

BAHAN AJAR
MATA KULIAH BIOLOGI DASAR I
TEKNIK BIOMEDIS



Oleh:

Dhananjaya Yama HK, ST., M. Biotech

NIS. 19880105 201610 1 002

PROGRAM STUDI TEKNIK BIOMEDIS
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA

2019

BAHAN AJAR
MATA KULIAH BIOLOGI DASAR I
TEKNIK BIOMEDIS



Oleh:
Dhananjaya Yama HK, ST., M. Biotech
NIS. 19880105 201610 1 002

PROGRAM STUDI TEKNIK BIOMEDIS
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA
2019

HALAMAN PENGESAHAN

1. Bahan Ajar : Biologi Dasar I
2. Pelaksana
 - a. Nama Lengkap : Dhananjaya Yama HK, ST, M.Biotech
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. Pangkat/Golongan : Penata Muda Tk I/IIIb
 - d. NIS : 19880105 201610 1 002
 - e. Program Studi/Fakultas : Teknik Biomedis / Sains dan Teknologi
 - f. HP/E-mail : 0822 3349 4247 / dhananjaya@upy.ac.id
3. Pembiayaan
 - a. Sumber Dana : Lembaga Pengembangan Pendidikan Universitas PGRI Yogyakarta
 - b. Jumlah Biaya : Rp 750.000,-

Yogyakarta, 30 Oktober 2019

Mengetahui,

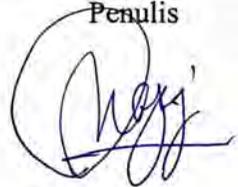
Ketua Program Studi



Amalia Cemara Nur'aidha, M.Si

NIS. 19930612 201907 2 005

Penulis



Dhananjaya YHK, ST, M.Biotech

NIS. 19880105 2016101 002

Menyetujui,

Kepala Lembaga Pengembangan Pendidikan



Selly Rahmawati, M.Pd

NIS. 19870723 201302 2 002

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan berkah dan rahmat-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan Bahan Ajar Mata Kuliah Biologi Dasar I, yang merupakan syarat wajib bagi seorang dosen untuk kelengkapan akademik (pembelajaran), serta sebagai penunjang akreditasi dan untuk mengurus jabatan fungsional.

Dalam pembuatan Bahan Ajar ini, penulis banyak mendapatkan bantuan baik berupa bimbingan, saran dan kritik dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini, ijinkan penulis mengucapkan terima kasih kepada Yth:

- Ibu Selly Rahmawati, M.Pd, selaku Kepala Lembaga Pengembangan Pendidikan Universitas PGRI Yogyakarta,
- Ibu Amalia Cemara Nur'aidha, M.Si, selaku Kaprodi Teknik Biomedis Universitas PGRI Yogyakarta,
- Keluarga yang telah memberi bantuan baik moril maupun materiil;
- Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Bahan Ajar ini, banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Akhir kata penulis ucapkan terimakasih, harapan penulis semoga Bahan Ajar ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, September 2019

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| HALAMAN SAMPUL..... | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| PRAKATA | iii |
| DAFTAR ISI | iv |
| TINJAUAN MATA KULIAH | vi |
| BAB I ANATOMI FISILOGI SEL DAN JARINGAN TUBUH..... | 1 |
| PENDAHULUAN..... | 1 |
| TOPIK 1 ANATOMI SEL, JARINGAN TUBUH MANUSIA | 1 |
| A. ANATOMI SEL DAN JARINGAN TUBUH MANUSIA..... | 1 |
| 1. Anatomi Sel | 1 |
| 2. Makanan dan asimilasi | 1 |
| 3. Struktur sel..... | 2 |
| B. JARINGAN DASAR TUBUH | 4 |
| 1. Jaringan epitel..... | 4 |
| 2. Jaringan otot | 5 |
| 3. Jaringan saraf..... | 6 |
| 4. Jaringan ikat..... | 7 |
| 5. Jaringan Tulang..... | 7 |
| Latihan..... | 9 |
| Ringkasan | 9 |
| TOPIK 2 SEL DARAH DAN PERKEMBANGANNYA..... | 10 |
| A. KARAKTERISTIK DARAH..... | 10 |
| B. FUNGSI DARAH :..... | 10 |
| C. PERKEMBANGAN SEL DARAH..... | 11 |
| 1. Perkembangan sel merah | 11 |
| 2. Perkembangan Sel darah putih (leukosit) | 11 |
| 3. Keping darah (trombosit)..... | 13 |
| 4. Plasma Darah | 14 |
| D. METABOLISME SEL DARAH..... | 15 |
| 1. Metabolisme sel darah merah | 15 |
| 2. Metabolisme sel darah putih..... | 15 |
| 3. Golongan Darah Menurut Sistem Rh. | 15 |
| Latihan..... | 16 |
| Ringkasan | 17 |
| Daftar Pustaka | 19 |
| BAB II ANATOMI FISILOGI SISTEM MUSKULOSKELETAL..... | 20 |
| PENDAHULUAN..... | 20 |

| | |
|---|----|
| TOPIK 1 SISTEM SKELETAL | 20 |
| A. KERANGKA MANUSIA | 20 |
| B. KLASIFIKASI TULANG | 21 |
| C. TENGGORAK | 21 |
| 1. Sinus-sinus udara pada tengkorak | 24 |
| 2. Tulang Wajah..... | 24 |
| D. RANGKA DADA..... | 24 |
| E. GELANG PANGGUL ATAU TULANG-TULANG PELVIS | 27 |
| F. KERANGKA ANGGOTA ATAS | 28 |
| G. SKAPULA..... | 29 |
| H. HUMERUS..... | 29 |
| I. ULNA..... | 30 |
| J. RADIUS..... | 31 |
| K. TULANG PERGELANGAN TANGAN DAN TANGAN | 31 |
| L. KERANGKA ANGGOTA GERAK BAWAH..... | 32 |
| M. FEMUR..... | 33 |
| N. PATELA | 33 |
| O. TIBIA | 34 |
| P. FIBULA | 34 |
| Q. TULANG – TULANG KAKI | 34 |
| R. PERSENDIAN. | 36 |
| 1. Gerakan Sendi..... | 37 |
| 2. Ligamen korone | 38 |
| Latihan..... | 39 |
| Ringkasan | 40 |
| TOPIK 2 SISTEM OTOT/MUSKULUS..... | 41 |
| A. OTOT | 41 |
| B. DIAFRAGMA. | 42 |
| Latihan..... | 46 |
| Ringkasan | 46 |
| Glosarium | 47 |
| Daftar Pustaka | 48 |

TINJAUAN MATA KULIAH

Bahan ajar mata kuliah Biologi Dasar ini merupakan kumpulan materi Biologi Dasar untuk mahasiswa Program Studi Teknik Biomedis. Mata Kuliah ini memiliki bobot 2 sks yang memiliki tujuan untuk memberikan pemahaman dasar mengenai anatomi dan fisiologi tubuh manusia.

Materi yang akan dibahas dalam Bahan Ajar ini meliputi anatomi dan fisiologi, sel dan jaringan, sistem muskuloskeletal, sistem pernapasan, sistem kardiovaskuler, sistem pencernaan, sistem perkemihan, sistem panca indera, dan sistem saraf.

Setelah selesai mempelajari materi kuliah ini, diharapkan mahasiswa dapat memahami sistem biologi atau anatomi fisiologi pada tubuh manusia. Untuk mencapai kompetensi umum tersebut, secara khusus mahasiswa diharapkan dapat menjelaskan hal-hal sebagai berikut:

1. Anatomi sel
2. Anatomi jaringan tubuh manusia
3. Metabolisme dan suhu tubuh
4. Sel darah dan perkembangannya
5. Keseimbangan cairan dan elektrolit
6. Anatomi sistem muskuloskeletal
7. Anatomi sistem saraf
8. Gerak dan peristiwa refleks
9. Anatomi sistem pernapasan
10. Oksigenasi
11. Anatomi sistem kardiovaskular
12. Fisiologi kardiovaskular
13. Anatomi sistem pencernaan
14. Fisiologi pencernaan
15. Anatomi sistem perkemihan
16. Fisiologi sistem perkemihan
17. Anatomi panca indera
18. Fisiologi panca indera
19. Anatomi sistem endokrin
20. Fisiologi sistem endokrin
21. Anatomi sistem reproduksi
22. Fisiologi sistem reproduksi

Materi tersebut terbagi menjadi 5 Bab dengan judul:

Bab 1. Anatomi Fisiologi Sel dan Jaringan Tubuh Manusia

Bab 2. Anatomi Fisiologi Sistem Muskuloskeletal dan Sistem Saraf

Bab 3. Sistem Pernapasan, Sistem Kardiovaskuler, Sistem Pencernaan, dan Panca Indera

Bab 4. Anatomi Fisiologi Sistem Perkemihan dan Sistem Endokrin

Bab 5. Sistem Reproduksi.

Dalam mempelajari Bahan Ajar ini diharapkan mahasiswa untuk mengikuti saran sebagai berikut:

1. Pelajari Bab secara berurutan dan pelajari gambar atau model yang berkaitan dengan pokok bahasan yang sedang dipelajari.
2. Bacalah bahan ajar ini berulang kali untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa pada materi Biologi Dasar.

BAB I

ANATOMI FISILOGI SEL DAN JARINGAN TUBUH MANUSIA

PENDAHULUAN

Rekan mahasiswa selamat berjumpa dalam mata kuliah Biologi Dasar dan Perkembangan Bab 1 yang berjudul “Biologi Dasar dan Biologi Perkembangan”. Fokus pembahasan adalah mengenai: 1) Anatomi Sel, dan Jaringan Tubuh, 2) Sel Darah dan Perkembangannya, 3) Metabolisme dan Suhu Tubuh, serta 4) Keseimbangan Cairan dan Elektrolit. Setelah mempelajari Bab ini diharapkan Anda sebagai mahasiswa memiliki pemahaman tentang Biologi dasar, serta mempraktikkan dengan model anatomi dan di laboratorium kampus tempat Anda belajar, atau langsung pada Bab ini bila ada gambarnya.

Tujuan umum mempelajari Bab ini Anda diharapkan dapat memahami Biologi dasar. Tujuan khusus Anda diharapkan dapat menjelaskan hal-hal yang berhubungan dengan:

1) anatomi Sel dan Jaringan Tubuh Manusia, 2) Sel Darah dan Perkembangannya, 3) Metabolisme dan Suhu Tubuh, 4) Keseimbangan Cairan dan Elektrolit

TOPIK 1 ANATOMI SEL, JARINGAN TUBUH MANUSIA

A. ANATOMI SEL DAN JARINGAN TUBUH MANUSIA

1. Anatomi Sel

Sebuah sel adalah setitik massa protoplasma yang berisi inti atau nukleus yang dibungkus oleh membran sel. Dalam memperhatikan struktur sel maka perlu diperhatikan hubungan bagian-bagiannya dengan fungsinya. Sel memiliki semua kemampuan zat hidup, termasuk pertahanan diri dan perkembangbiakan.

2. Makanan dan asimilasi

Dari cairan inter seluler yang mengelilingi sel, memisahkan zat-zat kimia seperti asam amino yang kemudian dibentuk menjadi bahan yang sangat kompleks, yaitu protein yang membentuk protoplasma. Demikianlah maka sel adalah unit yang sangat aktif, yang menyerap dan mengasimilasikan bahan makanan yang kita makan.

Ada beberapa hal yang terjadi di dalam sel. Hal-hal tersebut adalah

- a. Pertumbuhan dan perbaikan.** Bahan-bahan yang diantarkan kepada sel dapat digunakan untuk membentuk protoplasma baru, sehingga sel bertambah besar, sel tumbuh. Bahan-bahan itu juga dapat digunakan untuk mengganti bagian-bagian dari sel yang sudah usang. Kegiatan konstruktif ini, yaitu tumbuh dan perbaikan, disebut fungsi anabolik dari sel atau anabolisme.
- b. Metabolisme.** Sebaliknya sel memerlukan persediaan energi untuk kegiatan-kegiatan itu. Maka beberapa bahan makanan yang diserap digunakan oleh sel sebagai bahan bakar. Makanan dipecahkan (katabolisme)

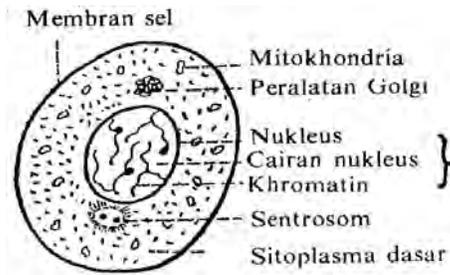
dari energi yang tersimpan didalamnya keluar dan digunakan oleh sel sebagai panas, sekresi kelenjar, gerakan dan kegiatan saraf. Anabolisme dan katabolisme merupakan kegiatan keseluruhan dari sel. Kedua proses itu sekaligus juga disebut metabolisme.

- c. **Pernapasan.** Pernafasan sel terjadi pada mitokondria. Oksigen yang dibawa darah dari paru-paru disebarkan ke dalam sel di seluruh tubuh yang penting untuk fungsi dan kelangsungan hidup sel.
- d. **Ekskresi.** Bahan buangan hasil proses katabolisme dari sel masuk cairan interstisiil dan kemudian diangkut oleh darah. Darah mengangkut asam karbonat buangan ke paru-paru, yang dikeluarkan dari tubuh sebagai karbon dioksida. Bahan-bahan buangan lainnya dikeluarkan melalui ginjal dalam urine.
- e. **Kepekaan terhadap rangsangan dan kemampuan menghantar.** Bila sel dirangsang, baik dengan cara kimiawi, fisik, mekanik atau oleh saraf, maka sel akan bereaksi. Sel dapat mengerut seperti halnya sel otot (fibre); sel dapat menghasilkan sekret seperti halnya sel dari lambung, pankreas, dan organ-organ dan kelenjar-kelenjar lainnya; atau dapat mengantarkan sentuhan seperti pada sel saraf. Hal terakhir ini ialah contoh terbaik tentang daya antar sel, sebab impuls saraf yang dihasilkan oleh rangsangan terhadap sel saraf, sesuai panjang serabut saraf.

3. Struktur sel.

Struktur sel diperlukan untuk menghubungkan setiap bagiannya dengan fungsinya. Protoplasma sel terdiri atas sebuah badan yang terletak di tengah, yaitu inti atau nukleus, dan sitoplasma atau sisa protoplasma, yang mengelilingi nukleus.

- a. Mitokondria, yang berupa tongkat-tongkat kecil yang erat berhubungan dengan proses katabolik atau pernapasan badan sel
- b. Alat Golgi. Seperti saluran yang terletak dekat nukleus, dan terlibat dalam kegiatan pengeluaran sekret dari sel.
- c. Sitoplasma dasar. Bahan koloid yang sangat kompleks di dalam mana semua struktur lainnya terendam, terutama bertugas dalam kegiatan anabolik atau sintetik dari sel.
- d. Sentrosom. Sebagian kecil sitoplasma yang padat, terletak dekat dengan nukleus. Mempunyai peran penting dalam pemecahan sel.
- e. Membran sel. Kulit sel bukanlah selaput yang mati. Banyak fungsi penting berhubungan dengannya, tetapi khususnya ia bekerja sebagai saringan selektif yang mengizinkan beberapa bahan tertentu masuk sel atau menghindarkan bahan lain masuk. Dengan demikian ia merupakan bagian penting untuk mempertahankan komposisi (susunan) kimia yang tepat dari protoplasma.



Gb. 1
Berbagai bagian jaringan sel (Pearce, E., 2002)

Sitoplasma terdiri atas beberapa unsur penting seperti berikut:

Nukleus. Nukleus terdiri atas massa protoplasma yang lebih kompak (padat), terpisah dari sitoplasma oleh membran nukleus, yang juga bersifat penyaring selektif, yang mengizinkan bahan keluar dari nukleus masuk sitoplasma, atau yang masuk ke dalamnya. Nukleus mengendalikan sel serta semua kegiatannya. Tanpa nukleus sel akan mati.

Nukleus terdiri atas banyak benang yang kaya protein yang terletak di dalam cairan nukleus. Di dalam sel yang "istirahat" benang-benang ini secara kolektif dinamai kromatin. Kromatin ini penting untuk kehidupan sel sehari-hari dan bertanggung jawab atas penentuan ciri-ciri keturunan manusia. Pada kromosom terletak penentu-penentu genetik atau keturunan yang dinamai gen dalam susunan berderet. Jumlah kromosom dalam badan sel adalah tetap untuk jenis organisme tertentu. Pada manusia ada dua puluh tiga pasang atau empat puluh enam khromosom, yang terdiri-dari 22 pasang kromosom badan (autosom) dan satu pasang kromosom seks.

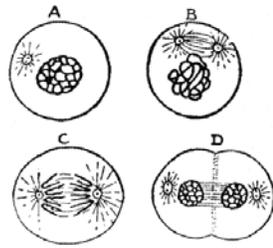
Reproduksi. Sel tidak terus-menerus tumbuh besar, tetapi pada suatu titik optimum tertentu ia membelah dirinya dalam dua anak sel. Selanjutnya sel-sel tertentu akan mengalami pemecahan guna menggantikan sel-sel yang usang atau yang rusak karena penyakit. Jenis pembelahan sel ini disebut mitosis atau karyokinesis.

