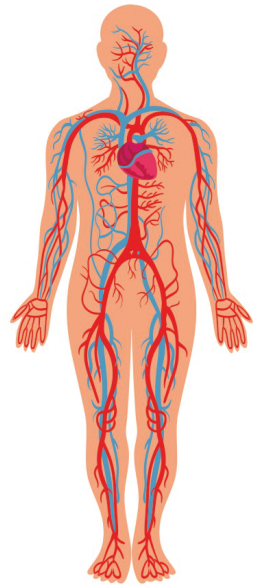
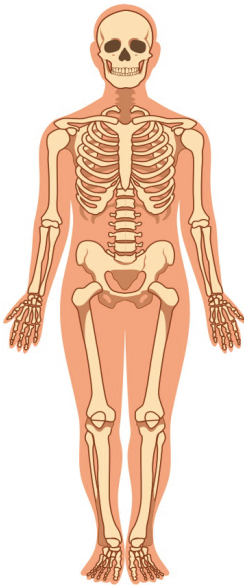


BUNGA RAMPAI

ANATOMI FISIOLOGI TUBUH MANUSIA



Ns.Hj.Rahmah,S.Pd.,S.Kep.,M.Biomed
Joice Mermey Laoh, S.Pd., S.Kep.,Ners., M.Kep
Luh Ade Wilankrisna, S.Si., M.Ked., Ph.D
Tavip Indrayana, Skep. Ns. MSc.
Ns. Dewi Fitriani, S.Kep., M.Kep
Janbonsel Bobaya, S.Pd. M.Kes
Apt. Eva Kusumahati, M.SI
Remita Hutagalung., M.Kep

Dede Nur Aziz M, S.Kep.,Ners.,M.Kep
Ns. Armina, M.Kep., Sp.Kep.An
Johana Tuegeh, S.Pd.S.SiT,M.Kes
Sri Mulyati Rahayu, S.Kp. M. Kes.
Nurseha S.Djaafar,Skep,Ns,Mkes
Ns. Faradilla Miftah Suranata, S.Kep., M.Kep
Tutik Setyowati, S.Kep., Ners, M.Kes

BUNGA RAMPAI
ANATOMI FISILOGI TUBUH MANUSIA

Ns.Hj.Rahmah,S.Pd.,S.Kep.,M.Biomed
Joice Mermy Laoh, S.Pd., S.Kep.,Ners., M.Kep
Luh Ade Wilankrisna, S.Si., M.Ked., Ph.D
Tavip Indrayana, Skep. Ns. MSc.
Ns. Dewi Fitriani, S.Kep., M.Kep
Janbonsel Bobaya, S.Pd. M.Kes
Apt. Eva Kusumahati, M.SI
Remita Hutagalung., M.Kep
Dede Nur Aziz M, S.Kep.,Ners.,M.Kep
Ns. Armina, M.Kep., Sp.Kep.An
Johana Tuegeh, S.Pd.S.SiT,M.Kes
Sri Mulyati Rahayu, S.Kp. M. Kes.
Nurseha S.Djaafar,Skep,Ns,Mkes
Ns. Faradilla Miftah Suranata, S.Kep., M.Kep
Tutik Setyowati, S.Kep., Ners, M.Kes

BUNGA RAMPAI

ANATOMI FISILOGI TUBUH MANUSIA

Penulis:

Ns.Hj.Rahmah,S.Pd.,S.Kep.,M.Biomed
Joice Mermy Laoh, S.Pd., S.Kep.,Ners., M.Kep
Luh Ade Wilankrisna, S.Si., M.Ked., Ph.D
Tavip Indrayana, Skep. Ns. MSc.
Ns. Dewi Fitriani, S.Kep., M.Kep
Janbonsel Bobaya, S.Pd. M.Kes
Apt. Eva Kusumahati, M.SI
Remita Hutagalung., M.Kep
Dede Nur Aziz M, S.Kep.,Ners.,M.Kep
Ns. Armina, M.Kep., Sp.Kep.An
Johana Tuegeh, S.Pd.S.SiT,M.Kes
Sri Mulyati Rahayu, S.Kp. M. Kes.
Nurseha S.Djaafar,Skep,Ns,Mkes
Ns. Faradilla Miftah Suranata, S.Kep., M.Kep
Tutik Setyowati, S.Kep., Ners, M.Kes

ISBN :

978-623-8422-30-2

Editor Buku

dr. Arimaswati, M.Sc
La Ode Alifariki, S.Kep., Ns, M.Kes

Cetakan Pertama : 2023

Diterbitkan Oleh :

PT MEDIA PUSTAKA INDO

Jl. Merdeka RT4/RW2 Binangun, Kab. Cilacap, Jawa Tengah

Website: www.mediapustakaindo.com

E-mail: mediapustakaindo@gmail.com

Anggota IKAPI: 263/JTE/2023

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian karya tulis ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada saya sehingga buku Bunga Rampai ini dapat tersusun. Buku ini diperuntukkan bagi Dosen, Praktisi, dan Mahasiswa Kesehatan sebagai bahan bacaan dan tambahan referensi.

Buku Bunga Rampai ini berjudul Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia mencoba menyuguhkan dan mengemas beberapa hal penting konsep Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia. Buku ini berisi tentang segala hal yang berkaitan dengan konsep anatomi fisiologi untuk semua sistem tubuh manusia serta konsep lainnya yang disusun oleh beberapa Dosen dari berbagai Perguruan Tinggi.

Buku ini dikemas secara praktis, tidak berbelit-belit dan langsung tepat pada sasaran. Selamat membaca.

Kendari, 3 November 2023

Penulis

DAFTAR ISI

BAB 1	Homeostasis.....	1
A.	Pendahuluan.....	1
B.	Homeostasis.....	1
C.	Aplikasi Farmasi.....	8
BAB 2	Keseimbangan Cairan dan Asam Basa	11
A.	Pendahuluan.....	11
B.	Konsep Keseimbangan Cairan Tubuh	11
C.	Konsep Keseimbangan Asam Basa	15
BAB 3	Sistem Saraf Pusat dan Tepi	27
A.	Pendahuluan.....	27
B.	Fungsi Sistem Saraf.....	27
C.	Organisasi Sistem Saraf.....	28
D.	Sistem Saraf Pusat (SSP).....	30
E.	Sistem Saraf Tepi (SST)	33
F.	Fisiologi Sistem Saraf.....	34
BAB 4	Anatomi dan Fisiologi Sistem Endokrin.....	39
A.	Pendahuluan.....	39
B.	Jenis Kelenjar	39
C.	Sistem Endokrin.....	40
BAB 5	Sistem Limfatik	56
A.	Pendahuluan.....	56
B.	Pengertian Sistem limfatik / Kelenjar Getah Bening	56
C.	Struktur Sistem Limfatik/ Kelenjar Getah Bening	57
D.	Fungsi Sistem Limfatik/ Kelenjar Getah Bening	64

BAB 6	Sistem Otot	68
A.	Pendahuluan	68
B.	Jenis-Jenis Otot	69
C.	Pembagian Otot	71
D.	Fungsi Otot	71
E.	Metabolisme Otot	72
F.	Fisiologi Kontraksi Otot	73
G.	Kelompok Otot Menurut Pergerakannya	74
H.	Letak Otot	76
BAB 7	Sistem Rangka	87
A.	Pendahuluan	87
B.	Struktur	88
C.	Susunan Makroskopis dan Histologi Tulang	90
D.	Lokasi, Fungsi dan Jenis Sel Tulang	91
BAB 8	Anatomi Kardiovaskuler : Jantung	96
A.	Pendahuluan	96
B.	Bentuk dan Letak Jantung	96
C.	Bagian bagian Jantung	97
D.	Lapisan Dinding Jantung	98
E.	Lapisan Pembungkus Jantung	99
F.	Pembuluh Darah	100
G.	Sumber Listrik Jantung (pacemaker)	101
H.	Fisiologi Kardiovaskuler	102
BAB 9	Kardiovaskular: Vaskular	107
A.	Pendahuluan	107
B.	Anatomi fisiologi vaskular	107
BAB 10	Darah	115
A.	Pendahuluan	115

