Gambar 5.7 Ventrikulus/gaster/lambung

Intestinum Tenue (usus halus) dibagi tiga, berurutan dari mesial ke distal, duodenum, jejunum, dan ileum. **Duodenum** berbentuk seperti huruf C dan pada bagian yang cekung terdapat **pankreas**. Ke dalam duodenum bermuara dua kelenjar besar yaitu pankreas dan hepar. **Duktus hepatikus**, dari hepar, akan menyatu dengan **duktus sistikus**, dari fesika felea, membentuk **duktus koledokus**. Duktus koledokus bertemu **duktus**

sinus sfenoidalis). Kranium tersusun atas banyak tulang, sebagian besar dipersatukan oleh suatu persendian imobil (sutura). Sutura-sutura tersebut adalah: sutura koronalis, sutura sagitalis, sutura lambdoidea). Titik pertemuan antara sutura dan sutura koronalis dinamakan bregma, sedangkan pertemuan antara sutura sagitalis dengan sutura lambdoidea dinamakan lambda.

Beberapa tulang yang menyusun kranium berpasangan (misal os parietale, os temporale, os lakrimale), sedangkan yang lain tulang tunggal (misalnya, os maksilare, os mandibulare, os oksipitale).

Lapisan tulang yang menyusun kranium terdiri dari tiga lapisan. Dua lapis di bagian eksternal dan internal, masing-masing dinamakan tabula eksterna dan interna. Sedang tulang spongiosa di antaranya dinamakan diploe.

b. Vertebrae

Gambaran umum vertebra pada umumnya sama, tetapi ada sedikit variasi di antara mereka. Suatu vertebra biasanya terdiri dari korpus (tunggal, di bagian anterior), arkus (sepasang, di sebelah lateral), foramen vertebrale (di tengah, di antara korpus dan arkus, pada orang hidup ditempati medula spinalis), dan prosesus spinosus (suatu tonjolan medial di bagian posterior vertebra). Di antara dua korpus vertebra yang berturut-turan diganjal dengan diskus intervertebralis, selain itu, di antara dua vertebra juga diperlengkapi saluran pendek untuk keluarnya saraf dari medula spinalis.

Vertebra dikelompokkan sebagai berikut: 1. **Vertebra servikalis** (7 buah); 2. **Vertebra torakalis** (12 buah); 3. **Vertebra lumbalis** (5 buah); 5. **Vertebra sakralis** (5 buah); 6. **Vertebra koksigealis** (3-5).

c. Kostae

Kosta (kostae, jamak) adalah tulang panjang yang membatasi kavum torakis. Kosta berjumlah 12 pasang, dan masing-masing bersendi dengan vertebra di satu sisi dan di sisi lain, baik langsung (**kosta vera**, kosta I-VII) atau tidak langsung (**kosta spuria**, kosta VIII-X) bersendi dengan sternum melalui kartilago kostalis di atasnya, dan kosta XI dan XII tidak bersendi pada sternum tetapi melayang, dan disebut **kosta fluktuantes**.