Kegiatan mulai dalam nukleus, membran nukleus menghilang dan khromatin berubah sifat menjadi filamen-filamen (benang-benang) panjang yang disebut khromosom.

Sentrosom terbagi menjadi dua khromosom baru dan saling berpisah ke arah ujung-ujung nukleus yang disebut kutub. Maka khromosom ditarik ke kutub-kutub itu dan dekat sentrosom yang baru tadi. Sekarang khromatin yang membentuk nukleus berhenti bekerja dan terdapat dua nukleus baru. Akhirnya protoplasma sel mengerut dan membagi diri. Maka lengkap sudah pembentukan dua sel baru. Setiap anak sel baru hasil mitosis terdiri atas empat puluh enam khromosom yang berarti bahwa selama mitosis itu setiap khromosom membagi diri. Proses perbagian khromosom merupakan salah satu dari kegiatan sel yang belum banyak difahami.

Akan tetapi mitosis bukan satu-satunya jenis perpecahan sel. Dalam organ kelamin, yaitu ovum dan testis, sejenis perpecahan sel terjadi yang disebut

meiosis.



- A. *Sel dengan nukleus dan sentrosom*
- B. *Perubahan nukleus Sentrosom terbagi*
- C. *Dua sel khromosom yang sama sedang ditarik ke kutub-kutubnya*
- D. *Dua sel sedang membelah diri*

Gb. 2 — Tahap-tahap dalam pembelahan sel (Evelyn P., 2002.hal 9)

Pada saat pembuahan terjadi, yaitu saat spermatozoa dan ovum bergabung untuk membentuk sel baru (zigote) yang berkembang menjadi individu baru, maka jumlah khromosom normal empat puluh enam telah dipulihkan. Dengan jalan ini campuran dari determinan (penentu) keturunan atau gen dari pihak laki dan perempuan sudah tercapai .

B. JARINGAN DASAR TUBUH

Jaringan adalah sekumpulan sel yang mempunyai wujud dan manfaat yang sama. Di dalam tubuh manusia ada empat kelompok jaringan dikenal sebagai jaringan dasar, yaitu jaringan **epitel**, **jaringan muskulus (otot)**, **jaringan saraf (nervus)** dan **jaringan ikat (konektif)**.

1. Jaringan epitel.

Jaringan epitel merupakan sel yang menutupi permukaan tubuh, antara lain pembuluh darah, dan sel saluran napas. Jaringan epitel dibagi atas dua golongan utama, masing-masing juga terdiri atas berbagai varietas. Semua epitel terletak di atas bahan homogen yang disebut membran alas (dasar) dan juga mempersatukan sel-sel itu.

a. Fungsi jaringan epitel.

Fungsi jaringan epitel yang menutupi tubuh, yaitu kulit, dan yang melapisi rongga yang berhubungan dengan permukaan luar, terutama adalah protektif atau melindungi. Jaringan epitel itu menghindarkan kerusakan jaringan di bawahnya, menghindarkan hilangnya cairan dari lapisan ini dan juga menghindarkan masuknya cairan ke dalam struktur yang ditutupi kulit. Mikro organisme tidak dapat menembus kulit sehat, tetapi mereka dapat lewat kulit yang terluka.

Fungsi pengeluaran sekret. Kebanyakan kelenjar dan duktusnya terdiri atas epitel silinder. Kelenjar endokrin juga terdiri atas sel epitel, yang dapat mengelompok menjadi satu massa atau melapisi rongga gelembung, seperti yang terjadi pada kelenjar tiroid. Gelembung-gelembung tiroid itu dilapisi oleh epitel silinder berbentuk kubus. Sel-sel ini mengeluarkan sekret berupa koloid, tetapi tidak ada saluran keluar dari kelenjar itu, maka sekretnya langsung ke aliran darah atau melalui aliran limfe. **Kelenjar** adalah organ sekretorik yang merupakan organ terpisah seperti hati, pankreas dan limpa;

tetapi juga dapat berupa hanya satu lapis sel seperti kelenjar tubular sederhana pada saluran pencernaan, rongga tubuh, dan sebagainya. Semua kelenjar mendapat aliran darah dalam jumlah yang cukup besar. Fungsinya yang khusus ialah memisahkan bahan-bahan tertentu dari aliran darah, yang kemudian diolah menjadi getah atau sekret yang penting.

Klasifikasi kelenjar seperti berikut ini.

- a) Kelenjar yang menuangkan sekretnya langsung ke permukaan, yaitu kelenjar keringat, kelenjar sebaceous (lemak), dan kelenjar gastrik dan intestinal.
- b) Kelenjar yang menuangkan sekretnya tidak langsung ke permukaan tetapi melalui saluran, yaitu kelenjar ludah, pankreas, dan hati.
- c) Kelenjar buntu atau kelenjar tanpa saluran tergolong kelompok yang diuraikan sebagai organ endokrin. Kelenjar ini mengeluarkan sekretnya langsung ke darah.

Kesehatan tubuh sangat tergantung pada kelenjar ini karena dengan sekretnya itu mereka secara kimiawi mengendalikan fungsi tubuh.

b. Membran.

Membran adalah lapisan sel yang mengkhususkan diri menyelaputi rongga-rongga badan disebut membran. Tiga membran terpenting ialah: membran mukosa (selaput lendir), membran sinovial (selaput synovial), membran serus (selaput serosa) semua membran ini mengeluarkan cairan sekret untuk meminyaki atau membasahi rongga yang diselaputinya. Membran mukosa atau selaput lendir melapisi saluran pencernaan, saluran pernapasan, dan beberapa bagian dari saluran urogenital. Sel itu makin lama makin bengkak dan akhirnya pecah dan mengeluarkan sekretnya pada permukaan.

1. Mukus (lendir) adalah sekret dari membran itu dan terdiri atas air, garam dan sejenis protein, yaitu musin, yang memberi sifat lengket pada sekret itu.
2. Membran sinovial melapisi lekuk sendi-sendi. Membran ini terdiri atas jaringan ikat yang halus dengan lapisan sel endotel gepeng pada permukaan. Sekret dari membran sinovial kental dan licin seperti isi telur mentah.
3. Membran serous (selaput serosa) dijumpai dalam dada dan abdomen menutupi organ-organ yang ada di dalamnya dan melapisi rongga itu. Pleura membungkus paru-paru dan melapisi torak. Perikardium membungkus jantung dengan dua lapisan. Peritoneum membungkus organ-organ abdominal dan melapisi abdomen. Cairan serosa ini sangat mirip dengan serum darah atau limfe, bertugas meminyaki dan selain itu juga mengandung bahan pelindung, menyingkirkan produk yang berbahaya serta mengirimkannya ke sistem aliran limfe untuk dihancurkan.

2. Jaringan otot

Otot ialah jaringan yang mempunyai kemampuan khusus yaitu berkontraksi. Dan dengan jalan demikian maka gerakan terlaksana. Otot terdiri atas serabut silindris yang mempunyai sifat yang sama dengan sel dari jaringan lain. Semua ini diikat menjadi berkas-berkas serabut kecil oleh sejenis

jaringan ikat yang mengandung unsur kontraktil.

Ada tiga jenis otot:

- a. Otot bergaris (otot lurik, otot kerangka atau otot sadar). Setiap serabut otot itu bergaris melintang oleh adanya gambaran selang-seling antara warna muda dan tua. Otot-otot jenis ini hanya berkontraksi jika dirangsang oleh rangsang saraf.
- b. Otot polos (otot tidak bergaris, otot licin, otot tak sadar). Jenis ini dapat berkontraksi tanpa rangsangan saraf, meskipun di sebagian besar tempat di tubuh kegiatannya berada di bawah pengendalian saraf otonomik (tak sadar). Perkecualian otot jantung berupa sel otot panjang berbentuk kumparan yang masih tampak sebagai sel.

Otot jantung memiliki kemampuan khusus untuk mengadakan kontraksi otomatis dan ritmis tanpa tergantung pada ada tidaknya rangsangan saraf.

- c. Otot sfingter terdiri atas lingkaran serabut otot yang mengelilingi lubang masuk atau lubang keluar sebuah saluran atau mulut saluran yang akan menutup erat bila berkontraksi. Contohnya termasuk sfinkter jantung dan sfinkter piloris pada mulut lambung. Seterusnya ada sfinkter atau katub antara ileum dan kolon, sfingter bagian dalam dan bagian luar dari anus dan uretra.

a. *Kontraksi otot.*

Bila otot dirangsang maka timbul masa latent yang pendek yaitu sewaktu rangsangan diterima. Kemudian otot berkontraksi, yang berarti menjadi pendek dan tebal, dan akhirnya mengendor dan memanjang kembali. Kontraksi pada serabut otot bergaris (otot sadar) berlangsung hanya dalam waktu sepersekian detik dan setiap kontraksi terjadi atas rangsang tunggal dari saraf. Setiap kontraksi tunggal mempunyai kekuatan yang sama. Jika berkontraksi keras maka setiap serabut dapat berkontraksi lebih dari 50 kali tiap detik.

Ada faktor-faktor tertentu yang mempengaruhi kekuatan kontraksi serabut otot. Kontraksi otot akan lebih kuat bila sedang teregang dan bila suhunya cukup panas. Kelelahan dan dingin memperlemah kekuatan kontraksi. Serabut otot tak bergaris berkontraksi lebih lambat dan tidak bergantung pada rangsang saraf, meskipun rangsang saraf ini dapat mengubah kekuatannya.

b. *Tonus otot.*

Otot tidak pernah istirahat benar, meskipun kelihatannya demikian. Pada hakekatnya mereka selalu berada dalam keadaan tonus otot, yang berarti siap untuk bereaksi terhadap rangsangan. Misalnya kejutan lutut yang disebabkan oleh ketukan keras pada tendon patella mengakibatkan kontraksi dari extensor quadrisept femoris dan sedikit rangsangan sendi lutut. Ini adalah refleks yang terjadi akibat ada rangsangan pada saraf. Sikap tubuh ditentukan oleh tingkat tonus otot.

3. Jaringan saraf.

Jaringan saraf terdiri atas tiga unsur, (a) unsur berwarna abu-abu, yang membentuk sel saraf, (b) unsur putih, serabut saraf dan (c) neuroglia, sejenis sel

pendukung yang dijumpai hanya dalam sistem saraf dan yang menghimpun serta menopang sel saraf dan serabut saraf. Setiap sel saraf dengan prosesusnya (juluran) disebut neuron.

Sel saraf terdiri atas protoplasma yang berbulir khusus dengan nukleus besar dan dinding sel seperti pada sel lainnya. Berbagai juluran timbul dari sel saraf, juluran ini mengantarkan rangsangan saraf kepada dan dari sel saraf.

4. Jaringan ikat.

Fungsi jaringan ikat. Untuk mendukung dan mempertahankan kedudukan organ dalam tubuh. Misalnya ginjal terbenam sama sekali dalam lemak. Untuk membentuk lapisan pelindung bagi tubuh. Sebagai tempat penyimpanan air dan lemak, yang bila diperlukan dapat diserap kembali, dan menyediakan sumber panas dan energi untuk keperluan tubuh melalui proses pembakaran dalam jaringan sewaktu metabolisme.

a. Jaringan ikat elastik.

Bentuk jaringan ikat ini mengandung serabut elastik dalam jumlah yang besar. Jaringan ini dijumpai dalam dinding arteri dan pipa udara saluran pernapasan dan membantu supaya pembuluh dan saluran ini tetap terbuka. Juga terdapat dalam ligamen (tali sendi) tertentu, seperti pada ligamentum subflava dari tulang belakang yang karena sifat elastik dan dapat diregangkan itu, sangat membantu kerja otot untuk mempertahankan posisi tertentu, seperti mempertahankan kedudukan tegak rangkaian tulang belakang.

b. Jaringan ikat fibrus

Jaringan fibrus sering disebut jaringan fibrus putih sebab terutama terbentuk dari serabut kolagen putih yang tersusun dalam alur yang tegas. Susunan ini memberi kekuatan yang besar, dan jaringan fibrus memang dijumpai di tempat yang memerlukan pertahanan.

5. Jaringan Tulang

Tulang rawan (kartilago) terbuat dari bahan yang padat, bening dan putih kebiru- biruan. Sangat kuat tetapi kurang dibandingkan dengan tulang. Dijumpai terutama pada sendi dan di antara dua tulang. Mula-mula tulang embrio adalah tulang rawan. Kemudian hanya pusat-pusat yang masih tumbuh saja yang dipertahankan sebagai tulang rawan, bila umur dewasa tercapai, maka tulang rawan hanya dijumpai sebagai penutup ujung-ujung tulang. Tulang rawan tidak mengandung pembuluh darah tetapi diselubungi membran, yaitu perikhondrium, tempat tulang rawan mendapatkan darah.

Ada tiga jenis utama tulang rawan yang memperlihatkan ciri-cirinya yang khas, yaitu ulet, lentur dan kokoh.

- a. Tulang rawan hialin terdiri atas serabut kolagen yang terbenam dalam bahan dasar yang bening seperti kaca dan ulet. Kuat dan elastik dan dijumpai menutupi ujung tulang pipa sebagai tulang rawan sendi. Juga pada tulang rawan iga, pada hidung, laring, trakea dan pada bronkus supaya tetap terbuka.

- b. Tulang rawan fibrosa memperdalam rongga dari cawan-cawan tulang seperti asetabulum (cawan) dari tulang koxa (tulang panggul), dan rongga glenoid dari skapula.
- c. Tulang rawan elastik sering disebut tulang rawan elastik kuning sebab mengandung sejumlah besar serabut elastik berwarna kuning. Terdapat pada daun telinga, epiglotis dan tabung Eustakhius (faringotimpanik). Bila ditekan atau dibengkokkan terasa lentur dan cepat kembali ke bentuknya semula.

a. *Struktur tulang dan pertumbuhannya.*

Tulang adalah jaringan yang paling keras di antara jaringan ikat lainnya pada tubuh. Terdiri atas hampir 50 persen air. Bagian padat selebihnya terdiri atas berbagai bahan mineral, terutama garam kalsium 67 persen, dan bahan seluler 33 persen. Struktur tulang yang dapat dilihat dengan mata telanjang ialah struktur kasar, dan dengan pertolongan mikroskop dapat diperiksa struktur halusnyanya

Tulang terdiri atas dua jenis jaringan: jaringan kompak (padat) dan jaringan seperti spon. Jaringan kompak tulang keras dan padat dijumpai dalam tulang pipih dan tulang pipa dan sebagai lapisan tipis penutup semua tulang.

Jaringan tulang berbentuk jala mempunyai struktur seperti spon. Dijumpai terutama pada ujung tulang pipa, dalam tulang pendek dan sebagai lapisan tengah antara dua lapisan kompak pada tulang pipih seperti pada skapula, kranium, sternum dan iga-iga.

Periosteum ialah membran vaskular fibrus yang melapisi tulang. Pembuluh darah sangat banyak dijumpai didalamnya dan membran itu melekat erat pada tulang. Pembuluh darah yang berasal dari periosteum bercabang-cabang ke dalam tulang. Pada tulang yang sedang tumbuh terdapat lapisan sel pembentuk tulang di antara periosteum dan tulang. Dari pelipatgandaan sel tadi, pertumbuhan melingkar dari tulang dapat terjadi.

b. *Perkembangan dan pertumbuhan tulang.*

Tulang berkembang dari tulang rawan maupun dari membran yang tersusun dari serabut jaringan ikat. Tulang pipih berkembang dari membran, sehingga dinamai tulang membran, sedangkan tulang pipa berkembang dari tulang rawan, sehingga disebut tulang kartilago.

Pembentukan tulang dari membran. Membran jaringan ikat yang menjadi asal tulang pipih, misalnya tulang tengkorak, mendapat persediaan darah yang sangat berlimpah. Osifikasi atau pembentukan tulang mulai dari pusat-pusat tertentu dan berlangsung dengan cara pelipatgandaan sel dalam membran sampai terbentuk sebuah jalinan halus dari tulang.

Pembentukan tulang dari tulang rawan (osifikasi tulang rawan). Sewaktu embrio berkembang semua tulang pipa pada mulanya berupa batang-batang tulang rawan yang diselubungi oleh perikhondrium (membran yang menutupi tulang rawan). Sebuah pusat osifikasi pertama yang disebut diafisis tampak di tengah jaringan yang kelak akan menjadi tulang tulang pipa itu.