B. Plasma Darah.....	116
C. Komponen atau Elemen Darah.....	117
BAB 11 Sistem Respirasi.....	127
A. Pendahuluan.....	127
B. Anatomi Sistem Respirasi.....	127
C. Fisiologi Sistem Respirasi	136
BAB 12 Anatomi Fisiologi Sistem Pencernaan	149
A. Pendahuluan.....	149
B. Anatomi Fisiologi Sistem Pencernaan.....	149
BAB 13 Sistem Kemih.....	161
A. Pendahuluan.....	161
B. Anatomi Fisiologi.....	161
BAB 14 Panca Indra.....	174
A. Pendahuluan.....	174
B. Anatomi Fisiologi.....	175
BAB 15 Vitamin dan Mineral	205
A. Pendahuluan.....	205
B. Konsep Vitamin.....	205
C. Konsep Mineral.....	210

BAB 1

Homeostasis

Ns.Hj.Rahmah,S.Pd.,S.Kep.,M.Biomed

A. Pendahuluan

Homeostasis ini sangat penting sebab jaringan dan sel tubuh manusia hanya akan berfungsi secara efisien ketika kondisi internal ini dipertahankan dengan baik. Semua sistem organ bekerja ketergantungan satu sama lain untuk mempertahankan homeostasis. Sebagai contoh perubahan pada satu sistem organ akan cenderung mempengaruhi sistem tubuh lainnya. Tubuh manusia merupakan suatu sistem yang terorganisir dan memiliki sistem pengaturan yang selalu saling berkoordinasi.

Bab ini akan membahas tentang tubuh manusia yang terdiri dari sel, jaringan, organ, dan sistem organ. Semua organ tubuh manusia diatur dalam kelompok secara fungsional sehingga organ tersebut diatur untuk melakukan fungsi sistem tertentu. Bentuk yang terkoordinasi kelompok fungsional ini disebut sebagai sistem organ. Salah satu contoh dari sistem organ adalah Sistem saraf dan pencernaan.

Bab ini akan membahas Konsep homeostasis dan pengaplikasiannya dalam farmasi. Setelah mempelajari materi dalam bab ini, pada akhir proses pembelajaran diharapkan anda akan dapat menjelaskan tentang: Konsep homeostasis dan pengaplikasiannya dalam bidang farmasi

B. Homeostasis

Istilah homeostasis dipergunakan oleh ahli fisiologi untuk menjelaskan pengaturan kondisi statis atau konstan dalam lingkungan dalam. Homeostasis atau sistem keseimbangan tubuh kita merupakan suatu sistem yang memiliki pengaturan

yang selalu terorganisir dan saling berkoordinasi untuk mempertahankan kondisi tubuh agar selalu dalam keadaan stabil secara fisiologi. Tubuh akan selalu merespon dan berusaha untuk dapat mengembalikan kondisi ke keadaan normal. Jika terjadi gangguan secara fisiologi dengan cara suatu mekanisme umpan balik negatif dan positif.

Salah satu contohnya jika tekanan darah manusia turun, maka reseptor sensorik akan mengirimkan sinyal ke pusat kontrol yang terletak pada otak. Pusat kontrol tersebut akan mengirimkan sinyal saraf ke dinding arteri untuk berkonstriksi. Sistem ini akan teraktivasi ketika tekanan darah naik. Konsep ini dikenal sebagai istilah homeostasis. Anda sudah mempunyai sedikit gambaran bukan? Untuk gambaran lebih jelasnya mari mempelajari uraian materi di bawah ini.

Cairan ekstra sel harus diatur dengan baik agar fungsi optimal tubuh dapat dicapai. Kondisi di dalam tubuh yang disebut sebagai lingkungan internal (CES; Cairan Ekstra Sel) harus diatur dengan sangat hati-hati. Oleh karena itu, beberapa variabel penting seperti suhu tubuh, tekanan darah, kandungan oksigen dan karbondioksida dari darah dan juga keseimbangan elektrolit secara aktif dipertahankan dalam batas fisiologi yang sempit.

Kemampuan sistem fisiologi tubuh untuk mempertahankan keadaan di dalam tubuh yang relatif konstan disebut homeostatis. Homeostasis (*homeo* artinya “yang sama”; *statis* artinya berdiri atau diam”). Istilah homeostatis diperkenalkan pertama kali oleh WB Cannon untuk menjelaskan berbagai proses fisiologis yang berfungsi untuk memulihkan keadaan normal setelah terjadi gangguan. Homeostatis ini sangat penting karena sel dan jaringan tubuh hanya akan tetap hidup dan dapat berfungsi secara efisien ketika kondisi internal ini dipertahankan dengan baik. Hal tersebut tidak dapat dikatakan bahwa lingkungan internal bersifat tetap dan tidak berubah. Tubuh selalu dihadapkan dengan perubahan lingkungan eksternal serta kegiatan yang

terjadi di dalam tubuh yang dapat merubah keseimbangan dari beberapa variable penting. Sebagai contohnya adalah sebagian besar reaksi metabolik didalam sel kita membutuhkan oksigen dan glukosa. Senyawa ini kemudian harus diganti. Selain itu reaksi ini menghasilkan limbah metabolik termasuk urea dan karbondioksida yang kemudian zat tersebut harus dikeluarkan dari tubuh. Oleh sebab itu lebih tepat dikatakan bahwa lingkungan internal dalam keadaan dinamis yang stabil, tetapi kondisi optimal dipertahankan secara fisiologis. Semua sistem organ dalam tubuh berkontribusi dalam mempertahankan homeostasis kecuali sistem reproduksi (Lihat tabel 1).

Sebagai contohnya yaitu saluran pencernaan mencerna makanan untuk memberikan nutrisi bagi tubuh, Sistem pernapasan memperoleh oksigen dan mengeluarkan karbondioksida. Sistem sirkulasi mengangkut semua zat-zat satu bagian ke bagian tubuh lainnya. Sistem perkemihan mengeluarkan limbah dan berperan dalam mengatur volume dan tekanan darah.

Tabel 1. Peran sistem organ dalam mempertahankan homeostasis

Sistem Organ	Fungsi
Sistem Saraf Sistem Endokrin Sistem Muskuler	Mengatur aktivitas muskuler dan sekresi kelenjar Mengatur proses metabolik melalui sekresi hormon Berperan dalam menggerakkan tubuh dan terhadap termoregulator
Sistem Sirkulasi	Mengangkut nutrien, oksigen, zat yang sudah tidak dibutuhkan tubuh,
Sistem Respirasi	Mengambil oksigen dan mengeluarkan karbondioksida, mengatur keseimbangan asam basa (pH)
Sistem Gastrointestinal	Mencerna dan menyerap makanan untuk memberikan nutrisikepada tubuh
Sistem Renal	Mengeluarkan senyawa-senyawa, produk yang sudah tidak dibutuhkan oleh tubuh, mengatur volume dan tekanan darah, mengatur keseimbangan asam basa (pH)

Mempelajari fisiologi manusia tidak hanya mencakup kajian tentang bagaimana masing-masing sistem melakukan fungsinya, tetapi juga mekanisme yang terlibat dalam mengatur kegiatan ini untuk mempertahankan homeostasis dalam berbagai kondisi. Sebagai contoh, kebutuhan tubuh sangat berbeda selama kondisi istirahat dibandingkan pada

saat tubuh beraktivitas. Bagaimana sistem organ menyesuaikan aktivitasnya dalam respon terhadap tingkat aktivitas fisik yang atau ketika dihadapkan dengan perubahan lingkungan internal dan eksternal? Dalam mempertahankan homeostasis, tubuh harus mampu memantau dan merasakan perubahan dalam lingkungan internal. Kedua, harus mampu mengimbangi, atau melakukan penyesuaian, untuk perubahan ini. Ada dua sistem pengaturan dalam tubuh yang mempengaruhi aktivitas dari semua sistem organ lainnya sehingga homeostasis akhirnya dipertahankan, yaitu sistem saraf dan endokrin.

Sistem kontrol homeostatik dikelompokkan menjadi 2 kelas-kontrol yaitu:

1. Kontrol intrinsik

Kontrol ini terdapat di dalam dan inherent bagi organ tersebut. Contohnya adalah ketika otot sedang beraktivitas yang tinggi dan menggunakan oksigen yang tinggi pula, maka kadar oksigen akan turun. Perubahan kimia lokal pada otot akan menyebabkan pembuluh darah bervasodilatasi dan meningkatkan aliran darah ke otot sehingga kadar oksigen akan meningkat.

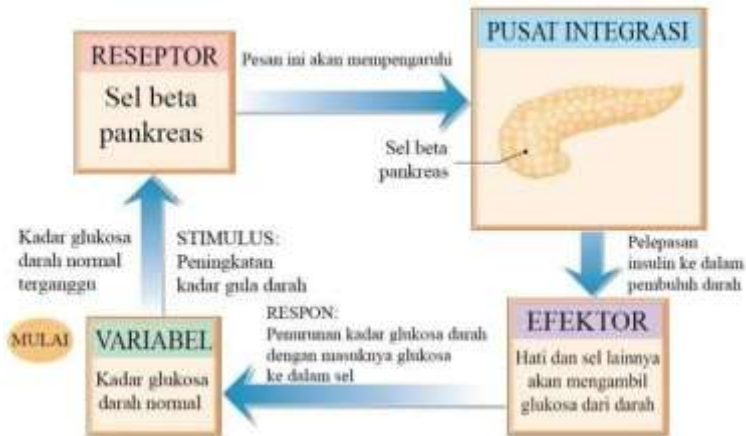
2. Kontrol ekstrinsik

Kontrol ini sebagian besar mempertahankan kontrol homeostatik, mekanisme regulasi dimulai di luar suatu organ untuk mengubah aktivitas organ tersebut, mekanisme ini dilakukan oleh sistem saraf dan endokrin. Contohnya yaitu mekanisme untuk memulihkan tekanan darah ke tingkat yang sesuai. Organ yang bekerja adalah sistem saraf jantung dan pembuluh darah di seluruh tubuh. Mekanisme kontrol homeostatik bekerja berdasarkan prinsip umpan balik. Ada dua jenis umpan balik yaitu:

- a. Umpan balik negatif (*negative feedback*)

Pada umpan balik negatif ini perubahan suatu faktor dikontrol secara homeostatis akan menyebabkan respon yang berupaya untuk mengembalikan faktor

tersebut ke normal dengan menggerakkan faktor ke arah yang berlawanan dari perubahan awalnya. Contoh dari umpan balik negatif ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Mekanisme umpan balik negatif yang mengatur kadar glukosa darah

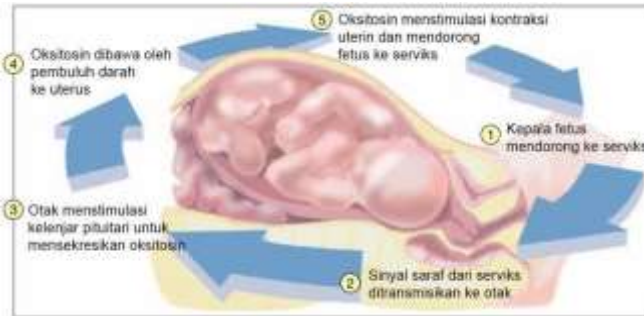
b. Umpan balik positif

Umpan balik positif (*positive feedback*), dalam umpan balik positif ini terjadi perubahan pada variabel terkontrol yang memicu respon yang mendorong ke arah yang sama seperti awal perubahan sehingga perubahan yang terjadi semakin kuat. Umpan balik positif ini lebih jarang terjadi, namun umpan balik ini juga berperan penting dalam keadaan tertentu, contohnya pada saat seorang ibu melahirkan anak (Partus) pelepasan oksitosin yang semakin banyak dengan semakin besarnya tekanan pada serviks.

Saat kontraksi uterus menjadi cukup kuat sehingga kepala bayi mulai terdorong melalui serviks. Peregangan serviks akan mengirimkan sinyal – sinyal melalui otot-otot uterus ke korpus uteri, sehingga mengakibatkan kontraksi yang bahkan lebih kuat. Jadi, kontraksi uterus akan meregangkan serviks, dan

peregangan serviks menyebabkan kontraksi lebih besar. Bila kontraksi ini menjadi cukup kuat, bayi akan dilahirkan. Bila kontraksi tidak cukup kuat, kontraksi biasanya hilang, dan beberapa hari kemudian baru akan mulai kembali. Akhirnya kegunaan penting lain dari umpan balik positif adalah pembentukan sinyal saraf. Saat membrane saraf yaitu, saat membrane serat saraf dirangsang akan menyebabkan kebocoran kecil ion natrium melalui saluran natrium di dalam membrane saraf ke bagian dalam serat. Ion natrium masuk ke dalam serat dan kemudian mengubah potensial membran, yang selanjutnya lebih membuka saluran, mengubah potensial lebih banyak lagi dan terjadi lebih banyak pembukaan, dan seterusnya. Jadi, mulai dari kebocoran yang sedikit, terjadi sebuah ledakan kebocoran natrium yang menimbulkan potensial aksi saraf. Potensial aksi ini selanjutnya merangsang serat saraf lebih jauh lagi disepanjang Panjang saraf, dengan disertai proses yang terus berjalan sampai sinyal saraf sampai ke seluruh akhir serat saraf.

Kita akan mempelajari bahwa pada setiap keadaan dimana umpan balik positif ini berguna, umpan balik positif itu sendiri merupakan bagian dari seluruh proses umpan balik negatif. Contohnya pada setiap pembekuan darah, proses pembekuan yang merupakan umpan balik positif ini adalah proses umpan balik negatif yang berguna untuk mempertahankan volume darah yang normal. Dan umpan balik positif yang menyebabkan sinyal saraf, memungkinkan saraf-saraf berpartisipasi dalam beribu-ribu umpan balik negative sistem pengatur saraf.



Gambar 2. Mekanisme umpan balik positif pada partus

C. Aplikasi Farmasi

Pada umumnya dibagi menjadi dua kategori yaitu dimana patofisiologi melibatkan kegagalan internal beberapa proses fisiologis normal dan ini berasal dari beberapa sumber eksternal seperti infeksi bakteri atau virus. Dalam hal lain, individu tidak dapat mempertahankan homeostasis, dan satu atau lebih variabel dalam lingkungan internal akan terganggu. Akibatnya, fungsi jaringan atau organ terganggu. Oleh karena itu, banyak obat-obatan saat ini digunakan dirancang untuk membantu tubuh dalam mempertahankan homeostasis ketika tubuh gagal dalam melakukan mekanisme pengaturan sendiri. Sebagai contohnya adalah angiotensin-converting enzyme (ACE) inhibitor, seperti enalapril, dan beta-blockers dan propranolol, menurunkan tekanan darah pada pasien dengan hipertensi idiopatik.