Latihan

- 1) Sebuah sel ialah setitik massa (berbentuk seperti selei) protoplasma yang berisi inti atau nukleus yang dibungkus oleh membran sel. Dalam memperhatikan struktur sel maka perlu diperhatikan hubungan bagian-bagiannya dengan fungsinya. Apakah kemampuan yang dimiliki sel?
- 2) Bahan-bahan yang diantarkan kepada sel dapat digunakan untuk membentuk protoplasma baru, sehingga sel bertambah besar, sel tumbuh. Apakah yang dilakukan sel bila terdapat bagian yang rusak?
- 3) Jaringan epitel dibagi atas dua golongan utama, masing-masing juga terdiri atas berbagai varietas. Dimanakah letak jaringan epitel tersebut?
- 4) Jaringan fibrus sering disebut jaringan fibrus putih terutama terbentuk dari serabut kolagen putih yang tersusun dalam alur yang tegas. Apakah fungsinya?
- 5) Tulang terdiri atas dua jenis jaringan: jaringan kompak (padat) dan jaringan seperti spon. Di manakah dijumpai jaringan kompak tulang keras?

Ringkasan

Sebuah sel ialah setitik massa (berbentuk seperti selei) protoplasma yang berisi inti atau nukleus yang dibungkus oleh membran sel. Dalam memperhatikan struktur sel maka perlu diperhatikan hubungan bagian-bagiannya dengan fungsinya. Sel memiliki semua kemampuan zat hidup, termasuk pertahanan diri dan perkembangbiakan. Sifat yang sama pada semua sel perlu nutrisi untuk mempertahankan kehidupannya, menggunakan oksigen untuk membentuk energi (bergabung dengan karbohidrat, lemak, protein), dan berkembang biak. Sel terdiri-dari membran, sitoplasma dan organel-organelnya, yaitu mitokondria, lisosom, retikulum endoplasma, aparatus golgi. Inti sel terdiri dari Nukleolus – Kromosom – Gen – DNA – RNA.

Jaringan, di dalam tubuh ada empat kelompok jaringan dikenal sebagai jaringan dasar, yaitu jaringan epitel, jaringan muskulus (otot), jaringan saraf (nervus) dan jaringan ikat (konektif). Jaringan epitel adalah sel yang menutupi permukaan tubuh dan semua epitel terletak di atas bahan homogen yang disebut membran dasar. Jaringan dasar tubuh terdiri- dari: jaringan epitel, jaringan ikat, jaringan otot, dan jaringan saraf.

Klasifikasi kelenjar meliputi kelenjar yang menuangkan sekretnya langsung ke permukaan, seperti kelenjar keringat; kelenjar yang menuangkan sekretnya tidak langsung ke permukaan tetapi melalui saluran, seperti kelenjar ludah; dan kelenjar buntu atau kelenjar tanpa saluran yaitu organ endokrin . Kelenjar ini mengeluarkan sekretnya langsung ke darah.

TOPIK 2 SEL DARAH DAN PERKEMBANGANNYA

Darah merupakan jaringan ikat bebas berupa cairan dalam tubuh. Pada orang dewasa, darah dibentuk di sum-sum tulang yang terdapat pada tulang pipih. Pada janin dibentuk di hati dan limfe. Jaringan hematopoetik mengandung stem sel.

Darah merupakan jaringan ikat bebas berupa cairan dalam tubuh. Pada orang dewasa, darah dibentuk di sum-sum tulang yang terdapat pada tulang pipih. Pada janin dibentuk di hati dan limfe. Jaringan hematopoetik mengandung stem sel. Proses pembentukan sel darah disebut hematopoiesis..

A. KARAKTERISTIK DARAH

Volume darah setiap orang berbeda, tergantung pada ukuran tubuh. Volume ini berkisar antara 4 sampai 6 liter atau pada perempuan sekitar 4-4,5 liter dan pria total 4,5-5 liter bila memiliki berat badan 70 kg. Dari volume darah, 38%-48% merupakan sel darah (bagian padat), sehingga sisanya (52% - 62%) merupakan plasma darah (bagian cair).

Darah berwarna merah. Darah yang berasal dari arteri berwarna merah terang karena banyak mengandung oksigen, tetapi bila berwarna merah kegelapan berarti darah berasal dari vena karena mengandung banyak karbondioksida.

Kisaran pH darah yang normal adalah 7,35 – 7,45. Darah vena memiliki pH lebih rendah dari pada arteri. Hal ini berhubungan dengan kandungan karbondioksida pada darah vena.

Darah tiga sampai lima kali lebih tebal dari pada air. Viskositas meningkat dengan adanya sel darah dan protein plasma, serta viskositas ini berkontribusi terhadap tekanan darah.

Komponen darah terdiri-dari sel darah dan plasma darah.

1. Komponen sel darah (bagian padat) adalah (1) sel darah merah (eritrosit); (2) sel darah putih (leukosit) terdiri-dari neutrophil, limfosit, eosinophil, monosit, granulosit; dan (3) trombosit.
2. Komponen plasma darah (bagian cair): air 91,5%, protein 7% (fibrinogen 7%, globulin 38%, albumin 55%), dan komponen lain sebanyak 1,5% terdiri-dari elektrolit, nutrient, hormone, vitamin.

B. FUNGSI DARAH :

1. Sebagai alat transport yaitu mengambil oksigen atau zat oksidasi untuk diedarkan ke seluruh tubuh, mengangkat karbondioksida dari jaringan untuk dikeluarkan melalui paru-paru, mengangkut zat-zat makanan, obat-obatan, mengangkut zat-zat yang tidak berguna bagi tubuh untuk dikeluarkan melalui ginjal dan kulit.
2. Sebagai sistem imun (pertahanan)
3. Mengatur suhu tubuh

4. Mengatur keseimbangan pH
5. Mengedarkan hormon
6. Menutup luka dibantu oleh keping-keping darah.

C. PERKEMBANGAN SEL DARAH

1. Perkembangan sel merah

Eritrosit bentuknya bulat dengan lekukan pada sentralnya, terbungkus dalam membran sel dengan permeabilitas tinggi. Membran ini elastis dan fleksibel, sehingga memungkinkan eritrosit menembus kapiler (pembuluh darah terkecil). Setiap eritrosit mengandung sekitar 300 juta molekul hemoglobin, sejenis pigmen pernapasan yang mengikat oksigen. Hemoglobin merupakan protein yang kaya akan zat besi, memiliki daya gabung terhadap oksigen itu membentuk oksihemoglobin didalam sel darah merah. Dengan fungsi ini maka oksigen dibawa dari paru-paru ke jaringan. Volume hemoglobin mencapai 1/3 volume sel.

Sel darah merah biasanya bersirkulasi selama 120 hari sebelum menjadi rapuh dan mudah pecah. Fragmen sel darah merah yang rusak akan mengalami fagositosis oleh makrofag dalam limfa, hati, sumsum tulang, dan jaringan tubuh lain.

Pengaturan produksi sel darah merah

Produksi eritrosit diatur oleh eritropoietin, suatu hormon glikoprotein yang diproduksi terutama oleh ginjal. Kecepatan produksi eritropoietin berbanding terbalik dengan persediaan oksigen dalam jaringan. Faktor apapun yang menyebabkan jaringan menerima volume oksigen yang kurang (anoksia) akan mengakibatkan peningkatan produksi eritropoietin, sehingga makin menstimulasi produksi sel darah merah. Sebagai contoh:

- a. Kehilangan darah akibat hemoragi mengakibatkan produksi sel darah merah meningkat.
- b. Tinggal di dataraan tinggi dengan kandungan oksigen yang rendah dalam jangka waktu yang lama akan mengakibatkan peningkatan produksi sel darah merah.
- c. Gagal jantung, mengurangi aliran darah ke jaringan, atau penyakit paru yang mengurangi aliran darah, mengakibatkan peningkatan produksi sel darah merah.

2. Perkembangan Sel darah putih (leukosit)

Jumlah leukosit pada yang normal adalah 7000-9000 per mm³. Infeksi atau kerusakan jaringan mengakibatkan peningkatan jumlah total leukosit. Leukosit berfungsi untuk melindungi tubuh terhadap invasi benda asing termasuk bakteri dan virus. Sebagian besar leukosit berlangsung dalam jaringan bukan dalam aliran darah.

- a. Sifat-sifat sel darah putih:
 - 1) Leukosit memiliki sifat diapedesis yaitu kemampuan untuk menembus pori-pori membran kapilar dan masuk kedalam jaringan.

- 2) Leukosit bergerak sendiri dengan gerakan amuboid seperti amuba.
- 3) Beberapa sel mampu bergerak tiga kali panjang tubuhnya dalam satu menit.
- 4) Leukosit memiliki kemampuan kemotaksis, pelepasan zat kimia oleh jaringan yang rusak menyebabkan leukosit bergerak mendekati (kemotaksis positif) atau menjauhi (kemotaksis negatif) sumber zat.
- 5) Semua leukosit adalah fagositik, tetapi kemampuan ini lebih berkembang pada neutrofil dan monosit.
- 6) Setelah diproduksi di sumsum tulang, leukosit bertahan kurang lebih satu hari dalam sirkulasi sebelum masuk ke jaringan. Sel ini tetap dalam jaringan selama beberapa hari, beberapa minggu, beberapa bulan, bergantung jenis leukositnya.

b. Jenis leukosit

Ada lima jenis leukosit dalam sirkulasi darah, yang dibedakan berdasarkan ukuran, bentuk nukleus, dan ada tidaknya granula sitoplasma. Sel yang memiliki granula plasma disebut **granulosit** sedangkan, sel yang tidak memiliki granula disebut **agranulosit**.

Hampir 75% dari jumlah sel darah putih adalah granulosit, mereka terbentuk dalam sumsum tulang. Granulosit terbagi menjadi neutrofil, eosinofil, dan basofil, berdasarkan warna granula sitoplasmanya saat dilakukan pewarnaan dengan zat warna darah wright.

Pembagian granulosit sebagai berikut:

- 1) Neutrofil. Neutrofil mencapai 60% dari jumlah sel darah putih. Neutrofil memiliki granula kecil berwarna merah muda dalam sitoplasmanya. Nukleusnya memiliki tiga sampai lima lobus yang berhubungan dengan benang kromatin tipis. Fungsi neutrofil sangat fagositik dan sangat aktif. Sel-sel ini sampai di jaringan terinfeksi untuk menyerang dan menghancurkan bakteri, virus, atau penyebab lainnya.
- 2) Eosinofil adalah fagositik lemah. Jumlahnya akan meningkat saat terjadi alergi atau penyakit parasit, tetapi akan berkurang selama stres berkepanjangan. Sel ini berfungsi dalam detoksifikasi histamin yang diproduksi oleh sel mast dan jaringan yang cedera saat inflamasi berlangsung. Eosinofil mengandung peroksidase dan fosfatase, yaitu enzim yang mampu menguraikan protein. Enzim ini mungkin terlibat dalam detoksifikasi bakteri dan pemindahan kompleks antigen-antibodi, tetapi fungsi pastinya belum diketahui.
- 3) Basofil memiliki sejumlah granula sitoplasma besar yang bentuknya tidak beraturan dan akan berwarna keunguan sampai hitam serta memperlihatkan nukleus berbentuk S. Diameternya berkisar 12-15 mikrometer. Fungsi basofil menyerupai fungsi sel mast. Sel ini mengandung histamin, kemungkinan berfungsi untuk meningkatkan aliran darah ke jaringan yang cedera dan anti koagulan heparin berfungsi untuk membantu penggumpalan darah intravaskular.

Agranulosit adalah leukosit tanpa granula sitoplasma, yaitu :

- 1) Limfosit mencapai 30% jumlah total leukosit dalam darah. Sebagian besar limfosit dalam tubuh ditemukan di jaringan limfatik, dengan rentang hidup dapat mencapai beberapa tahun. Limfosit mengandung nukleus bulat berwarna biru gelap yang dikelilingi lapisan tipis sitoplasma. Limfosit berasal dari sel sel batang sumsum tulang merah, sel ini berfungsi dalam reaksi imunoglobulin.
- 2) Monosit mencapai 3% sampai 8% jumlah total leukosit. Monosit merupakan sel darah yang besar, diameternya sekitar 12-18 mikrometer, nukleus besar seperti telur atau seperti ginjal, yang dikelilingi sitoplasma berwarna biru keabuan pucat. Fungsinya sangat fagositik dan sangat aktif. Sel ini siap bermigrasi melalui pembuluh darah. Jika monosit telah meninggalkan aliran darah maka sel ini menjadi histiosit jaringan.

Granulosit dan monosit berperan penting dalam perlindungan badan terhadap mikroorganisme. Dengan kemampuannya sebagai fagosit mereka memakan bakteri-bakteri hidup yang masuk ke peredaran darah.

3. Keping darah (trombosit)

Trombosit berjumlah 250.000 sampai 400.000 per mm³. Bagian ini merupakan fragmen sel tanpa nukleus yang berasal dari megakariosit raksasa multinukleus dalam sumsum tulang. Ukuran trombosit mencapai setengah ukuran sel darah merah. Sitoplasmanya terbungkus suatu membran plasma dan mengandung berbagai jenis granula. Trombosit berfungsi dalam hemostatis (penghentian perdarahan) dan perbaikan pembuluh darah yang robek.

a. Mekanisme pembekuan darah

Mekanisme ekstrinsik. Pembekuan darah dimulai dari faktor eksternal pembuluh darah itu sendiri. Tromboplastin (membran lipoprotein) yang dilepas oleh sel-sel jaringan yang rusak mengaktifasi protombin (protein plasma) dengan bantuan ion kalsium untuk membentuk trombin. Trombin mengubah fibrinogen yang dapat larut, menjadi fibrin yang tidak dapat larut. Benang-benang fibrin membentuk bekuan atau jaring-jaring fibrin, yang menangkap sel darah merah dan trombosit serta menutup aliran darah yang melalui pembuluh yang rusak.

b. Mekanisme instriksi. Untuk pembekuan darah berlangsung dalam cara yang lebih sederhana daripada cara yang dijelaskan diatas. Mekanisme ini melibatkan 13 faktor pembekuan yang hanya ditemukan dalam plasma darah. Setiap faktor protein berada dalam kondisi tidak aktif. Jika salah satu diaktivasi, maka aktivitas enzimnya akan mengaktifasi faktor selanjutnya dalam rangkaian, dengan demikian akan terjadi suatu rangkaian reaksi untuk membentuk bekuan.

c. Penguraian pembekuan darah

Segara setelah terbentuk bekuan akan menyusut akibat kerja protein kontraktil dalam trombosit. Jaring-jaring fibrin dikontraksi untuk menarik permukaan yang terpotong agar saling mendekat dan untuk menyediakan kerangka kerja untuk memperbaiki jaringan. Bersamaan dengan retraksi

bekuan, suatu cairan yang disebut serum keluar dari bekuan. Serum adalah plasma darah tanpa fibrinogen dan faktor lain yang terlibat dalam mekanisme pembekuan.

c. Faktor-faktor pembekuan

- 1) Garam kalsium yang dalam keadaan normal ada dalam darah .
- 2) Sel yang terluka yang membebaskan trombokinase.
- 3) Trombin yang terbentuk dari prorombin bila ada trombokinase.
- 4) Fibrin yang terbentuk dari fibrinogen disamping trombin.

Penggumpalan darah dipercepat oleh panas yang sedikit lebih tinggi dari suhu badan, kontak dengan bahan kasar, contoh pinggirannya yang kasar dari pembuluh darah yang rusak atau dengan pembalut. Penggumpalan diperlambat karena dingin, jika disimpan dalam tabung berlapis lilin disebelah dalamnya, dan dengan ditambah kalsium sitrat atau natrium sitrat yang menyingkirkan garam kalsium yang dalam keadaan normal.

4. Plasma Darah

Plasma darah adalah cairan bening kekuningan. Plasma terdiri dari 92% air, 7% protein, asam amino, lemak, garam hormon dan zat-zat sisa metabolisme.

- a. Protein Plasma mencapai 7% plasma dan merupakan satu-satunya unsur pokok plasma yang tidak dapat menembus membran kapilar untuk mencapai sel. Ada tiga jenis protein plasma yang utama: albumin, globulin, dan fibrinogen.
 - 1) Albumin adalah protein plasma yang terbanyak sekitar 55%-66%, tetapi ukurannya paling kecil dan bertanggung jawab untuk tekanan osmotik darah.
 - 2) Globulin membentuk sekitar 30% protein plasma . Alfa dan beta globulin disintesis di hati, dengan fungsi utama sebagai molekul pembawa lipid, beberapa hormon, beberapa substrat, dan zat penting tubuh lainnya. Gamma globulin adalah antibodi.
 - 3) Fibrinogen membentuk 4% protein plasma, disintesis di hati dan merupakan komponen esensial dalam mekanisme pembekuan darah.
- b. Plasma juga mengandung nutrisi yang meliputi asam amino, gula, dan lipid yang diabsorpsi dari saluran pencernaan. Gas darah meliputi oksigen, karbon dioksida, dan nitrogen. Elektrolit plasma meliputi ion natrium, kalium, magnesium, klorida, kalsium bikarbonat, fosfat dan ion sulfat.

Pembentukan sel darah:

- a. Selama perkembangan embrio. Hematopoiesis pertama kali berlangsung dalam kantong kuning telur dan berlanjut di hati, limpa, nodus limfe, dan seluruh sumsum tulang janin yang berkembang.
- b. Setelah lahir dan selama masa kanak-kanak, sel-sel darah terbentuk dalam sumsum semua tulang.
- c. Pada orang dewasa, sel darah hanya terbentuk pada sumsum tulang merah

yang ditemukan dalam tulang membranosa seperti sternum, iga, vertebra, dan tulang ilia girdel pelvis. Sel-sel darah yang sudah matang masuk ke sirkulasi utama dari sumsum tulang melalui vena rangka.

D. METABOLISME SEL DARAH

1. Metabolisme sel darah merah

Umur sel darah merah normal adalah 120 hari, hal ini berarti bahwa setiap hari terjadi penggantian kurang dari 1% populasi sel darah merah (200 miliar sel atau 2 juta per detik). Sel darah merah baru yang terdapat di dalam sirkulasi adalah retikulosit dengan ciri-ciri: masih mengandung ribosom dan elemen retikulum endoplasma. Sel darah merah terdiri-dari 60% air, 28% hemoglobin; 7% lemak; sisa: karbohidrat, elektrolit, metabolit.

Hemoglobin juga berfungsi mengangkut CO₂ dan proton dari jaringan ke paru.

2. Metabolisme sel darah putih

Pembentukan sel darah putih (leukosit) diatur oleh factor pertumbuhan lain, seperti granulocyte-macrophage colony stimulating factor. Leukosit akan menjadi aktif bila terpajan bakteri dan rangsangan lain, terutama neutrophil. Neutrofil adalah sel fagositik motil yang sangat berperan (kunci) dalam peradangan akut. Jika bakteri memasuki jaringan, timbul sejumlah respon peradangan akut yang meliputi; (1) peningkatan permeabilitas vaskuler sehingga terjadi edema jaringan; (2) masuknya neutrofil aktif ke jaringan; (3) aktivasi trombosit; dan (4) pemulihan spontan (resolusi) jika mikroorganisme penyebab dapat diatasi.

Penerima donor darah (resipien) yang memiliki golongan darah O hanya bisa menerima dari pendonor dengan golongan darah O. Resipien dengan golongan darah A hanya bisa menerima donor dari golongan darah O dan A. Resipien dengan golongan darah B hanya bisa menerima donor dari golongan darah B dan O, sedangkan resipien dengan golongan darah AB bisa menerima donor dari golongan darah O, A, B, AB.

3. Golongan Darah Menurut Sistem Rh.

K. Landsteiner dan Wiener dalam tahun 1940, menemukan factor rhesus (Rh). Orang / manusia dibedakan atas dua kelompok, yaitu:

- a. Rhesus positif (Rh +) yaitu orang yang memiliki antigen-Rh di dalam eritrositnya dan memiliki genotif RR atau Rr. Jika dites dengan anti Rh, maka eritrositnya menggumpal.
- b. Rhesus negative (Rh -) yaitu orang yang tidak memiliki antigen Rh di dalam eritrositnya dan memiliki genotif rr. Jika di tes dengan anti Rh, eritrositnya tidak menggumpal.

Jumlah Rh positif lebih banyak dari pada Rh negative. Sebagian besar orang-orang memiliki Rh positif. Dalam serum dan plasma darah manusia biasanya tidak terdapat zat anti-Rh.

Pembentukan zat anti-Rh disebabkan oleh:

a. Transfusi darah.

Bila seorang Rh negative menerima transfusi darah (resipiens) dari orang yang memiliki Rh positif, maka tubuh orang yang menerima transfuse tersebut akan membentuk zat anti Rh pada serumnya. Semakin sering orang tersebut menerima transfusi darah dari Rh positif semakin banyak zat anti Rh yang dibentuk, sehingga orang dengan Rh negatif sebaiknya menerima transfusi darah dari orang dengan Rh negatif.

b. Kehamilan.

Pembentukan zat anti terjadi setelah perempuan tersebut hamil. Seorang ibu hamil dengan Rh negative mengandung janin yang memiliki Rh positif, maka tubuh ibu akan membentuk zat anti Rh. Bila saat hamil kedua ibu tersebut kembali mengandung janin dengan Rh positif, maka tubuh ibu semakin banyak membentuk zat anti Rh yang mengakibatkan darah pada janin menjadi rusak. Hal ini mengakibatkan meningkatnya pembentukan eritoblast menjadi menumpuk.

Latihan

- 1) Darah merupakan jaringan ikat bebas berupa cairan dalam tubuh. Pada orang dewasa, darah dibentuk di sum-sum tulang yang terdapat pada tulang pipih. Pada janin dibentuk di hati dan limfe. Jaringan hematopoetik mengandung stem sel.
- 2) Volume darah setiap orang berbeda, tergantung pada ukuran tubuh. Volume ini berkisar antara 4 sampai 6 liter atau pada perempuan sekitar 4-4,5 liter dan pria total 4,5-5 liter bila memiliki berat badan 70 kg. Berapa persentase sel darah merah dari keseluruhan volume darah?
- 3) Leukosit akan menjadi aktif bila terpajan bakteri dan rangsangan lain, terutama neutrophil. Neutrofil adalah sel fagositik motil yang sangat berperan (kunci) dalam peradangan akut. Apakah yang terjadi apabila bakteri memasuki jaringan?
- 4) Plasma darah adalah cairan bening kekuningan. Apakah kandungan dari plasma?
- 5) Setiap hari terjadi penggantian kurang dari 1% populasi sel darah merah (200 miliar sel atau 2 juta per detik). Sel darah merah baru yang terdapat di dalam sirkulasi adalah retikulosit dengan ciri-ciri: masih mengandung ribosom dan elemen retikulum endoplasma. Apakah kandungan sel darah merah dan berapa hari umurnya?

Ringkasan

Darah merupakan cairan dalam tubuh, sebagai bagian yang sangat penting. Eritrosit berfungsi untuk mengangkut oksigen dan hasil metabolisme, leukosit berfungsi untuk pertahanan tubuh dari infeksi, trombosit untuk mengatur pembekuan darah, serta plasma darah berperan dalam mengangkut sisa metabolisme, nutrient.

Jumlah darah tergantung pada berat badan seseorang dan lebih dari setengah merupakan plasma darah, berwarna merah, memiliki pH 7,35-7,45, viskositas darah berkontribusi terhadap tekanan darah. Sel darah merah tersusun atas 60% air, 28% hemoglobin; 7% lemak; sisa: karbohidrat, elektrolit, metabolit. Hemoglobin berperan dalam transport oksigen. Leukosit akan menjadi aktif bila terpajan bakteri dan rangsangan lain, terutama neutrophil.

Glosarium

1. Anterior : depan
2. Superior : atas
3. Inferior : bawah
4. Posterior : belakang
5. Proksimal : pangkal
6. Distal : ujung
7. Internal : sebelah dalam
8. External : sebelah luar
9. Sinistra : kiri
10. Dextra : kanan
11. Mayor : besar
12. Minor : kecil
13. Sinus : saluran kecil
14. Prosesus : tonjolan
15. Medial : tengah
16. Lateralis : samping
17. Supervisial : permukaan
18. Profunda : dalam
19. Cavum : rongga
20. Arcus : lengkungan
21. Rotasio : memutar
22. Aduksi : mendekati medial badan
23. Abduksi : menjauhi medial badan
24. Fosforilasi : Pemindahan gugus fosfat
25. Kofaktor : Gugus bukan protein, bagian dari enzim yang memungkinkan enzim bekerja terhadap substrat.
26. Substrat : zat-zat yang diubah atau direaksikan oleh enzim
27. Zimogen : Calon enzim yang belum aktif
28. ATP : Adenosin triposfat
29. ADP : Adenosin difosfat
30. CO₂ : Karbondioksida
31. DM : Diabetes mellitus
32. FADH : Flavine Adenine dinucleotide
33. FFA : Free fatty acids
34. HDL : High density lipoproteins
35. IDL : Intermediate density lipoproteins
36. LDL : Low density lipoproteins
37. MCV : Mean corpuscular volume (g/RBC)
38. MCH : Mean corpuscular hemoglobin $\frac{\text{Konsentrasi Hb}}{\text{Jml darah merah (RBC)}} \text{ (L/RBC)}$
39. MCHC : Mean corpuscular hemoglobin concentration $\frac{\text{Konsentrasi Hb}}{\text{Hematokrit}} \text{ (g/L RBC)}$
40. NADH : Nicotinamide Adenine dinucleotide
41. NADP : Nicotinamide Adenine dinucleotide fospat

Daftar Pustaka

- Anonim, 2013, Pemeriksaan Diabetes Mellitus, diakses tanggal 19 Juli 2013, <http://www.artikelkedokteran.com/592/pemeriksaan-diabetes-melitus.html>,
- Anonim, 2013, Enzim, diakses tanggal 17 Juli 2013, <http://id.wikipedia.org/w/index.php?> Despopoulos, A., & Silbernagl, S., 2005, Colour Atlas of Physiology, Stuttgart-New York : Thieme.
- Dr-Supriyanto.blogspot.com
- Faller, A. & Schuenke, M. 2004, The Human Body, Stuttgart-New York: Thieme
- Guyton, A.C., 1995, Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit, Edisi III, Alih bahasa: Adrianto, P., Jakarta: EGC.
- Murray, R.K., Granner, D.K, and Rodwell, V.W., 2009, Biokimia Harper, Edisi 27, Alih bahasa: Pendit, B.U., Jakarta: EGC.
- Poedjiadi, A., dan Supriyanti, T., 2009, Dasar-dasar Biokimia, Jakarta: UI press.
- Scanlon & Sander, 2007, Essentials of Anatomy and Physiologi, 5th Ed. Philadelphia: F. A. Dafis Company
- Sherwood, L., 2001, Fisiologi Manusia dari Sel ke Sel, Edisi II, Alih bahasa: Pendit, B.U., Jakarta: EGC.
- Sloane, Ethel. Anatomi Fisiologi Pemula. 2004. Jakarta: Buku Kedokteran Syaifudin. Anatomi Fisiologi keperawatan.2006. jakarta : Buku Kedokteran.
- <http://www.totalkehatanAnda.com/lymphnode1.html>
- Suryo, 2001, Genetika, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

BAB II

ANATOMI FISILOGI SISTEM MUSKULOSKELETAL DAN SISTEM SARAF

PENDAHULUAN

Rekan mahasiswa selamat berjumpa dalam mata kuliah Biologi Dasar Bab 2. Materi yang menjadi fokus pembahasan kita adalah mengenai: 1).sistem muskuloskeletal, 2) Sistem saraf., 3) Postur Tubuh, 4) Gerak dan peristiwa Refleks. Selama mempelajari modul ini diharapkan Anda memperhatikan gambar- gambar yang disediakan dalam Bab 2 dan dapat mempraktikkan menggunakan model anatomi dan lainnya di laboratorium tempat Anda praktikum ketika mengambil mata kuliah praktikum mata kuliah Biologi Dasar.

Bab ini direncanakan dapat Anda pelajari secara mandiri, diharapkan Anda dapat belajar dan bediskusikan dengan teman yang dekat tempat tinggal atau tempat kerjanya dengan Anda untuk mendiskusikan (1) materi pembelajaran yang belum sepenuhnya Anda pahami, (2) mendapatkan penjelasan tambahan, dan (3) mampu menjelaskan dan menunjukkan pada model anatomi, dan praktik di laboratorium. Anda diharapkan membuat catatan- catatan mengenai hal-hal yang belum dipahami selama belajar sendiri dan perlu didiskusikan pada kegiatan pembelajaran secara tatap muka dilaksanakan.

Tujuan Instruksional umum mempelajari Bab 2, Anda diharapkan dapat menjelaskan atomi fisiologi sistem musculoskeletal dan sistem saraf. Tujuan instruksional khusus, setelah selesai pembelajaran Bab 2 Anatomi dan Fisiologi sistem musculoskeletal dan sistem syaraf, yaitu: Mahasiswa diharapkan dapat menjelaskan: 1) Anatomi fisiologi Sistem muskuloskeletal, 2) Anatomi fisiologi Sistem Saraf, 3) Postur tubuh Perempuan, 4) Peristiwa gerak dan refleks

TOPIK 1 SISTEM SKELETAL

Tujuan instruksional umum mempelajari materi pembelajaran yang diuraikan pada topik 1 ini, Anda diharapkan dapat memahami tentang anatomi sistem skeletal/kerangka. Secara khusus tujuan pembelajaran pada topik 1, Anda diharapkan dapat: (1) menjelaskan tentang pengertian sistem skeletal (2) menjelaskan tentang anatomi skeletal, 3) fisiologi skeletal. Untuk mencapai tujuan pembelajaran tersebut di atas, maka materi pembelajaran yang akan ANDA pelajari dalam topik 1 ini mencakup: (1) anatomi skeletal/kerangka (2) menjelaskan tentang fisiologi skeletal/kerangka, 3) fisiologi kerangka. Pelajarilah secara seksama masing-masing topik dari materi pembelajaran yang diuraikan berikut ini.

A. KERANGKA MANUSIA

Skelet atau kerangka adalah rangkaian tulang yang mendukung dan melindungi beberapa organ lunak, terutama dalam tengkorak dan panggul. Kerangka juga berfungsi sebagai alat ungkit pada gerakan dan menyediakan

permukaan untuk kaitan otot-otot kerangka. Kerangka axial (kerangka sumbu) terdiri atas kepala dan badan, termasuk tulang- tulang berikut: Tengkorak, Tulang dada dan iga-iga, Tulang belakang, Tulang hyoid, Kerangka Appendikuler terdiri atas anggota gerak atas dan bawah, dan gelang panggul. Sebagai tambahan ada lagi tiga tulang kecil dalam rongga telinga tengah.

B. KLASIFIKASI TULANG.

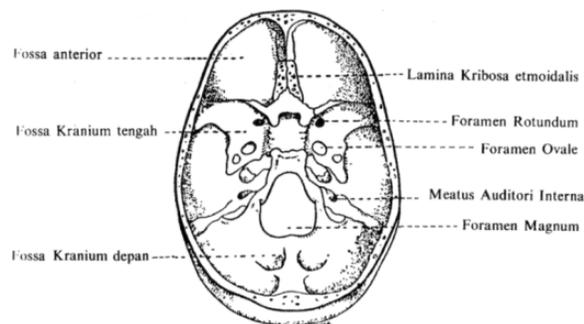
Tulang-tulang kerangka diklasifikasikan sesuai dengan bentuk dan formasinya.

1. *Tulang panjang* atau tulang pipa terutama dijumpai dalam anggota gerak.
2. *Tulang pendek*. Contoh yang baik dapat dilihat pada tulang-tulang karpalia di tangan dan tarsalia di kaki.
3. *Tulang pipih* terdiri atas dua lapisan jaringan tulang keras dengan di tengahnya lapisan tulang seperti spons. Ia dijumpai di mana diperlukan perlindungan, seperti pada tulang tengkorak, tulang inominata tulang panggul atau koxa, iga-iga dan skapula (tulang belikat).
4. *Tulang tak beraturan* adalah yang tidak dapat dimasukkan dalam salah satu dari ketiga kelas tadi. Contoh tulang tak beraturan adalah vertebra dan tulang wajah.
5. *Tulang sesmoid* termasuk kelompok lain. Ia berkembang dalam tendon otot-otot dan dijumpai di dekat sendi. Patela adalah contoh yang terbesar dari jenis ini.

C. TENGGORAK

Tengkorak adalah tulang kerangka dari kepala yang disusun menjadi dua bagian kranium (adakalanya disebut kalvaria) terdiri atas delapan tulang, dan kerangka wajah terdiri atas empat belas tulang. Rongga tengkorak mempunyai permukaan atas yang dikenal sebagai kubah tengkorak, licin pada permukaan luar dan pada permukaan dalam ditAndai dengan gili-gili dan lekukan supaya dapat sesuai dengan otak dan pembuluh darah.

Permukaan bawah dari rongga dikenal sebagai dasar tengkorak atau *basis kranii*. Ia ditembusi oleh banyak lubang supaya dapat dilalui serabut saraf dan pembuluh darah.



Gb. 1

Bagian dalam rongga tengkorak, memperlihatkan fossa-fossa anterior, tengah dan posterior dari cranium (Evelyn P.2002)

Tulang kranium:

| | |
|--------------------|------------------------|
| 1 tulang Oksipital | tulang kepala belakang |
| 2 tulang Parietal | tulang ubun-ubun |
| 1 tulang Frontal | tulang dahi |
| 2 tulang Temporal | tulang pelipis |
| 1 tulang Etmoid | tulang tapis |

Tulang oksipital terletak di bagian belakang dan bawah rongga kranium. Ia ditembusi oleh foramen magnum atau lubang kepala belakang yang dilalui medulla oblongata untuk bertemu dengan medulla spinalis. Sisi foramen magnum berupa massa tulang yang membentuk kondil-kondil (kondilus) tengkorak untuk dijadikan permukaan persendian untuk atlas (tulang penjunjung) (lihat gambar 3).