Hiperglikemia pada pasien dengan diabetes melitus tipe 1. Suntikan insulin memungkinkan sel pasien untuk mengambil dan menyimpan glukosa, yang secara efektif menurunkan glukosa darah ke kisaran normal. Diuretik, seperti furosemid, mengurangi volume darah sehingga mengurangi beban kerja jantung pada pasien dengan gagal jantung kongestif. Dalam setiap gangguan ini, intervensi farmakologi diperlukan untuk membuat sistem organ dapat berfungsi secara efisien dan efektif mempertahankan kesehatan pasien.

DAFTAR PUSTAKA

- D. Manik, "Suhu Tubuh," SCRIBD, 2015. [Online]. Available: <https://id.scribd.com/document/86185801/SUHU-TUBUH>. [Diakses 20 Desember 2017].
- J.F.Gabriel, "Fisika Kedokteran," Jakarta, EGC Penerbit Buku Kedokteran, 1996, p. 121.
- K. Nisa, "Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tubuh Dilengkapi Pendeteksi Hipotermia dan Hipertermia Berbasis Microcontroller Atmega8," dalam Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2017.
- L. Z. Wangean, "Pengaruh lamanya paparan energi panas terhadap suhu tubuh dengan metode mandi uap pada wanita dewasa," Jurnal e Biomedik, vol. 4, no. 1, p. 239, 2016.
- N. H. Munawarah, "Monitoring Suhu dengan Tampilan Grafik pada Personal Computer (PC)," dalam Tugas Akhir, Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya, 2015.
- P. A. Williams, Study Guide for deWit's Fundamental Concepts and Skills for Nursing, Swiss, Elsevier Health Sciences, 2013.
- Y. Kukus.dkk, "Homeostasis Dan Efek Terhadap Kinerja Tubuh Manusia," Jurnal Biomedik, vol. 1, no. 2, p. 116, Juli.

BIODATA PENULIS



Ns.Hj.Rahmah, S.Pd., S.Kep., M.Biomed
Lahir di Jambi pada tanggal 10 April
1962. Menyelesaikan Pendidikan
Sekolah Guru Keperawatan (SGP)
Depkes RI di Jakarta tahun 1986. DIII
Keperawatan (Progran Pendidikan
Keguruan) Depkes Pajajaran Bandung
Tahun 1992, S1 Pendidikan di
Universitas Negri Padang (UNP) Tahun
2000, S1 Keperawatan STIKBA Jambi
Tahun 2007. Ners. 2013 Kerjasama
Jurusan Keperawatan Unand – STIKBA
Jambi. S2 Ilmu Biomedik Fakultas
Kedokteran Universitas Negeri Andalas
(UNAND) Padang Tahun 2012.
Tahun 2018 - Sekarang Bekerja sebagai
dosen Poltekkes Kemenkes Jambi Jurusan
Farmasi Prodi DIII Farmasi Jambi

BAB 2

Keseimbangan Cairan dan Asam Basa

Joice Mermy Laoh, S.Pd., S.Kep.,Ners., M.Kep

A. Pendahuluan

Perubahan komposisi dan volume cairan tubuh yang disebabkan oleh gangguan keseimbangan cairan dan elektrolit disebabkan oleh berbagai macam keadaan atau penyakit. Sebagian besar masalah ini disebabkan oleh penyakit saluran pencernaan termasuk (penyakit diare), (Yusuf, 2019).

Di dalam tubuh terdapat berbagai proses fisiko-kimia, enzimatik dan biolistrik yang berada dalam keadaan seimbang. Bekerja secara harmonik dan berfungsi optimal pada kondisi tertentu dimana konsentrasi elektrolit dan ion hidrogen berada dalam rentang normal antara lain berkat pengaturan sistem buffer, respirasi dan ginjal. Gangguan keseimbangan air-elektrolit dan asam-basa yang merupakan akibat dari kelainan atau penyakit dapat mempengaruhi fungsi seluruh sistem tubuh terutama : sistem kardiovaskuler, ginjal, pernapasan, neuro-endokrin, hematologi dan sebagainya. Kondisi ini perlu ditangani dengan sebaik-baiknya oleh tenaga kesehatan.

B. Konsep Keseimbangan Cairan Tubuh

1. Pengertian

Cairan tubuh adalah larutan yang terdiri dari air (pelarut) dan zat tertentu (zat terlarut). Elektrolit adalah zat kimia yang menghasilkan partikel – partikel bermuatan listrik yang disebut ion jika berada dalam larutan. Cairan dan elektrolit akan masuk kedalam tubuh melalui makanan, minuman dan cairan intravena dan di distribusi ke seluruh bagian tubuh (Rudi, 2013).

Cairan tubuh menempati kompartemen intrasel dan ekstrasel. Dua pertiga bagian (67%) dari cairan tubuh berada di dalam sel (cairan intrasel/CIS) dan sepertiganya (33%) berada di luar sel (cairan ekstrasel/ CES). CES dibagi cairan intravaskuler atau plasma darah yang meliputi 20% CES atau 15% dari total berat badan, dan cairan interstisial yang mencapai 80% CES atau 5% dari total berat badan. Selain kedua kompartemen tersebut, ada kompartemen lain yang ditempati cairan tubuh, yaitu cairan transel. Namun, volumenya diabaikan karena kecil, yaitu cairan sendi, cairan otak, cairan perikard, liur pencernaan, dll (Sherwood, 2012).

Cairan tubuh berpindah antara kedua kompartemen untuk mempertahankan keseimbangan nilai cairan. Pergerakan cairan tubuh ditentukan oleh beberapa proses transpor yaitu difusi, transpor aktif, filtrasi, dan osmosis. Difusi adalah proses pergerakan partikel dalam dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah sampai terjadi keseimbangan Transport Aktif adalah bahan bergerak dari konsentrasi rendah ke tinggi.

Banyak zat terlarut penting ditransport secara aktif melewati membran sel meliputi natrium, kalium, hidrogen, glukosa dan asam amino. Filtrasi adalah merembesnya suatu cairan melalui selaput permeable. Arah perembesan adalah dari daerah dengan tekanan yang lebih tinggi ke daerah dengan tekanan yang lebih rendah. Osmosis adalah gerakan air melewati membran semipermeable dari area dengan konsentrasi zat terlarut rendah ke area dengan konsentrasi zat terlarut lebih tinggi. Osmosis dapat terjadi melewati semua membran bila konsentrasi zat terlarut pada kedua area berubah (Potter & Perry, 2006).

2. Keseimbangan Cairan

Keseimbangan cairan dan elektrolit berarti adanya distribusi yang normal dari air tubuh total dan elektrolit ke dalam seluruh bagian tubuh. Seluruh cairan tubuh

didistribusikan ke dalam kompartemen interaseluler dan ekstraseluler.

Dalam rangka mempertahankan fungsi tubuh, tubuh akan kehilangan cairan yaitu melalui proses penguapan ekspirasi, penguapan kulit, ginjal, ekskresi proses metabolisme. Cairan dalam tubuh dikatakan seimbang apabila antara cairan yang masuk dan cairan yang keluar tubuh sama atau dengan toleransi kelebihan atau kekurangan ± 50 ml (Rudi, 2013)

Pengaturan keseimbangan cairan terjadi melalui mekanisme hormon anti diuretik, hormon aldosteron, prostaglandin, dan glukokortikoid. Pada keadaan normal, seseorang mengonsumsi air rata-rata sebanyak 2000 – 2500 ml per hari, dalam bentuk cairan maupun makanan padat dengan kehilangan cairan rata-rata 250 ml dari feses, 800 – 1500 ml dari urin, dan hampir 600 ml kehilangan cairan yang tidak disadari (insensible water loss) yaitu dari kulit dan paru-paru (Rudi, 2013). Keseimbangan cairan dan elektrolit dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu usia, suhu/ temperatur lingkungan, kondisi psikologis (stress), keadaan sakit, dan diet (Ambarwati 2014).