Kedua tulang parietal membentuk bersama atap dan sisi tengkorak. Permukaan luarnya halus, tetapi permukaan dalam ditandai oleh kerutan-kerutan dalam yang memuat arteri-arteri kranium.

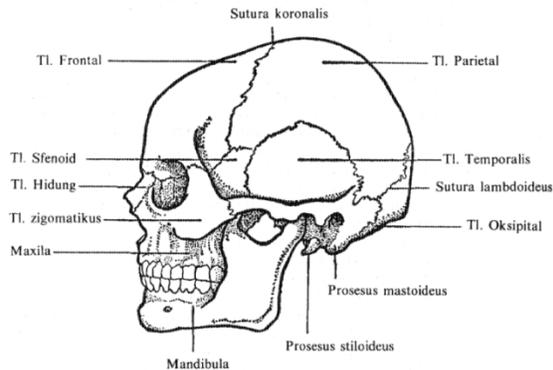
Tulang frontal membentuk dahi dan bagian atas dari rongga mata. Tepi supraorbital ditandai dengan takik di tengah sebelah dalam..

Dua tulang temporal membentuk bagian bawah dari sisi kanan dan kiri tengkorak. Setiap tulang terdiri atas dua bagian, yaitu bagian *squama* atau bagian pipih menjulang ke atas dan memungkinkan otot-otot temporal berkait padanya.

Bagian **mastoid** terletak di belakang dan berjalan ke bawah sebagai *prosesus mastoideus*; permukaan luar memungkinkan otot sternokleidomastoideus berkaitan padanya. *Prosesus mastoideus* mempunyai ruang-ruang yang dikenal sebagai rongga udara mastoid dan sebuah ruangan khusus yang besar dan terletak sedikit lebih ke depan, disebut *antrum timpanik (ruang gendang)*.. Bagian *petrosus* dari tulang temporal terjepit dalam dasar tengkorak dan memuat alat-alat pendengaran .

Etmoid adalah tulang yang ringan dan seperti spons, berbentuk kubus, terletak pada atap hidung dan terjepit di antara kedua rongga mata.

Sphenoid (tulang baji) berbentuk kelelawar dengan kedua sayapnya direntangkan. Tulang ini terdiri atas badan dan dua sayap yang besar dan dua yang lebih kecil. Badannya memperlihatkan sebuah lekukan yang dinamai sella tursica (pelana Turki) yang memuat kelenjar hipofisis (di dalam fosa hipofisealis). Letaknya pada dasar tengkorak dan bagian besar dari fosa medialis kranii (lekukan tengah tengkorak dibentuk olehnya).



Gb. 2

Sisi kiri dari tengkorak, menunjukkan kedudukan beberapa tulang dan sutura dan sendi Temporo-Mandibularis (Evelyn P.2002)

Sutura (sela) Kranium: Tulang-tulang tengkorak disambung satu sama lain oleh sambungan yang tak dapat bergerak yang disebut sutura, kecuali sebuah tulang wajah, yaitu mandibula atau rahang bawah. Mandibula ini membentuk sendi dengan tulang temporal, yaitu sendi mandibula.

Sutura-sutura yang utama adalah:

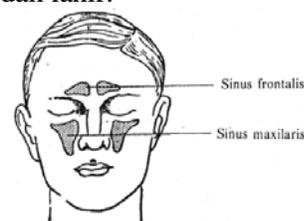
Sutura koronalis antara tulang frontal dan kedua tulang parietal. **Sutura sagitalis** antara kedua tulang parietal dan berjalan dari depan ke belakang melalui puncak tengkorak, dan **Sutura lamboidalis** antara tulang oksipital dan kedua tulang parietal.

Fontanel, atau ubun-ubun. Tulang tengkorak bayi yang baru lahir belum mengeras secara sempurna. Ruang antar tulang diisi dengan membran dan membran pada sudut-sudut tulang itu disebut fontanel. **Fontanel** yang terlebar terletak pada pertemuan tulang frontal dan kedua parietal, di mana sutura koronalis dan sagitalis bertemu. Tempat ini disebut **fontanel anterior**, berukuran kira-kira 4 cm dari belakang ke depan dan merupakan tempat lunak di atas kepala seorang bayi, dan melalui tempat itu dapat meraba denyutan otaknya.

Secara normal fontanel ini menutup pada usia delapan belas bulan. **Fontanel posterior** terletak di belakang, pada pertemuan kedua tulang parietal dengan tulang oksipital. Yang menutup segera sesudah lahir.



Gb 3 anterior berbentuk segi banyak lebih luas daripada posterior (Evelyn.2002)



Gb 4 Sinus udara (Evelyn P 2002)

1. Sinus-sinus udara pada tengkorak.

Tulang-tulang tengkorak mempunyai beberapa ruang atau sinus. *Sinus frontalis*, *maxilaris*, *etmoidalis* merupakan sinus paranasalis, yang berhubungan dengan hidung. Sinus udara ini meringankan berat tengkorak dan memperkeras suara pembicaraan.

Sinus frontalis terletak di dalam tulang dahi, masing-masing di kiri dan kanan pangkal hidung dan di atas sudut mata. *Sinus maxilaris* adakalanya dikenal sebagai antrum Highmore, terletak kiri dan kanan hidung di dalam tulang maxilaris. Sejumlah ruang kecil yang dikenal sebagai *sel mastoid* terletak di dalam tulang *temporalis*; antrum mastoid adalah yang terbesar di antaranya dan terletak dalam *prosesus mastoideus*. Berhubungan dengan rongga *timpani*

2. Tulang Wajah

Terdapat 14 tulang wajah yang semuanya, *kecuali mandibula*, dihubungkan oleh sutura dan tak dapat bergerak.

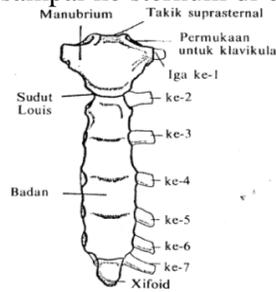
- a. Dua tulang hidung membentuk lengkung hidung.
- b. Dua tulang palatum membentuk atap mulut dan dasar hidung.
- c. Dua tulang lakrimalis (tulang air mata) membentuk saluran air mata dan bagian dari tulang rongga mata pada sudut dalam rongga mata. Melalui celah ini air mata disalurkan ke hidung.
- d. Dua tulang zigomatikus (tulang lengkung pipi). Prosesus dari tulang ini bersatu dengan prosesus zigomatikus dari tulang temporal untuk membentuk lengkung tulang pipi atau arkus zigomatikus.
- e. Satu vomer (tulang pisau luku) membentuk bagian bawah dari sekat menulang dari hidung.
- f. Dua tulang *turbinatum inferior* (kerang hidung bawah) merupakan pasangan terbesar dari tiga pasang lipatan (*konkha hidung*) dinding lateral maxila.
- g. Dua maxila membentuk rahang atas dan memuat gigi atas. Badan maxila memuat ruang udara yang agak besar, yaitu sinus maxilaris atau antrum Highmore, yang berhubungan dengan hulu hidung melalui dua lubang kecil.

Mandibula membentuk rahang bawah. Selain tulang-tulang kecil dalam telinga, mandibula merupakan satu-satunya tulang pada tengkorak yang dapat bergerak. Mandibula dapat ditekan dan diangkat pada waktu membuka dan menutup mulut. Dapat ditonjolkan, ditarik ke belakang dan sedikit digoyangkan dari kiri ke kanan dan sebaliknya sebagaimana terjadi pada waktu mengunyah .

D. RANGKA DADA

Rangka dari dada atau torax tersusun atas tulang dan tulang rawan. Torax berupa sebuah rongga berbentuk kerucut, di bawah lebih lebar daripada di atas dan di belakang lebih panjang daripada di depan. Di sebelah belakang torax dibentuk oleh kedua belah *vertebra torakalis*, di depan oleh *sternum* dan di samping oleh kedua belah pasang iga, yang melingkari badan mulai dari

belakang dari tulang belakang sampai ke sternum di depan.



Gb 5.

Pandangan anterior sternum memperlihatkan permukaan yang membentuk sendi dengan klavikula dan ke tujuh pasang iga (Evelyn P. 2002)

Sternum. Sternum atau tulang dada adalah sebuah tulang pipih yang terbagi atas tiga bagian.

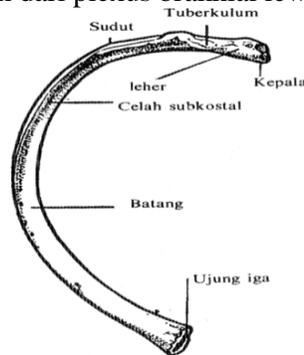
Manubrium sterni adalah sepotong tulang berbentuk segitiga terletak di atas badan sternum. Pada sisi atas dan sampingnya *manubrium sterni* membuat sendi dengan *klavikula* dengan perantaraaan takik klavikuler.

Badan Sternum panjang dan sempit serta bertakik pada kedua sisinya di tempat persambungan dengan tulang rawan iga-iga ketiga, keempat, kelima, keenam dan ketujuh.

Prosesus ensiformis atau tulang *xifoid* adalah bagian yang paling rendah dari sternum. Pada usia muda berupa tulang rawan, tetapi pada usia dewasa menjadi lebih tulang. Diafragma (sekat rongga badan), linea alba dan otot rektus abdominis diikat pada *tulang xifoid*.

Iga-iga. Terdapat dua belas pasang iga. Mereka bersambung pada tulang punggung di belakang, membuat sendi dengannya dengan perantaraan faset yang terdapat pada sisi badan ruas tulang punggung dan prosesus transversusnya yang sesuai dengan faset yang serupa pada setiap iga.

Ketujuh pasang iga atas di sebelah anterior bersambung dengan sternum dengan perantaraan tulang rawan iga. Semua ini adalah iga-iga yang sebenarnya. Iga pertama adalah yang terpendek. Vena subklavia, arteri subklavia dan cabang terendah dari plexus brakhial lewat di atas iga ini.



Gb 6.

Sebuah iga yang khas dilihat dari bawah(Evelyn P.2002)

Dari lima pasang iga terbawah, yang kedelapan, kesembilan dan kesepuluh tidak langsung disambung pada sternum. Tetapi dengan perantaraan tulang rawan iga bersambung pada iga di atasnya. Dua pasang iga terakhir, di sebelah depan tidak bersambung dengan apapun juga dan disebut **iga selungkang** (iga melayang).

Iga-iga berjalan ke bawah dari belakang ke depan. Ujung posterior iga lebih kuat mengait, sedangkan ujung anterior agak dapat bergerak. Karena sifat elastik dari tulang rawan kostal itu maka gerakan iga pada pernapasan sangat bebas.

Kolumna vertebralis atau rangkaian tulang belakang adalah sebuah struktur lentur yang dibentuk oleh sejumlah tulang yang disebut *vertebra* atau ruas tulang belakang. Di antara tiap dua ruas tulang pada tulang belakang terdapat bantalan tulang rawan. Panjang rangkaian tulang belakang pada orang dewasa dapat mencapai 57 sampai 67 sentimeter. Seluruhnya terdapat 33 ruas tulang, 24 buah di antaranya adalah tulang-tulang terpisah dan 9 ruas sisanya bergabung membentuk 2 tulang. *Vertebra* dikelompokkan dan dinamai sesuai dengan daerah yang ditempatinya.

Tujuh vertebra servikal atau ruas tulang bagian leher membentuk daerah tengkuk, dua belas vertebra torakalis atau ruas tulang punggung membentuk bagian belakang torax atau dada.

Lima vertebra lumbalis atau ruas tulang pinggang membentuk daerah lumbal atau pinggang.

Lima vertebra sakralis atau ruas tulang kelangkang membentuk sakrum atau tulang kelangkang.

Empat vertebra koksigeus atau ruas tulang tungging membentuk tulang *koksigeus* atau tulang tungging.



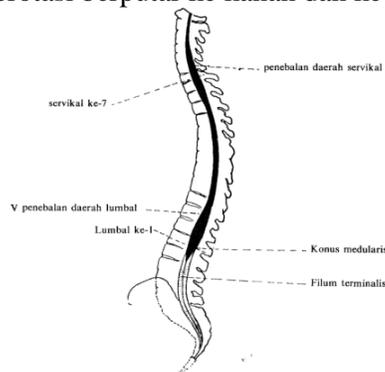
Gb. 7

Lengkung-lengkung dari tulang belakang (Evelyn P.2002)

Sendi kolumna vertebra. Sendi ini dibentuk oleh bantalan tulang rawan yang diletakkan di antara setiap dua vertebra, dikuatkan oleh ligamentum yang berjalan di depan dan di belakang badan-badan vertebra sepanjang kolumna vertebralis. Massa otot di setiap sisi membantu dengan sepenuhnya kestabilan tulang belakang.

Diskus Intervertebralis atau cakram antar ruas adalah bantalan tebal dari tulang rawan fibrosa yang terdapat di antara badan vertebra yang dapat bergerak.

Gerakan. Sendi yang terbentuk antara cakram dan vertebra adalah persendian dengan gerakan yang terbatas saja dan termasuk sendi jenis simfisis, tetapi jumlahnya yang banyak memberi kemungkinan membengkok kepada kolomnya secara keseluruhan. Gerakannya yang mungkin adalah flexi atau membengkok ke depan, ekstensi, membengkok ke belakang, membengkok lateral ke setiap sisi dan berotasi berputar ke kanan dan ke kiri.



Gb.8-

Sumsum tulang belakang dalam hubungan dengan kolumna vertebralis. Penebalanservikal sumsum tulang belakang terjadi dari vertebra servikalis sampai torakal kedua. Penebalan lumbal mulai pada kira-kira ketinggian torakal kesembilan. Dan di bawah ketinggian vertebratorakalis kedua belas mengecil untuk memben-tuk konus medularis dan berakhir pada tepi bawah vertebra lumbalis pertama atau pada tepi atas yang kedua. Kalau dilakukan punksi lumbalmaka jarum masuk ke dalam celah sub-arakhnoid, melalui vertebra lumbal ketiga dan keempat atau keempat dan kelima. Dengan demikian menghindarkan kemungkinan pelukaan sumsum tulang belakang.(Evelyn P. 2002)

Fungsi dari Kolumna vertebralis. Kolumna vertebralis bekerja sebagai pendukung badan yang kokoh dan sekaligus juga bekerja sebagai penyangga dengan perantaraan tulang rawan cakram intervertebralis yang lengkungannya memberi fleksibilitas dan memungkinkan membongkok tanpa patah. Cakramnya juga berguna untuk menyerap guncangan yang terjadi bila menggerakkan berat badan seperti waktu berlari dan meloncat, dan dengan demikian otak dan sumsum belakang terlindung terhadap guncangan.

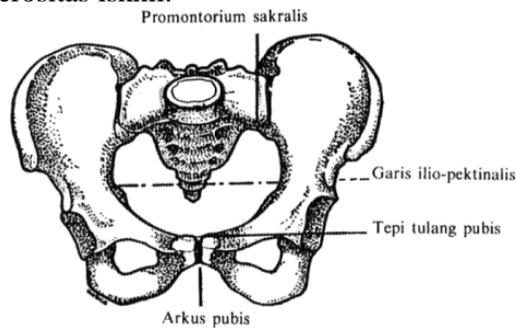
Kolumna vertebralis juga memikul berat badan, menyediakan permukaan untuk kaitan otot dan membentuk tapal batas posterior yang kukuh untuk rongga-rongga badan dan memberi kaitan pada iga.

E. GELANG PANGGUL ATAU TULANG-TULANG PELVIS

Gelang panggul adalah penghubung antara badan dan anggota bawah.

Sebagian dari kerangka axial, yaitu tulang sakrum dan tulang koksigeus, yang letaknya terjepit antara dua tulang koxae, turut membentuk gelang ini. Dua tulang koxa itu bersendi satu dengan lainnya di tempat simfisis pubis.

Pelvis terbagi atas panggul besar atau pelvis mayor yang merupakan suatu pasu dan terletak di bawah garis tepi atau linea terminalis, dan panggul kecil dibentuk oleh tulang ilium yang melebar di atas linea terminalis. Pintu atas panggul yang disebut **Aditus Pelvis** (Inlet) dibentuk oleh promontorium dari sakrum, garis ilio-pektinal (di setiap sisi) dan krista dari tulang-tulang pubis (tulang duduk). Pintu bawah panggul (outlet) atau exitus pelvis dilingkari oleh os koksigeus dan tuberositas iskhii.