3. Gangguan Keseimbangan Cairan

Ketidakseimbangan atau gangguan keseimbangan cairan dapat terjadi apabila mekanisme kompensasi tubuh tidak mampu mempertahankan homeostasis. Gangguan keseimbangan cairan dapat berupa defisit volume cairan dan sebaliknya.

a. Defisit volume cairan

Defisit volume cairan adalah suatu kondisi ketidakseimbangan yang ditandai dengan defisiensi cairan dan elektrolit di ruang ekstrasel, namun proporsi antara keduanya (cairan dan elektrolit) mendekati normal. Hipovolemia tekanan osmotik mengalami perubahan sehingga cairan interstisial masuk ke ruang

intravascular. Akibatnya ruang interstisial menjadi kosong dan cairan intra sel masuk ke ruang interstisial sehingga mengganggu kehidupan sel (Ambarwati, 2014).

Penyebab paling umum adalah kehilangan cairan pada pasien gangguan gastrointestinal, cedera pada jaringan lunak, infeksi, inflamasi jaringan, peritonitis, obstruksi usus, dan luka bakar. Pada keadaan akut akan menimbulkan tanda gangguan pada sistem persyarafan dan jantung (Rudi, 2013)

b. Kelebihan cairan

Kelebihan cairan adalah kondisi ketidakseimbangan yang ditandai dengan kelebihan cairan dan natrium di ruang ekstrasel. Kondisi ini dikenal dengan hypervolemia. Manifestasi klinis yang kerap muncul terkait kondisi ini adalah peningkatan volume darah dan edema. Edema terjadi akibat peningkatan tekanan hidrostatik dan penurunan tekanan osmotik. Edema yang sering muncul adalah edema pada daerah mata, jari, dan pergelangan kaki.

Edema pitting adalah edema yang muncul di daerah perifer. Jika area tersebut ditekan, maka akan terbentuk cekungan yang tidak langsung hilang jika dilepaskan. Sedangkan edema non - pitting adalah sebaliknya, pada edema non - pitting cairan dalam jaringan tidak dapat dialihkan ke area lain dengan penekanan jari. Ini karena edema non - pitting tidak menunjukkan kelebihan cairan ekstrasel, melainkan kondisi infeksi atau trauma yang menyebabkan pengumpulan cairan di permukaan jaringan. Kelebihan cairan vascular meningkatkan tekanan hidrostatik dan tekanan cairan pada permukaan interstisial (Ambarwati, 2014).

C. Konsep Keseimbangan Asam Basa

1. Asam

Asam didefinisikan sebagai zat yang dapat memberikan ion H^+ ke zat lain (disebut sebagai donor proton), sedangkan basa adalah zat yang dapat menerima ion H^+ dari zat lain (disebut sebagai akseptor proton). Suatu asam baru dapat melepaskan proton bila ada basa yang dapat menerima proton yang dilepaskan. Satu contoh asam adalah asam hidroklorida (HCL), yang berionasi dalam air membentuk ion- ion hidrogen (H^+) dan ion klorida (CL) demikian juga, asam karbonat (H_2CO_3) berionisasi dalam air membentuk ion H^+ dan ion bikarbonat (HCO_3^-).

Asam kuat adalah asam yang berdisosiasi dengan cepat dan terutama melepaskan sejumlah besar ion H^+ dalam larutan, contohnya adalah HCL . Asam lemah mempunyai lebih sedikit kecenderungan untuk mendisosiasikan ion-ionnya dan oleh karena itu kurang kuat melepaskan H^+ , contohnya adalah H_2CO_3 .

2. Basa

Basa adalah ion atau molekul yang menerima ion hidrogen. Sebagai contoh, ion bikarbonat (HCO_3^-), adalah suatu basa karena dia dapat bergabung dengan satu ion hidrogen untuk membentuk asam karbonat (H_2CO_3). Protein- protein dalam tubuh juga berfungsi sebagai basa karena beberapa asam amino yang membangun protein dengan muatan akhir negatif siap menerima ion-ion hidrogen. Protein hemoglobin dalam sel darah merah dan protein dalam sel-sel tubuh yang lain merupakan basa-basa tubuh yang paling penting.

Basa kuat adalah basa yang bereaksi secara cepat dan kuat dengan H^+ . Oleh karena itu dengan cepat menghilangkannya dari larutan. Contoh yang khas adalah OH^- , yang bereaksi dengan H^+ untuk membentuk air (H_2O). Basa lemah yang khas adalah HCO_3^- - karena HCO_3^- berikatan dengan H^+ secara jauh lebih lemah daripada

OH⁻ .

3. Keseimbangan Asam dan Basa

Keseimbangan asam basa adalah suatu keadaan dimana konsentrasi ion hidrogen yang diproduksi setara dengan konsentrasi ion hidrogen yang dikeluarkan oleh sel.³ Pada proses kehidupan keseimbangan asam pada tingkat molekuler umumnya berhubungan dengan asam lemah dan basa lemah, begitu pula pada tingkat konsentrasi ion H⁺ atau ion OH⁻ yang sangat rendah. Keseimbangan asam basa adalah keseimbangan ion hidrogen. Walaupun produksi akan terus menghasilkan ion hidrogen dalam jumlah sangat banyak, ternyata konsentrasi ion hidrogen dipertahankan pada kadar rendah pH 7,4. Derajat keasaman (pH) darah manusia normalnya berkisar antara 7.35 hingga 7.45. Tubuh manusia mampu mempertahankan keseimbangan asam dan basa agar proses metabolisme dan fungsi organ dapat berjalan optimal.

Keseimbangan asam basa dalam tubuh manusia diatur oleh dua sistem organ yakni paru dan ginjal. Paru berperan dalam pelepasan (ekskresi CO₂) dan ginjal berperan dalam pelepasan asam. Beberapa prinsip yang perlu kita ketahui terlebih dahulu adalah :

- a. Istilah asidosis mengacu pada kondisi pH < 7.35 sedangkan alkalosis bila pH > 7.45
- b. CO₂ (karbondioksida) adalah gas dalam darah yang berperan sebagai komponen asam. CO₂ juga merupakan komponen respiratorik. Nilai normalnya adalah 40 mmHg.
- c. HCO₃⁻ (bikarbonat) berperan sebagai komponen basa dan disebut juga sebagai komponen metabolik. Nilai normalnya adalah 24 mEq/L.
- d. Asidosis berarti terjadi peningkatan jumlah komponen asam atau berkurangnya jumlah komponen basa.
- e. Alkalosis berarti terjadi peningkatan jumlah komponen basa atau berkurangnya jumlah komponen asam.

4. Pengaturan Keseimbangan Asam dan Basa

Pengaturan keseimbangan ion hidrogen dalam beberapa hal sama dengan pengaturan ion-ion lain dalam tubuh. Sebagai contoh, untuk mencapai homeostatis. Harus ada keseimbangan antara asupan atau produksi ion hidrogen dan pembuangan ion hidrogen dari tubuh. Dan seperti pada ion-ion lain, ginjal memainkan peranan kunci dalam pengaturan-pengaturan ion hidrogen. Akan tetapi, pengaturan konsentrasi ion hidrogen cairan ekstraseluler yang tepat melibatkan jauh lebih banyak daripada eliminasi sederhana ion-ion hidrogen oleh ginjal. Terdapat juga banyak mekanisme penyangga asam basa yang melibatkan darah, sel-sel, dan paru-paru yang perlu untuk mempertahankan konsentrasi ion hidrogen normal dalam cairan ekstraseluler dan intraseluler

Dalam hal ini berbagai mekanisme yang turut membantu mengatur konsentrasi ion hidrogen, dengan penekanan khusus pada kontrol sekresi ion hidrogen ginjal dan reabsorpsi, produksi, dan ekskresi ion – ion bikarbonat oleh ginjal, yaitu salah satu komponen kunci sistem kontrol asam basa dalam berbagai cairan tubuh

Konsentrasi ion hidrogen dan pH cairan tubuh normal serta perubahan yang terjadi pada asidosis dan alkalosis. Konsentrasi ion hidrogen darah secara normal dipertahankan dalam batas ketat suatu nilai normal sekitar 0,00004 mEq/liter (40 nEq/liter).

Variasi normal hanya sekitar 3 sampai 5 mEq/liter, tetapi dalam kondisi yang ekstrim, konsentrasi ion hidrogen yang bervariasi dari serendah 10 nEq/liter sampai setinggi 160 nEq/liter tanpa menyebabkan kematian. Karena konsentrasi ion hidrogen normalnya adalah rendah dan dalam jumlah yang kecil ini tidak praktis, biasanya konsentrasi ion hidrogen disebutkan dalam skala logaritma, dengan menggunakan satuan pH. pH berhubungan dengan konsentrasi ion hidrogen.

pH normal darah arteri adalah 7,4, sedangkan pH darah vena dan cairan interstisial sekitar 7,35 akibat jumlah ekstra karbondioksida (CO_2) yang dibebaskan dari jaringan untuk membentuk H_2CO_3 . Karena pH normal darah arteri 7,4 seseorang diperkirakan mengalami asidosis saat pH turun dibawah nilai ini dan mengalami alkalosis saat pH meningkat diatas 7,4. Batas rendah pH dimana seseorang dapat hidup lebih dari beberapa jam adalah sekitar 6,8 dan batas atas adalah sekitar 8,0. pH intraseluler biasanya sedikit lebih rendah daripada pH plasma karena metabolisme sel menghasilkan asam, terutama H_2CO_3 .

Bergantung pada jenis sel, pH cairan intraseluler diperkirakan berkisar antara 6,0 dan 7,4. Hipoksia jaringan dan aliran darah yang buruk ke jaringan dapat menyebabkan pengumpulan asam dan itu dapat menurunkan pH intraseluler. pH urin dapat berkisar dari 4,5 sampai 8,0 bergantung pada status asam basa cairan ekstraseluler. Contoh ekstrim dari suatu cairan tubuh yang bersifat asam adalah HCl yang diekskresikan kedalam lambung oleh oksintik (sel-sel parietal) dari mukosa lambung.

5. Gangguan Keseimbangan Asam Basa

a. Asidosis Respiratorik

Asidosis Respiratorik adalah keasaman darah yang berlebihan karena penumpukan karbondioksida dalam darah sebagai akibat dari fungsi paru-paru yang buruk atau pernafasan yang lambat.

Asidosis respiratorik terjadi jika paru-paru tidak dapat mengeluarkan karbondioksida secara adekuat. Hal ini dapat terjadi pada penyakit-penyakit berat yang mempengaruhi paru-paru. Asidosis respiratorik dapat juga terjadi bila penyakit-penyakit dari saraf atau otot dada menyebabkan gangguan terhadap mekanisme pernafasan. Gejala pertama berupa sakit kepala dan rasa mengantuk. Jika keadaannya memburuk, rasa

mengantuk akan berlanjut menjadi stupor (penurunan kesadaran) dan koma.

Stupor dan koma dapat terjadi dalam beberapa saat jika pernafasan terhenti atau jika pernafasan sangat terganggu; atau setelah berjam-jam jika pernafasan tidak terlalu terganggu. Ginjal berusaha untuk mengkompensasi asidosis dengan menahan bikarbonat, namun proses ini memerlukan waktu beberapa jam bahkan beberapa hari. Biasanya diagnosis ditegakkan berdasarkan hasil pemeriksaan pH darah dan pengukuran karbondioksida dari darah arteri.

Pengobatan asidosis respiratorik bertujuan untuk meningkatkan fungsi dari paru-paru. Obat-obatan untuk memperbaiki pernafasan bisa diberikan kepada penderita penyakit paru-paru seperti asma dan emfisema. Pada penderita yang mengalami gangguan pernafasan yang berat, mungkin perlu diberikan pernafasan buatan dengan bantuan ventilator mekanik.

b. Asidosis Metabolik

Asidosis Metabolik adalah keasaman darah yang berlebihan, yang ditandai dengan rendahnya kadar bikarbonat dalam darah. Bila peningkatan keasaman melampaui sistem penyangga pH, darah akan benar-benar menjadi asam.

Seiring dengan menurunnya pH darah, pernafasan menjadi lebih dalam dan lebih cepat sebagai usaha tubuh untuk menurunkan kelebihan asam dalam darah dengan cara menurunkan jumlah karbon dioksida. Pada akhirnya, ginjal juga berusaha mengkompensasi keadaan tersebut dengan cara mengeluarkan lebih banyak asam dalam air kemih. Tetapi kedua mekanisme tersebut bisa terlampaui jika tubuh terus menerus menghasilkan terlalu banyak asam, sehingga terjadi asidosis berat dan berakhir dengan keadaan koma.

Penyebab asidosis metabolik dapat adalah :

- 1) Kelebihan produksi asam.
Pada asidosis diabetik atau asidosis laktat, produksi asam dapat melebihi kemampuan ginjal untuk absorpsi dan ekskresi H^+
- 2) Kurangnya cadangan dapar
Kehilangan ion HCO_3^- yang terbuang percuma melalui ginjal atau usus menyebabkan hipokarbonatemia dan asidosis metabolik.
- 3) Kurangnya ekskresi asam.

Dapat terjadi pada penyakit ginjal kronik dimana ginjal gagal mengekskresikan asam yang diproduksi secara normal.

Asidosis metabolik ringan bisa tidak menimbulkan gejala, namun biasanya penderita merasakan mual, muntah dan kelelahan. Pernafasan menjadi lebih dalam atau sedikit lebih cepat, namun kebanyakan penderita tidak memperhatikan hal ini. Sejalan dengan memburuknya asidosis, penderita mulai merasakan kelelahan yang luar biasa, rasa mengantuk, semakin mual dan mengalami kebingungan. Bila asidosis semakin memburuk, tekanan darah dapat turun, menyebabkan syok, koma dan kematian.

Diagnosis asidosis biasanya ditegakkan berdasarkan hasil pengukuran pH darah yang diambil dari darah arteri (arteri radialis di pergelangan tangan). Darah arteri digunakan sebagai contoh karena darah vena tidak akurat untuk mengukur pH darah. Untuk mengetahui penyebabnya, dilakukan pengukuran kadar karbon dioksida dan bikarbonat dalam darah. Mungkin diperlukan pemeriksaan tambahan untuk membantu menentukan penyebabnya. Misalnya kadar gula darah yang tinggi dan adanya keton dalam urin biasanya menunjukkan suatu diabetes yang tak terkendali. Adanya bahan toksik dalam darah menunjukkan bahwa

asidosis metabolik yang terjadi disebabkan oleh keracunan atau overdosis. Kadang-kadang dilakukan pemeriksaan air kemih secara mikroskopis dan pengukuran pH air kemih.