Gb.9

Pelvis wanita

Pelvis wanita, disesuaikan untuk melahirkan anak, lebar dan pendek bergawang-masuk besar dan bundar. Arkus pubis lebih lebar, jarak tuberositas ischii lebih jauh daripada pria dan tulang koksigis dapat bergerak sedikit.(Evelyn P.2002)

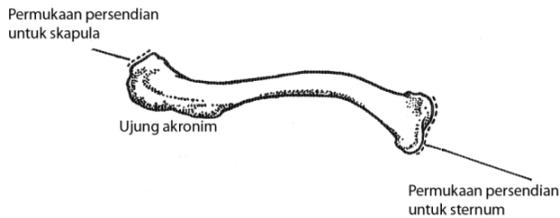
F. KERANGKA ANGGOTA ATAS

Kerangka anggota atas dikaitkan pada kerangka badan dengan perantara gelang bahu, yang terdiri atas klavikula dan skapula. Di bawahnya terdapat tulang-tulang yang membentuk kerangka lengan, lengan bawah dan tapak tangan yang seluruhnya berjumlah 30 buah tulang:

- Humerus tulang lengan atas 5 buah Tulang Metakarpal
- Ulna dan Radius tulang hasta dan tulang pengumpil tulang tapak tangan
- 8 buah Tulang Karpal tulang pangkal tangan 14 buah falanx ruas jari tangan

Klavikula atau tulang selangka adalah tulang yang melengkung yang membentuk bagian anterior dari gelang bahu. Untuk keperluan pemeriksaan dibagi atas batang dan dua ujung. Ujung medial disebut extremitas sternal dan membuat sendi dengan sternum. Ujung lateral disebut extremitas akromial, yang bersendi pada prosesus akromion dari skapula.

Fungsi. Klavikula memberi kaitan kepada beberapa otot dari leher dan bahu dan dengan demikian bekerja sebagai penopang lengan.

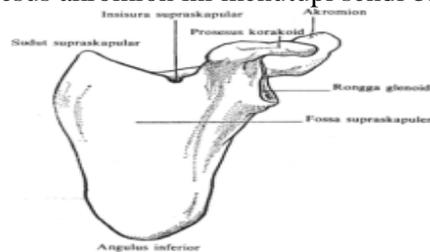


Gb. 10
Permukaan atas kiri dari kavikula kiri (Evelyn P. 2002)

G. SKAPULA

Skapula atau tulang belikat membentuk bagian belakang dari gelang bahu dan terletak di sebelah belakang torax lebih dekat permukaan daripada iga. Bentuknya segitiga pipih dan memperlihatkan dua permukaan, tiga sudut dan tiga sisi.

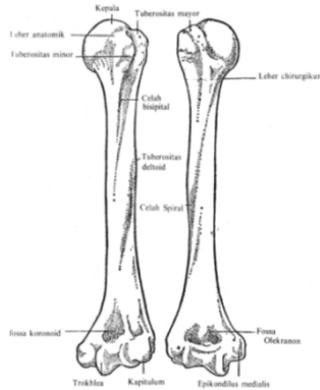
Permukaan Skapula. Permukaan anterior atau kostal disebut fossa subskapularis dan terletak paling dekat dengan iga. Permukaan posterior atau dorsal terbagi oleh sebuah tonjolan yang disebut spina dari skapula dan yang berjalan menyeberangi permukaan itu sampai ujungnya dan berakhir menjadi prosesus akromion. Prosesus akromion ini menutupi sendi bahu .



Gb. 11
Pandangan anterior skapula kiri (Evelyn P 2002)

H. HUMERUS

Humerus atau tulang lengan atas adalah tulang terpanjang dari anggota atas. memperlihatkan sebuah batang dan dua ujung. Sepertiga dari atas ujung humerus terdiri atas sebuah kepala, yang membuat sendi dengan rongga glenoid dari skapula dan merupakan bagian dari bangunan sendi bahu. Segera dibawah leher ada bagian yang sedikit lebih ramping yang disebut leher anatomik. Di sebelah luar ujung atas di bawah leher anatomi terdapat sebuah benjolan, yaitu *tuberositas mayor* dan di sebelah depan ada benjolan lebih kecil, yaitu *tuberositas minor*. Antara kedua tuberositas ini terdapat sebuah celah, celah *bisipital* atau *sulkus intertuberkularis*, yang memuat tendon dari otot bisep. Tulang menjadi lebih sempit di bawah



Gambar 11

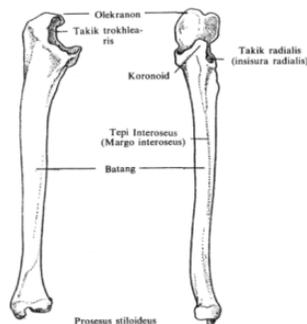
Pandangan anterior dan posterior dari humerus kiri, memperlihatkan titik-titik yang menjulang, yang disebut di dalam teks (Evelyn P.2002).

I. ULNA

Ulna atau tulang hasta adalah sebuah tulang pipa yang mempunyai sebuah batang dan dua ujung. Tulang itu adalah tulang sebelah medial dari lengan bawah dan lebih panjang dari radius atau tulang pengumpil. Kepala ulna ada di sebelah ujung bawah.

Ujung atas Ulna kuat dan tebal, dan masuk dalam formasi sendi siku. Prosesus olekranon menonjol ke atas di sebelah belakang dan tepat masuk di dalam fossa olekranon dari humerus.

Prosesus koronoideus dari ulna menonjol di depannya, lebih kecil daripada prosesus olekranon dan tepat masuk di dalam fossa koronoid dari humerus bila siku dibengkokkan. Batang Ulna makin mendekati ujung bawah makin mengecil. Memberi kaitan kepada otot yang mengendalikan gerakan dari pergelangan tangan dan jari. Otot-otot flexor datang dari permukaan anterior dan otot-otot extensor dari permukaan posterior. Otot yang mengadakan pronasi atau putaran ke depan, dan otot yang mengadakan supinasi atau putaran ke belakang dari lengan bawah juga dikaitkan kepada batang ulna.



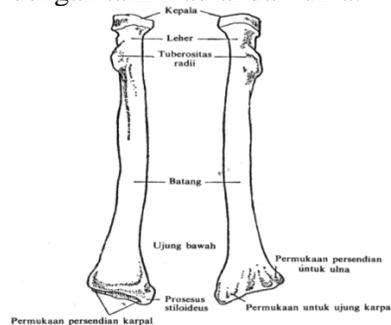
Gb.12

Ulna kin memperlihatkan pandangan anterior dan lateral dengan sisi-sisi yang menjulang (Evelyn P. 2002)

J. RADIUS

Radius adalah tulang di sisi lateral lengan bawah. Merupakan tulang pipa dengan sebuah batang dan dua ujung dan lebih pendek daripada ulna.

Ujung atas radius kecil dan memperlihatkan kepala berbentuk kancing dengan permukaan dangkal yang bersendi dengan kapitulum dari humerus. Sisi-sisi kepala radius bersendi dengan takik radial dari ulna.



Gb. 13

Radius kid memperlihatkan pan dengan anterior dan posterior, dan memperlihatkan ujung-ujung menonjol (Evelyn p.2002)

K. TULANG PERGELANGAN TANGAN DAN TANGAN

Tulang tangan disusun dalam beberapa kelompok. Karpus (tulang pangkal tangan) atau tulang yang masuk formasi pergelangan, adalah tulang pendek. Metakarpal membentuk kerangka tapak tangan dan berbentuk tulang pipa. Falanx adalah tulang jari dan berbentuk tulang pipa.

Karpus terdiri atas delapan tulang tersusun dalam dua baris, empat tulang dalam setiap baris. Baris atas tersusun dari luar ke dalam adalah berikut, navikular (skafoid), lunatum (semilunar), trikwatrum dan pisiform.

Baris bawah adalah trapezium (multangulum mayus), trapezoid (multangulum minus), kapitatum, hamatum.

Navikulare (skafoid) adalah tulang berbentuk perahu; lunatum (semilunare) adalah berbentuk seperti bulan sabit dan dua tulang itu bersendi di atas dengan ujung bawah radius dalam formasi pergelangan, dan di bawah bersendi dengan beberapa dari tulang karpal dari barisan kedua.

Proximal :

tulang bentuk kapal os navikulare

tulang bulan os lunatum

tulang segitigaos triquetrum

tulang kacang os pisiformis

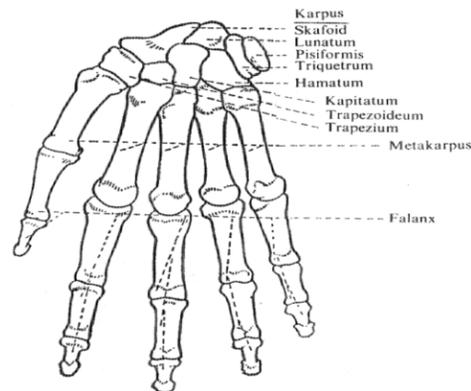
Distal :
tulang besar segi banyak os multangulum mayus tulang kecil segi banyak os trikwetrum

tulang berkepala os kapitatum

tulang berkait os hamatum

Metakarpus. Terdapat lima tulang metakarpal. Setiap tulang mempunyai batang dan dua ujung. Ujung yang bersendi dengan tulang kapal disebut ujung karpal dan sendi yang dibentuknya adalah sendi karpo-metakarpal. Ujung distal bersendi dengan falanx dan disebut kepala. Batang dari tulang ini adalah prismoidal (seperti prisma), dan permukaannya yang terbesar menghadap posterior (ke arah belakang tangan). Otot interosa dikaitkan pada sisi-sisi batang.

Falanx juga tulang panjang, mempunyai batang dan dua ujung. Batangnya mengecil di arah ujung distal. Terdapat empat belas falanx, tiga pada setiap jari dan dua pada ibu jari.



Gb. 14

Pandangan anterior dari tulang pergelangan dan tangan kanan, beserta nama hubungan kedudukan terhadap satu-satu tulang. (Evelyn P.2002)

L. KERANGKA ANGGOTA GERAK BAWAH

Tulang dari extremitas bawah atau anggota gerak bawah dikaitkan kepada batang tubuh dengan perantara gelang panggul.

Anggota bawah terdiri atas tiga puluh satu tulang:

- 1 Tulang koxa Tulang pangkal paha
- 1 Femur Tulang paha
- 1 Tibia Tulang kering
- 1 Fibula Tulang betis
- 1 Patela Tempurung lutut
- 1 Tulang tarsal Tulang pangkal kaki
- 5 Tulang metatarsal Tulang telapak kaki
- 14 Falanx Ruas jari kaki

Tulang kemaluan atau **Pubis** terdiri atas sebuah badan dan dua ramus. Badannya berbentuk persegi empat dan di atasnya menjulang krista pubis. Tulang pubis bersatu di depan pada simfisis pubis.

Iskhium atau tulang duduk adalah bagian yang tertebal dan terkeras. Tuberositas dari iskhium terletak pada titiknya yang terendah dan tubuh menjejak di atasnya kalau duduk. Sebuah eminensus tajam, yaitu spina dari iskhium, menonjol di belakang dan itu adalah titik terendah dari insisura

iskhiadika.

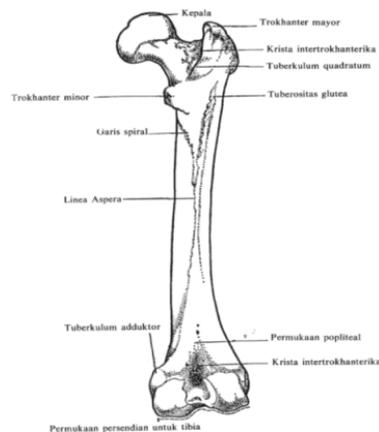
Foramen obturatum adalah foramen yang besar berbentuk lonjong terletak di bawah asetabulum dan dibatasi oleh pubis dan iskhium. Lubangnya berisi membran dan melalui bagian atasnya pembuluh dan saraf obturatum herjalan dari pelvis masuk paha.

Asetabulum adalah rongga jeluk, berbentuk eawan yang dibentuk oleh pertemuan tiga tulang: pubis membentuk bagian depan, ilium bagian atas dan iskhium bagian belakang. Asetabulum bersendi dengan femur dalam formasi gelang panggul.

M. FEMUR

Femur atau tulang paha adalah tulang terpanjang dari tubuh. Tulang itu bersendi dengan asetabulum dalam formasi persendian panggul dan dari sini menjulur medial ke lutut dan membuat sendi dengan tibia.

Batang femur berbentuk silinder, halus dan bundar di depan dan di sisi-sisinya. Melengkung ke depan dan di belakangnya ada tonjolan yang sangat jelas, disebut *linea aspera*, tempat kaitan sejumlah otot, di antaranya adduktor dari paha. Femur mengadakan persendian dengan tiga tulang, tulang koxa, tulang tibia dan patela, tetapi tidak bersendi dengan fibula.

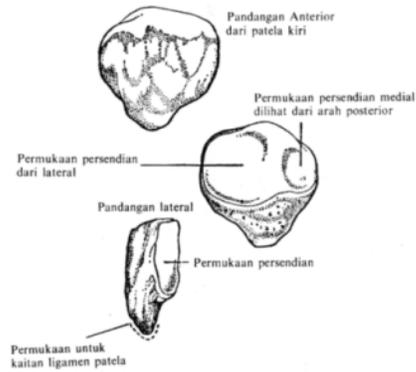


Gb. 15

Pandangan anterior dari femur kiri, memperlihatkan segi-segi yang penting, yang disebut dalam teks (Evelyn P. 2002)

N. PATELA

Patela atau tempurung lutut adalah tulang baji atau tulang sesamoid yang berkembang di dalam tendon otot kwadrisep extensor. Apex patela per permukaan posteriornya halus dan bersendi dengan permukaan pateler dari ujung bawah femur. Letaknya di depan sendi lutut, tetapi tidak ikut serta di dalamnya



Gb. 16

Pandangan anterior, lateral dan posterior dari patela kiri (Evelyn P. 2002)

O. TIBIA

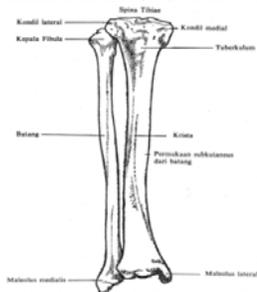
Tibia atau tulang kering merupakan kerangka yang utama dari tungkai bawah dan terletak medial dari fibula atau tulang betis; tibia adalah tulang pipa dengan sebuah batang dan dua ujung. Ujung atas memperlihatkan adanya kondil medial dan kondil lateral. Ujung bawah masuk dalam formasi persendian mata kaki.

Permukaan lateral dari ujung bawah bersendi dengan fibula pada persendian tibio- fibuler inferior. Tibia membuat sendi dengan tiga tulang, yaitu femur, fibula dan talus.

P. FIBULA

Fibula atau tulang betis adalah tulang sebelah lateral tungkai bawah. Tulang itu adalah tulang pipa dengan sebuah batang dan dua ujung.

Ujung atas berbentuk kepala dan bersendi dengan bagian belakang luar dari tibia, tetapi tidak masuk dalam formasi sendi lutut.



Gb. 17

Pandangan anterior dari tibia dan fibula kanan (Evelyn P. 2002)

Q. TULANG – TULANG KAKI

Tulang tarsal (tulang pangkal kaki). Ada tujuh buah tulang yang secara kolektif dinamakan tarsus. Tulang-tulang itu adalah tulang pendek, terbuat dari jaringan tulang berbentuk jala dengan pembungkus jaringan kompak. Tulang-

tulang ini mendukung berat badan kalau berdiri.

Kalkaneus atau tulang tumit adalah tulang terbesar dari tapak kaki. Tulang itu ada di sebelah belakang dan membentuk tumit dan mengalihkan berat badan di atas tanah ke belakang. Memberi kaitan pada otot besar dari betis dengan perantaraan tendon achilles atau tendon kalkaneus. Di sebelah atas bersendi dengan talus dan di depan dengan kuboid.

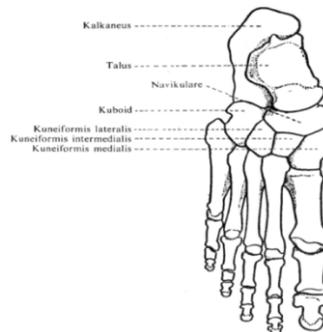
Talus atau tulang loncat merupakan pusat dan titik tertinggi dari tapak kaki. Tulang itu mendukung tibia dan di setiap sisi bersendi dengan maleolus; di bawah dengan kalkaneus.

Navikular, (tulang bentuk kapal) ada di sebelah medial kaki, antara talus di sebelah belakang dan tiga tulang kuneiform di depan.

Tiga tulang *kuneiform*, (tulang bentuk baji), bersendi posterior dengan navikular dan anterior dengan tiga tulang metatarsal yang di medial.

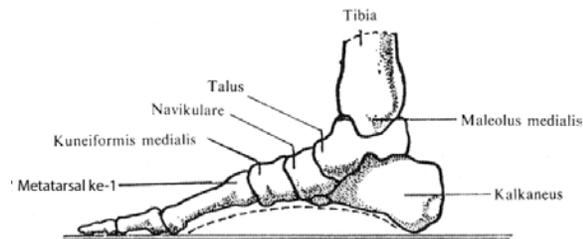
Kuboid (atau tulang dadu) ada di sebelah lateral kaki. Posterior is bersendi dengan kalkaneus dan di depan dengan kedua tulang matatarsal yang di sebelah lateral.