Pengobatan asidosis metabolik tergantung kepada penyebabnya. Sebagai contoh, diabetes dikendalikan dengan insulin atau keracunan diatasi dengan membuang bahan racun tersebut dari dalam darah. Kadang-kadang perlu dilakukan dialisis untuk mengobati overdosis atau keracunan yang berat. Asidosis metabolik juga bisa diobati secara langsung. Bila terjadi asidosis ringan, yang diperlukan hanya cairan intravena dan pengobatan terhadap penyebabnya. Bila terjadi asidosis berat, diberikan bikarbonat mungkin secara intravena, tetapi bikarbonat hanya memberikan kesembuhan sementara dan dapat membahayakan.

c. Alkalosis Respiratorik

Alkalosis Respiratorik adalah suatu keadaan dimana darah menjadi basa karena pernafasan yang cepat dan dalam, sehingga menyebabkan kadar karbondioksida dalam darah menjadi rendah. Pernafasan yang cepat dan dalam disebut hiperventilasi, yang menyebabkan terlalu banyaknya jumlah karbondioksida yang dikeluarkan dari aliran darah. Alkalosis respiratorik dapat membuat penderita merasa cemas dan dapat menyebabkan rasa gatal disekitar bibir dan wajah. Jika keadaannya makin memburuk, bisa terjadi kejang otot dan penurunan kesadaran.

Pengobatan diarahkan untuk memperbaiki ventilasi. Preparat farmakologi digunakan sesuai indikasi. Sebagai contoh, bronkodilator membantu menurunkan spasme bronkhial, dan antibiotik yang digunakan untuk infeksi pernapasan. Tindakan hygiene pulmonari dilakukan, ketika diperlukan, untuk

membersihkan saluran pernapasan dari mukus dan drainase pluren. Hidrasi yang adekuat diindikasikan untuk menjaga membran mukosa tetap lembab dan karenanya memfasilitasi pembuangan sekresi. Oksigen suplemen diberikan bila diperlukan. Ventilasi mekanik, yang digunakan secara waspada dapat memperbaiki ventilasi pulmonari. Penggunaan ventilasi mekanik yang tidak bijaksana dapat menyebabkan ekskresi karbondioksida yang demikian cepat sehingga ginjal tidak mampu untuk mengeliminasi kelebihan biokarbonat dengan cukup cepat untuk mencegah alkalosis dan kejang. Untuk alasan ini, kenaikan PaCO_2 harus diturunkan secara lambat. Membaringkan pasien dalam posisi semifowler memfasilitasi ekspansi dinding dada.

d. Alkalosis Metabolik

Alkalosis Metabolik adalah suatu keadaan dimana darah dalam keadaan basa karena tingginya kadar bikarbonat. Alkalosis metabolik terjadi jika tubuh kehilangan terlalu banyak asam. Sebagai contoh adalah kehilangan sejumlah asam lambung selama periode muntah yang berkepanjangan atau bila asam lambung disedot dengan selang lambung.

Pada kasus yang jarang, alkalosis metabolik terjadi pada seseorang yang mengkonsumsi terlalu banyak basa dari bahan-bahan seperti soda bikarbonat. Selain itu, alkalosis metabolik dapat terjadi bila kehilangan natrium atau kalium dalam jumlah yang banyak mempengaruhi kemampuan ginjal dalam mengendalikan keseimbangan asam basa darah.

Penyebab utama alkalosis metabolik:

- 1) Penggunaan diuretik (tiazid, furosemid, asam etakrinat)
- 2) Kehilangan asam karena muntah atau pengosongan lambung

- 3) Kelenjar adrenal yang terlalu aktif (sindroma Cushing atau akibat penggunaan kortikosteroid).

Alkalosis metabolik dapat menyebabkan iritabilitas (mudah tersinggung), otot berkedut dan kejang otot; atau tanpa gejala sama sekali. Bila terjadi alkalosis yang berat, dapat terjadi kontraksi (pengerutan) dan spasme (kejang) otot yang berkepanjangan (tetani). Biasanya alkalosis metabolik diatasi dengan pemberian cairan dan elektrolit (natrium dan kalium). Pada kasus yang berat, diberikan amonium klorida secara intravena.

DAFTAR PUSTAKA

- Darwis D, Moenajat Y, Nur B.M, Madjid A.S, Siregar P, Aniwidyaningsih W, dkk. 2008. Fisiologi Keseimbangan Air dan Elektrolit. ed. ke-2, FK-UI, Jakarta.
- Ganong W.F. 2005. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran.edisi ke-22, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Guyton A.C & Hall J.E. 2008. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran.edisi ke-11, Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Hartanto. W, 2007. Terapi Cairan dan Elektrolit. Bagian Farmakologi Klinik FK Universitas Pajajaran.
- Ishak, G. I, Purwanto, D.S, Paruntu , M.E. 2015. Kadar Klorida Serum Pada Latihan Fisik Intensitas Ringan Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi. Skripsi.
- Mountung, L.J.A. 2015. Perbandingan Kadar Natrium Serum Sebelum dan Sesudah Aktivitas Fisik Intensitas Berat. Jurnal e-Biomedik (eBm). 3. 3. 711-715
<http://repository.unimus.ac.id>
- Pokneange, R.J, Tiho, M, Mewo, Y.M. 2015. Perbandingan Kadar Kalium Darah Sebelum Dan Sesudah Aktivitas Fisik Intensitas Berat. Jurnal e-Biomedik (eBm). 3. 3. 845-849
- Primana D, 2007. Kebutuhan air dan elektrolit pada saat olahraga. <http://www.smallerab.com/kesehatan> diakses 21 November 2010
- Sacher R.A. dan Mcpherson R.A. 2002. Pengaturan Asam-Basa dan Elektrolit, pada: Tinjauan Klinis Hasil Pemeriksaan Laboratorium, edisi kedua, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Siregar P. 2009. Gangguan Keseimbangan Cairan dan Elektrolit. dalam: Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam, Edisi ke-5, Interna publishing, Jakarta.
- Sjostrom M, Ekelund U, Yngve A. 2009. Pengkajian aktivitas fisik. In: Gibney MJ, Margetts BM, Kearney JM, Arab L, editors. Gizi kesehatan masyarakat. Hartono A, alih bahasa. EGC. Jakarta

- The College of Emergency Medicine & Doctors.net.uk. (2008). Management of Electrolyte Imbalance due to Sodium, The College of Emergency Medicine.
- Thirtayasa IH. Hubungan antara aktivitas fisik dengan status gizi mahasiswa angkatan 2011 program studi pendidikan kedokteran universitas samratulangi. universitas samratulangi. Manado
- Yaswir, R. & Ferawati, I. 2012. Fisiologi dan Gangguan Keseimbangan Natrium, Kalium dan Klorida Serta Pemeriksaan Laboratorium. Jurnal Kesehatan Andalas. 1. 2. 80-85.