Tulang Metatarsal. Terdapat lima tulang metatarsal. Tulang-tulang ini tulang pipa dengan sebuah batang dan dua ujung. Ujung proximal atau ujung tarsal bersendi dengan tulang tarsal. Ujung distal atau falangeal bersendi dengan tulang tarsal. Ujung distal atau falangeal bersendi dengan basis falanx proximal.



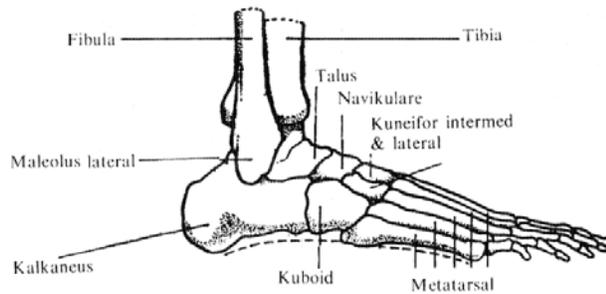
Gb. 18

Pandangan dorsal dari tulang-tulang tapak kaki kanan(Evelyn P. 2002)



Gb. 19

Tulang-tulang kaki kanan memperlihatkan lengkung medial atau lengkung longi- tudinal tengah, juga tibia yang bersendi dengan maleolus medial dalam formasi sendi mata kaki(Evelyn P. 2002)



Gb. 20

Tulang-tulang tapak kaki kanan, memperlihatkan lengkung lateral atau lengkung longitudinal luar. Kedudukan relatif dari tulang-tulang yang membentuk mata kaki

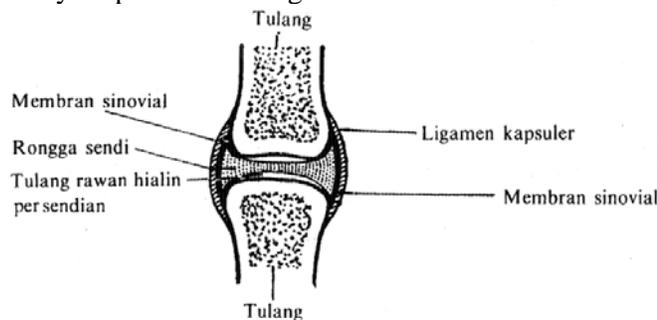
R. PERSENDIAN.

Persendian (Simfisis adalah istilah yang digunakan untuk melukiskan sebuah persendian yang hanya dapat bergerak sedikit, sedangkan ujung-ujung tulang dipisahkan oleh sebuah bantalan tulang rawan fibrotik). Sendi temporer (sementara) atau sendi tulang rawan primer dijumpai antara diafisis dan epifisis tulang-tulang pipa sebelum pertumbuhan penuhnya sempurna. Sendi sinovial atau diartroses adalah persendian yang bergerak bebas dan terdapat banyak ragamnya. Semua mempunyai cirinya yang sama.

Ciri sendi yang bergerak bebas.

Ujung tulang-tulang yang masuk dalam formasi persendian ditutupi oleh tulang rawan hialin.

Ligamen dipermukan untuk mengikat tulang-tulanganya bersama. Sebuah rongga persendian: rongganya terbungkus oleh sebuah kapsul daripada jaringan fibrus yang biasanya diperkuat oleh ligamen.



21 — *Irisan atas persendian sinovial yang khas (Evelyn P.2002)*

Tulang-tulang ditutupi tulang rawan.Ligamen mengikat tulang-tulang bersama Membran sinovial menyelaputi rongga per- sendian dan mengeluarkan cairan untuk me-meminyaki sendi (Evelyn P. 2002)

Berbagai jenis *sendi sinovial*. Terdapat enam jenis. Sendi datar atau sendi

geser. Dua permukaan datar dari tulang saling meluncur satu atas yang lainnya, misalnya sendi karpus dan tarsus.

Sendi putar, di mana sebuah ujung bulat tepat masuk di dalam sebuah rongga cawan tulang lain, yang mengizinkan gerakan ke segala jurusan, seperti bola di dalam lubang berbentuk cawan, misalnya sendi panggul dan sendi bahu.

Sendi engsel; di dalam jenis ini satu permukaan bundar diterima oleh yang lain sedemikian rupa sehingga hanya mungkin gerakan dalam satu bidang, seperti gerakan engsel. Contoh yang baik adalah sendi siku.

Sendi kondiloid mirip sendi engsel, tetapi dapat bergerak dalam dua bidang, lateral, ke belakang dan ke depan, sehingga flexi dan extensi dan abduksi dan adduksi (ke samping dan ketengah) dan sedikit sirkumduksi, seperti pada pergelangan tangan tetapi bukan rotasi (perputaran).

Sendi berporos atau sendi putar ialah yang hanya mungkin perputaran, seperti pada gerakan kepala, di mana atlas yang berbentuk cincin berputar sekitar prosesus yang berbentuk paku dari axis (servikal kedua atau epistrofeus), contoh lain ialah gerakan radius sekitar ulna waktu pronasi (putar ke depan) dan supinasi (putar ke belakang) dari lengan bawa.

Sendi pelana atau sendi yang timbal-balik menerima, misalnya sendi antara trapezium (multangulum mayus) dan tulang metakarpal pertama dari ibu jari, memberi banyak kebebasan bergerak, memungkinkan ibu jari berhadapan dengan jari-jari lainnya.

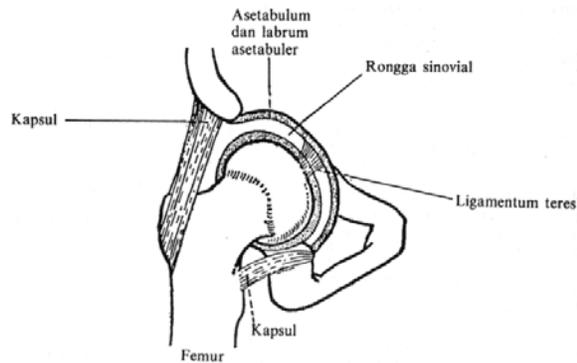
1. Gerakan Sendi.

Gerak-gerak yang terjadi pada sendi-sendi kerangka dapat dibagi dalam tiga kelompok utama.

- a. Gerakan meluncur, di mana dua permukaan ceper bergerak bergeseran satu atas yang lainnya, seperti dalam gerakan antara tulang-tulang karpal dan tarsal.
- b. Gerakan bersudut (anguler), yang diterangkan sesuai dengan arah dari gerakan, misalnya flexi, lenturan atau pelipatan; extensi (pelurusan atau penguluran), yang terjadi sekitar sebuah sumbu yang terpasang melintang. Dalam hal sendi mata kaki, istilah dorso-flexi dan plantar-flexi digunakan. Adduksi adalah gerakan ke arah medial badan, dan abduksi ke arah menjauh dari medial badan, keduanya memutar sumbu yang memanjang dalam arah anteroposterior (dari depan ke belakang).
- c. Gerakan rotasi adalah di mana satu tulang bergerak mengitari tulang lain atau di dalam tulang lain seperti pada sendi putar, misalnya rotasi radius mengelilingi ulna. Hal itu juga terjadi pada bahu dan agak terbatas pada sendi panggul.

Gerakan yang terjadi pada siku adalah flexi dan extensi.

Sudut siku yang dibuat bila siku lurus dan lengan bawah dan tangan dalam supinasi adalah kira-kira 170 derajat dengan lengan atas.

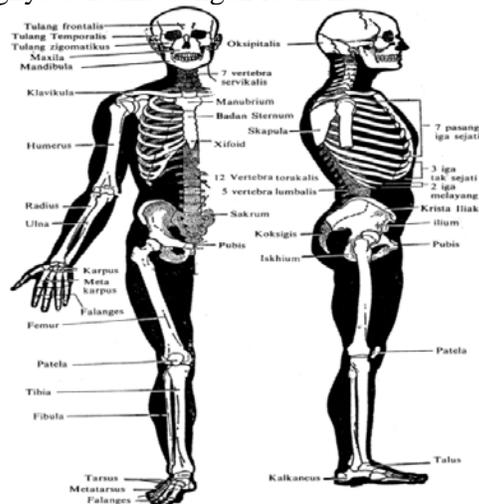


Gb. 22
 Irisan melalui sendi panggul, menunjukkan bagian-bagian yang melengkapinya (Evelyn P. 2002)

Struktur interartikuler. Beberapa struktur penting berada di dalam sendi lutut. Tulang rawan semilunaris terletak di atas permukaan persendian yang berupa dataran tinggi dari tibia guna memperdalamnya untuk penerimaan rawan kondiler dari femur. Ligamen bersilang berjalan ke permukaan dari puncak kondil tibial ke persendian arah permukaan kasar di atas takik interkondiloid dari femur.

2. Ligamen korone

Ligamen-ligamen ini bertujuan membatasi gerakan sendi lutut dan mengikat tulang tulangnya bersama dengan lebih kuat.



Gb 24
 mengambarkan seluruh kerangka badan dari kepala sampai kaki (Evelyn P. 2002)

Latihan

- 1) **Skelet atau kerangka** adalah rangkaian tulang yang mendukung dan melindungi beberapa organ lunak, terutama dalam tengkorak dan panggul. Apakah fungsi lain dari kerangka?
- 2) **Sinus-sinus udara pada tengkorak.** Tulang-tulang tengkorak mempunyai beberapa ruang atau sinus. *Sinus frontalis, maxilaris, etmoidalis* merupakan sinus paranasalis, yang berhubungan dengan hidung. Apakah fungsi dari sinus-sinus tersebut?
- 3) **Mandibula** membentuk rahang bawah. Selain tulang-tulang kecil dalam telinga, mandibula merupakan satu-satunya tulang pada tengkorak yang dapat bergerak. Mandibula dapat ditekan dan diangkat pada waktu membuka dan menutup mulut. Dapat ditonjolkan, ditarik ke belakang dan sedikit digoyangkan dari kiri ke kanan dan sebaliknya. Kapankah kita bisa mengamati pergerakan mandibula tersebut?
- 4) Kolumna vertebralis bekerja sebagai pendukung badan yang kokoh dan sekaligus juga bekerja sebagai penyangga?
- 5) Femur atau tulang paha adalah tulang terpanjang dari tubuh. Tulang itu bersendi dengan asetabulum dan dari sini menjulur medial ke lutut dan membuat sendi dengan tibia. Apakah yang dibentuk femur bersendi dengan asetabulum?

Ringkasan

Skelet atau kerangka adalah rangkaian tulang yang mendukung dan melindungi beberapa organ lunak, terutama dalam tengkorak dan panggul, sebagai alat ungkit pada gerakan dan menyediakan permukaan untuk kaitan otot-otot kerangka.

Kerangka axial (kerangka sumbu) terdiri atas kepala dan badan, termasuk tulang-tulang berikut: Tengkorak, Tulang dada dan iga-iga, Tulang belakang, Tulang hyoid, Kerangka Appendikuler terdiri atas anggota gerak atas dan bawah, dan gelang panggul. Sebagai tambahan ada lagi tiga tulang kecil dalam rongga telinga tengah.

Kolumna vertebralis atau rangkaian tulang belakang adalah sebuah struktur lentur yang dibentuk oleh 33 ruas tulang, 24 buah di antaranya adalah tulang-tulang terpisah dan 9 ruas sisanya bergabung membentuk 2 tulang. *Vertebra* terdiri-dari tujuh vertebra servikal, dua belas vertebra torakalis, lima vertebra lumbalis atau ruas tulang pinggang, lima vertebra sakralis atau ruas tulang kelangkang, dan empat vertebra kosigeus atau ruas tulang tungging.

Fungsi dari Kolumna vertebralis adalah bekerja sebagai pendukung badan yang kokoh, sekaligus sebagai penyangga dengan perantaraan tulang rawan cakram intervertebralis yang lengkungannya memberi fleksibilitas dan memungkinkan membongkok tanpa patah.

Gelang panggul menghubungkan antara badan dan anggota bawah. Sebagian dari kerangka axial, yaitu tulang *sakrum* dan tulang *koksigeus*, yang letaknya terjepit antara dua tulang *koxae*, turut membentuk gelang ini. Dua tulang koxa itu bersendi satu dengan lainnya di tempat simfisis pubis. Kerangka anggota atas dikaitkan pada kerangka badan dengan perantaraan gelang bahu, yang terdiri atas klavikula dan skapula.

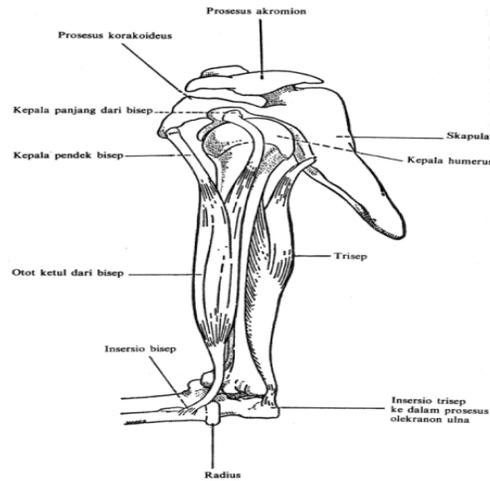
TOPIK 2 SISTEM OTOT/MUSKULUS

Tujuan pembelajaran yang dijelaskan/diuraikan pada Kegiatan Belajar-2 ini, Anda diharapkan dapat memahami tentang anatomi sistem otot/muskulus. Secara khusus Anda diharapkan dapat: (1) menjelaskan tentang sistem otot/muskulus (2) menjelaskan tentang anatomi otot/muskulus, (3) menjelaskan fisiologi sistem otot/muskulus. Untuk mencapai tujuan pembelajaran tersebut di atas, maka materi pembelajaran yang akan ANDA pelajari dalam Kegiatan Belajar-2 ini mencakup: (1) anatomi otot/muskulus (2) menjelaskan tentang fisiologi otot/muskulus. Pelajarilah secara seksama masing-masing topik dari materi pembelajaran yang diuraikan berikut ini.

A. OTOT

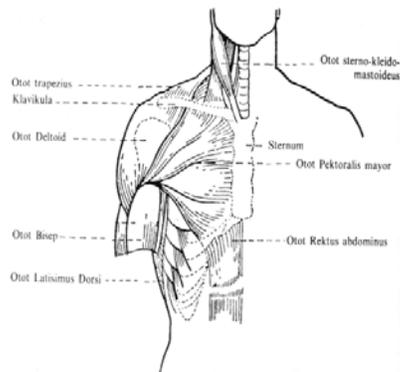
Miologi adalah istilah untuk pelajaran mengenai otot. Otot-otot kerangka merupakan salah satu dari empat kelompok jaringan pokok. Otot dikaitkan pada tulang, tulang rawan, ligamen dan kulit. Yang langsung terletak di bawah kulit adalah datar, dan yang pada anggota gerak panjang. Otot kerangka adakalanya dinamai menurut bentuknya, seperti *deltoid*; menurut jurusan serabutnya, seperti *rektus abdominis*, menurut kedudukan otot, seperti *pektoralis mayor*; menurut fungsinya seperti *flexor*, *extensor* dan sebagainya. Otot kerangka biasanya dikaitkan pada dua tempat tertentu, tempat yang terkuat disebut *origo* (asal) dan yang lebih dapat bergerak disebut *insersio*. Origo dianggap sebagai tempat dari mana otot timbul, dan *insersio* adalah tempat ke arah mana otot berjalan. Tempat terakhir ini adalah struktur yang menyediakan kaitan yang harus digerakkan oleh otot itu. Kecuali pada sebagian kecil otot setiap otot dapat menggerakkan baik origo maupun *insersionya*. Maka dikatakan bahwa origo dan *insersio* dapat berbalik fungsi. Misalnya: bisep timbul dari skapula dan berjalan turun ke lengan dan berinsersio di radius. Maka skapula merupakan tempat yang lebih terpancang, sedangkan radius adalah tempat yang digerakkan oleh bisep. Tetapi bila kedua tangan berpegangan pada sebuah batang horisontal dan badan diangkat ke atas setinggi lengan maka bisep akan membantu gerakan ini, dengan demikian ia bekerja dengan origo dan *insersio* yang terbalik. Dalam hal ini radius menjadi tempat yang lebih kuat mengait dan skapula tempat yang harus bergerak.

Otot kerangka tidak bekerja sendiri-sendiri tetapi dalam kelompok-kelompok untuk melaksanakan gerakan dari berbagai bagian kerangka. Setiap kelompok berlawanan dengan yang lain dinamakan *otot antagonis*. *Flexor* adalah *antagonis* dari *extensor*, dan *abduktor* dari *adduktor*. Beberapa kelompok bekerja untuk menstabilkan bagian-bagian anggota se- waktu bagian lain bergerak: ini disebut *otot fixasi*. *Retikulum* adalah bagian-bagian padat dari fascia dalam dan menambat tendon-tendon yang berjalan melalui pergelangan dan mata kaki masuk ke dalam tangan dan kaki.



Gb. 75

Bisep dan trisep, merupakan otot kerangka yang khas, Perhatikan tendon dari origio dan insersio, juga ketul otot (Evelyn P. 2002)



Gb. 77

Susunan otot dari segitiga-segitiga leher depan bahu dan dada (kanan) yang dapat turut terserang oleh penyakit dari dada dan juga karena cedera dari sendi bahu. Untuk yang sebelah belakang bahu, (Evelyn P.2002)

B. DIAFRAGMA.

Diafragma adalah struktur muskulo-tendineus berbentuk kubah yang memisahkan rongga torax dari rongga abdomen. Dan membentuk lantai dari rongga torax dan atap dari rongga abdomen. Diafragma timbul dari vertebra lumbal (melalui dua tiang atau krura), dari permukaan dalam prosesus xifrideus, dan dari permukaan dalam enam pasang iga terbawah. Dari ketiga tempat itu diafragma melengkung dan bertemu dan membentuk bagian tendineum di tengah-tengah.

Fungsi diafragma. Pada inspirasi kontraksi otot mendatarkan kubah diafragma dan dengan demikian melebarkan ukuran vertikal rongga torax. Turunnya diafragma menyebabkan udara ditarik masuk ke dalam paru-paru

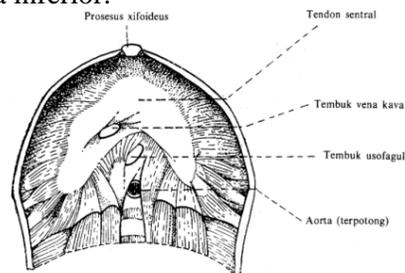
dan karena itu meluas untuk mengisi rongga torax yang membesar itu.

Pada expirasi serabut otot diafragma mengendor, dan kubahnya naik dan, karena dengan demikian rongga torax menjadi lebih kecil, udara dipaksa keluar dari paru-paru.

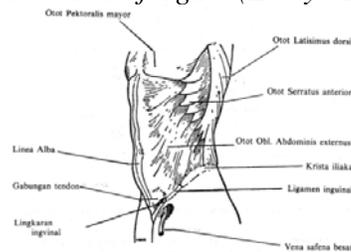
Diafragma juga menekan alat-alat dalam abdomen sewaktu turun, membantu kerja miksi (kencing), defaekasi (buang air besar) dan pada partus (melahirkan).

Tinggi diafragma berubah sejalan dengan perubahan sikap. Tertinggi bila rebahan dan terendah bila berdiri atau duduk tegak. Karena itulah pasien yang menderita dispnoe (sesak napas) merasa diri lebih enak bila duduk tegak.

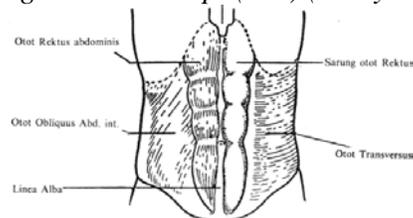
Dalam diafragma terdapat tiga hiatus: tembuk aorta untuk dimasuki aorta dan duktus torakis yang terletak di belakang diafragma antara krus dan tulang belakang dan yang sebenarnya tidak masuk ke dalam diafragma; tembuk usofageal yang dimasuki usofagus dan urat-urat saraf vagus, dan tembuk kava untuk dimasuki vena kava inferior.



Gb. 78
Permukaan bawah diafragma (Evelyn P. 2002)



Gb. 79
Otot perut yang terletak di tepi (kiri) (Evelyn P. 2002)

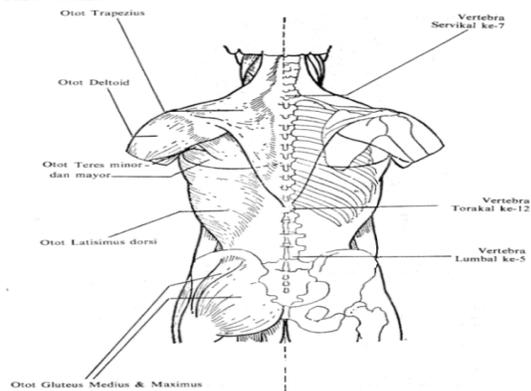


Gb. 81
Memperlihatkan arah serabut dari obliquus Abdominis internus dan transversus (Evelyn P. 2002)

Perbandingan letak terhadap diafragma. Di sebelah atas berada apex jantung dan perikardium, basis paru-paru serta pleura. Di bawahnya terdapat

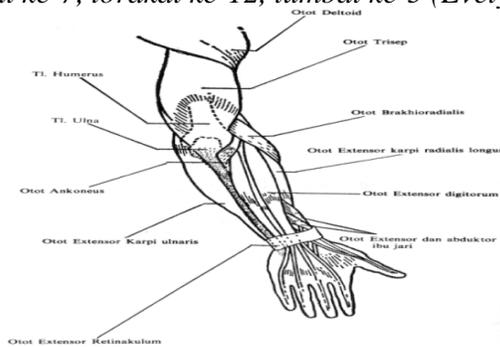
hati, lambung, limpa, kedua kelenjar suprarenal dan kedua ginjal.

Usofagus, vena kava inferior dan urat-urat saraf vagus menembusi diafragma, aorta dan duktus torasikus menembus di belakangnya. Persarafan.- Saraf frenikus dan interkostalis.



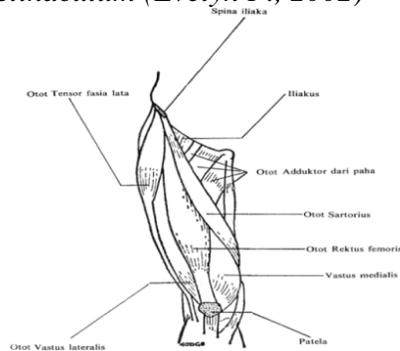
Gb. 83

Otot-otot tepi dari punggung (kiri) dan penunjuk kedudukan beberapa vertebra- servikal ke-7, torakal ke-12, lumbal ke-5 (Evelyn P., 2002)



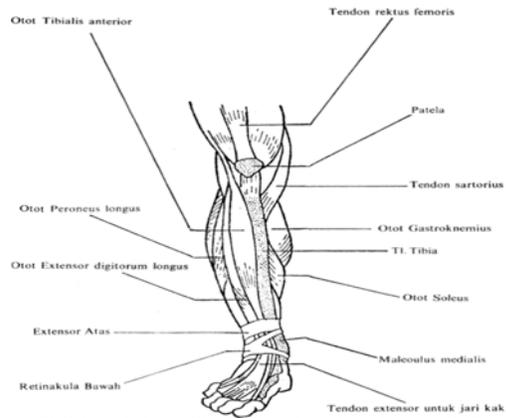
Gb. 85

Otot di sisi posterior lengan serta lengan bawah (kanan), memperlihatkan juga ten-don extensor untuk tangan dan yang berjalan di bawah retinaculum (Evelyn P., 2002)



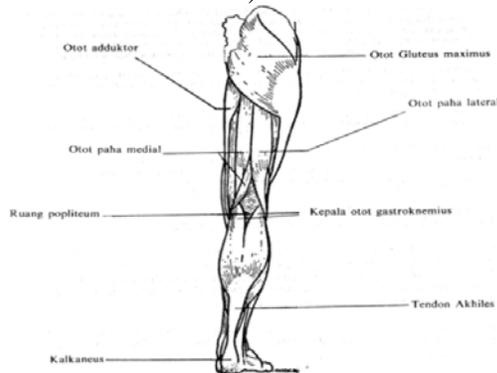
Gb. 86

Otot sisi anterior paha (kanan) memperlihatkan yang berjalan ke kaitan yang sama untuk patela. (Evelyn P., 2002).



Gb. 87

Otot tibia anterior atau sisi extensor dari tungkai (kanan) Perhatikan daerah subkutaneuadari patela, tibia dan maleolus medial, dan retinakulum yang kuat, dan di bawah ini berjalan tendon extensor ke arah jari kaki (Evelyn P., 2002)



Gb. 88

Otot tepi sebelah belakang paha dan tungkai bawah, memperlihatkan juga batas dari ruang popliteal. Kontraksi dari otot paha sering membuat komplikasi pada penyakit lutut, menimbulkan deformitas dalam flexi pada sendi lutut (Evelyn P., 2002)

Saluran inguinal (lipat paha) kira-kira 2 centimeter panjangnya, dibentuk dalam otot dinding abdominal anterior di atas ligamen inguinal berjalan medial serong (oblik) ke bawah dan ke depan. Di dalamnya berjalan tali mani (*funikulus spermaticus*) pada pria dan ligamen bundar dari uterus pada wanita; dan juga beberapa urat saraf dan pembuluh darah.

Tembuk lobang dalam atau *tembuk lobang interna* adalah tempat pada fascia otot transversal di mana tali mani masuk untuk melintasi saluran inguinal. *Tembuk lobang tepi* atau *tembuk lobang extern* adalah tempat di dalam otot abdominal oblik external di mana tali mani muncul untuk turun ke lipat paha atau masuk skrotum.

Suatu hernia inguinal (burut di daerah inguinal) menonjol ke bawah melalui tembuk dalam, mendorong usus dan atau omentum (isi dari hernia)

serta peritoneum (kantong hernia) masuk saluran dan tembuk tepi. Keadaan ini dapat disebabkan oleh kelainan kongenital (bawaan) atau diperolehnya kemudian, yang lebih sering terjadi pada pria daripada pada wanita. Pada orang dewasa herniotomi (operasi hernia) radikal perlu untuk mendapatkan kesembuhan.

Latihan

- 1) Otot kerangka tidak bekerja sendiri-sendiri tetapi dalam kelompok-kelompok untuk melaksanakan gerakan dari berbagai bagian kerangka. Setiap kelompok berlawanan dengan yang lain dinamakan otot antagonis. Apakah antagonis dari flexor?
- 2) Diafragma adalah struktur muskulo-tendineus berbentuk kubah yang memisahkan rongga torax dari rongga abdomen. Bagaimanakah kedudukannya dari rongga torax?
- 3) Pada inspirasi kontraksi otot mendatarkan kubah diafragma dan dengan demikian melebarkan ukuran vertikal rongga torax. Apakah yang terjadi kalau otot diafragma turun?
- 4) Saluran inguinal (lipat paha) kira-kira 2 centimeter panjangnya, dibentuk dalam otot dinding abdominal anterior di atas ligamen inguinal berjalan medial serong (oblik) ke bawah dan ke depan. Apakah yang berjalan di dalam saluran inguinalis?
- 5) Suatu hernia inguinal menonjol ke bawah, mendorong usus dan/atau omentum (isi dari hernia) serta peritoneum (kantong hernia) masuk saluran dan tembuk tepi. Apakah faktor penyebabnya?

Ringkasan

Otot dikaitkan pada tulang, tulang rawan, ligamen dan kulit. Yang langsung terletak di bawah kulit adalah datar, dan yang pada anggota gerak panjang. Otot kerangka adakalanya dinamai menurut bentuknya, menurut jurusan serabutnya, menurut kedudukan otot, menurut fungsinya seperti *flexor*, *extensor* dan sebagainya.

Otot kerangka biasanya dikaitkan pada dua tempat tertentu, tempat yang terkuat disebut *origo* (asal) dan yang lebih dapat bergerak disebut *insersio*. *Origo* dianggap sebagai tempat dari mana otot timbul, dan *insersio* adalah tempat ke arah mana otot berjalan.

Retikulum adalah bagian-bagian padat dari fascia dalam dan menambat tendon-tendon yang berjalan melalui pergelangan dan mata kaki masuk ke dalam tangan dan kaki.

Diafragma adalah struktur muskulo-tendineus berbentuk kubah yang memisahkan rongga torax dari rongga abdomen. Diafragma timbul dari vertebra lumbal (melalui dua tiang atau krura). Diafragma diantaranya berfungsi saat inspirasi dan ekspirasi.

Linea laba, atau garis putih, adalah sebuah garis tendon yang berjalan memanjang di tengah abdomen dari tulang rawan *xifoid ke pubis*.

Glosarium

1. Superior : atas
2. Inferior : bawah
3. Anterior : depan
4. Posterior : belakang
5. Proksimal : pangkal
6. Distal : ujung
7. Terminal : ujung
8. Internal : sebelah dalam
9. External : sebelah luar
10. Sinistra : kiri
11. Dextra : kanan
12. Mayor : besar
13. Minor : kecil
14. Sinus : saluran kecil
15. Prosesus : tonjolan
16. Media : tengah
17. Lateralis : samping
18. Supervisial: permukaan
19. Profunda : dalam
20. Cavum : rongga
21. Arcus : lengkungan
22. Rotasio : memutar
23. Aduks : mendekati medial badan
24. Abduksi : menjauhi medial badan
25. Efektor : bagian tubuh yang memberi reaksi setelah mendapat rangsangan
26. Sinaps : Tempat hubungan sel saraf satu dengan yang lainnya
27. Medulla : bagian dalam
28. Korteks : Bagian luar/kulit

Daftar Pustaka

- Bagaimana Memperbaiki Postur Tubuh Anda dalam 5 Menit, by admin on May 11, (2014) [www.akuingsukses.com/...](http://www.akuingsukses.com/)
- Despopoulos, A., & Silbernagl, S., (2005), Colour Atlas of Physiology, Stuttgart-New York : Thieme.
- Dee StAndar, (2012). Perubahan postur tubuh ibu hamil, Posted on Agustus 31, 2012 Faller, A. & Schuenke, M. (2004), The Human Body, Stuttgart-New York: Thieme
- Guyton, A.C., (1995), Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit, Edisi III, Alih bahasa: Adrianto, P., Jakarta: EGC.
- McKinley, M. dan O'Loughlin, V. D., (2012), Human Anatomy, 3rd Edition, New
- Scanlon & Sander, (2007), Essentials of Anatomy and Physiologi, 5th Ed. Philadelphia: F. A. Dafis Company
- Sherwood, L., (2001), Fisiologi Manusia dari Sel ke Sel, Edisi II, Alih bahasa: Pedit, B.U., Jakarta: EGC.
- Sloane, Ethel. Anatomi Fisiologi Pemula. (2004). Jakarta: Buku Kedokteran Syaifudin. Anatomi Fisiologi keperawatan.(2006). jakarta : Buku Kedokteran.
- Syaifuddin,. (2006). Anatomi Fisiologi untuk Mahasiswa Keperawatan. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta



**PROGRAM STUDI TEKNIK BIOMEDIS
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA**

KONTRAK PERKULIAHAN

Nama Dosen : Dhananjaya Yama HK., M.Biotech
Mata Kuliah : Biologi Dasar I
Program Studi : Teknik Biomedis
Kelas/ Angkatan : 19.A1/ 2019
Semester : 1 (Satu)
Tahun Akademik : 2019/ 2020

CAPAIAN PEMBELAJARAN/ *LEARNING OUTCOME*

Setelah mengikuti pembelajaran ini mahasiswa mampu menjelaskan mengenai anatomi fisiologi sel dan jaringan tubuh manusia, sistem muskuloskeletal dan sistem saraf, sistem pernapasan, kardiovaskuler, pencernaan dan panca indra.

SOFTSKILL

Mahasiswa memiliki kemampuan untuk bekerjasama dengan tim, mampu melakukan presentasi materi dengan baik, mampu mencari dan menemukan informasi yang terkait dengan bidang biologi.

BAHAN KAJIAN

1. Anatomi Fisiologi Sel Dan Jaringan Tubuh Manusia
2. Anatomi Fisiologi Sistem Muskuloskeletal dan Sistem Saraf,
3. Anatomi Fisiologi Sistem Pernapasan, Kardiovaskuler, dan Pencernaan
4. Anatomi Fisiologi Panca Indra.

KETENTUAN/ KESEPAKATAN

1. Kehadiran mahasiswa dalam kuliah minimal 75% dari total tatap muka
2. Toleransi keterlambatan kuliah maksimal 15 menit

- Mahasiswa terlambat lebih dari 15 menit tidak diperkenankan mengikuti perkuliahan (kecuali ada alasan yang diterima dosen)
 - Dosen terlambat lebih dari 15 menit kuliah ditiadakan (kecuali ada pemberitahuan kepada mahasiswa) dan diganti hari lain
3. Setiap bahan kajian dilakukan ujian dan remidi
 4. Mahasiswa wajib mengikuti UAS
 5. Dalam perkuliahan/ konsultasi dengan dosen, mahasiswa wajib berperilaku sopan (berbicara, berpakaian) dan menghargai
 6. Mahasiswa wajib bersepatu, dan atasan baju (bukan kaos)

PENILAIAN HASIL BELAJAR

| No | Uraian | Bobot (%) |
|--------------|--------------------------------|------------|
| 1. | Presensi | 15 |
| 2. | Tugas dan kegiatan perkuliahan | 60 |
| 3. | Presentasi | 10 |
| 4. | UAS | 15 |
| Total | | 100 |

Ketua Program Studi,



(Amalia Cemara Nur'aidha, M.Si)
NIS.

Dosen Pengampu,



(D. Yama HK., M.Biotech)
NIS. 19880105 201610 1 002

Yogyakarta, 11 September 2019

Ketua Kelas/ Angkatan



(Kristianus Kajang)
NIM: 19111500001