BIODATA PENULIS



Joice Mermy Laoh, S.Pd., S.Kep.,Ners., M.Kep., Lahir pada tanggal 17 Januari 1972 dari pasangan Noch Laoh dan Lely Kalalo. Istri dari Rudolf Boyke Purba.,SKM.,M.Kes. Lahir di Tomohon, 17 Januari 1972. Sekolah Dasar GMIM Tambelang tamat 1984 dan SMP Negeri Tambelang tamat tahun 1987. Pada Tahun 1994 saya kembali di Dinas Kesehatan Propinsi Sulawesi Utara dan mengikuti test Diploma 3 Keperawatan yang diselenggarakan oleh DEPKES akhirnya LULUS sehingga bisa mengikuti Pendidikan AKPER DEPKES Tidung Ujung Pandang tamat tahun 1999 bersama AKTA 3 dari Universitas Negeri Makassar tahun 1999. Saya Mengikuti S1 Pendidikan di Universitas Negeri Manado (UNIMA) lulus tahun 2003, dan melanjutkan Pendidikan S1 Keperawatan di Universitas Sam Ratulangi Manado (UNSRAT) Lulus tahun 2007, dilanjutkan dengan Profesi Ners lulus tahun 2008. Melanjutkan pendidikan S2 Keperawatan di Universitas Padjadjaran Bandung (UNPAD) dan Lulus Tahun 2011. Bekerja sebagai Dosen tetap di Poltekkes Kemenkes Manado sejak tahun 2004- sampai sekarang.

BAB 3

Sistem Saraf Pusat dan Tepi

Luh Ade Wilankrisna, S.Si., M.Ked., Ph.D

A. Pendahuluan

Sistem saraf adalah sekumpulan jaringan saraf yang tersusun atas sel saraf (neuron) kompleks yang membawa sinyal ke dan dari otak serta sumsum tulang belakang ke berbagai bagian tubuh. Sistem saraf memiliki tiga fungsi utama yaitu input sensorik, integrasi data, dan output motorik. Neuron dan sinapsis menghubungkan tubuh dan otak, sementara sel glia membantu regulasi jaringan dan mielinisasi.

Sistem saraf terdiri dari dua bagian utama, yaitu sistem saraf pusat (SSP) dan sistem saraf tepi (SST). SSP terdiri dari otak dan sumsum tulang belakang yang berfungsi sebagai pusat kendali tubuh, yang melakukan fungsi sensorik, motorik, dan integrasi data. SST terdiri dari jaringan saraf tulang belakang dan kranial yang terhubung ke SSP. SST berperan dalam memproses perubahan lingkungan internal dan eksternal melalui reseptor sensorik. SST terbagi menjadi sistem saraf otonom, yang mengendalikan organ-organ internal, pembuluh darah, otot polos, dan jantung secara tak sadar. Sistem saraf somatik, yang mengendalikan kulit, tulang, sendi, dan otot rangka secara sukarela. Kedua sistem ini saling berhubungan, dengan saraf dari SST menjadi bagian dari SSP dan sebaliknya (Evans-Martin, 2022).

B. Fungsi Sistem Saraf

Sistem saraf memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Memantau perubahan
2. Sistem saraf menggunakan jutaan reseptor sensorik untuk memantau perubahan yang terjadi di dalam dan di luar

tubuh; perubahan ini disebut rangsangan, dan informasi yang terkumpul disebut input sensorik.

3. Interpretasi input sensorik
4. Otak memproses dan menafsirkan input sensorik dan memutuskan apa yang harus dilakukan setiap saat, merupakan suatu proses yang disebut dengan integrasi.
5. Memberikan respons terhadap rangsangan, dengan mengaktifkan otot atau kelenjar (efektor) melalui output motorik.
6. Aktivitas mental
7. Otak adalah pusat aktivitas mental, termasuk kesadaran, berpikir, dan memori.
8. Homeostasis
9. Fungsi ini bergantung pada kemampuan sistem saraf untuk mendeteksi, menafsirkan, dan merespons perubahan kondisi internal dan eksternal. Hal ini berperan dalam merangsang atau menghambat aktivitas sistem lain sebagai bentuk mempertahankan lingkungan internal yang konstan (Thau, L., Reddy, V., Singh, L., 2022).

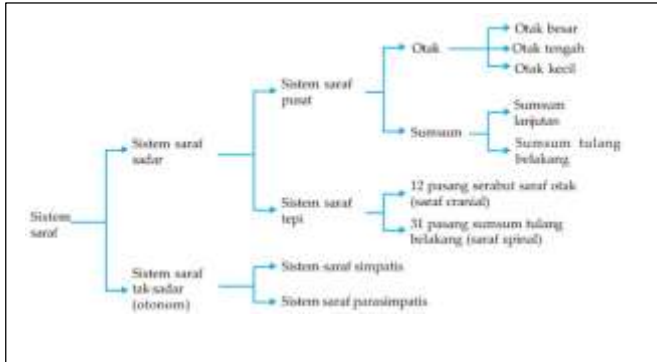
C. Organisasi Sistem Saraf

Organisasi sistem saraf dibagi menjadi dua komponen utama yaitu klasifikasi struktural dan fungsional.

1. Klasifikasi struktural

Klasifikasi struktural, yang mencakup semua organ sistem saraf, memiliki dua subdivisi - sistem saraf pusat (SSP) dan sistem saraf tepi (SST).

- a. Sistem saraf pusat (SSP). SSP terdiri dari otak dan sumsum tulang belakang, yang menempati rongga tubuh bagian dorsal dan bertindak sebagai pusat integrasi dan komando sistem saraf.
- b. Sistem saraf tepi (SST). SST, bagian dari sistem saraf di luar SSP, terutama terdiri dari saraf yang menjulur dari otak dan sumsum tulang belakang. (Tortora & Derrickson, 2020).



Gambar 1. Organisasi Sistem Saraf

2. Klasifikasi fungsional

- Divisi sensorik. Divisi sensorik, atau aferen, terdiri dari saraf dan serabut saraf yang menyampaikan impuls ke sistem saraf pusat dari reseptor sensorik yang terletak di seluruh tubuh.
- Serabut sensorik somatik. Serabut sensorik yang menghantarkan impuls dari kulit, otot rangka, dan persendian.
- Serabut sensorik visceral. Serabut yang menghantarkan impuls dari organ-organ visceral.
- Pembagian motorik. Divisi motorik, atau eferen membawa impuls dari SSP ke organ efektor, otot, dan kelenjar.

Divisi motorik memiliki dua subdivisi yaitu:

- Sistem saraf somatik. Sistem saraf somatik memungkinkan kita untuk secara sadar, atau secara sukarela, misal mengendalikan otot-otot rangka.
- Sistem saraf otonom. Sistem saraf otonom mengatur peristiwa yang otomatis, atau tidak disengaja; sistem saraf tak sadar, memiliki dua bagian: simpatis dan parasimpatis, yang biasanya menimbulkan efek yang berlawanan (Tortora & Derrickson, 2020).

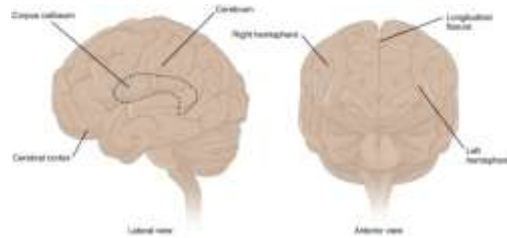
D. Sistem Saraf Pusat (SSP)

Otak dan sumsum tulang belakang adalah sistem saraf pusat, dan merupakan organ utama sistem saraf. Sumsum tulang belakang adalah struktur tunggal, sedangkan otak orang dewasa digambarkan dalam empat wilayah utama: otak besar (*cerebrum*), *diencephalon*, batang otak, dan otak kecil (*cerebellum*). Pengalaman sadar seseorang didasarkan pada aktivitas saraf di otak. Koordinasi refleks bergantung pada integrasi jalur sensorik dan motorik di sumsum tulang belakang (Thau, L., Reddy, V., Singh, L., 2022).

1. Otak besar (*cerebrum*)

Mantel abu-abu yang ikonik dari otak manusia, yang membentuk sebagian besar massa otak, adalah **otak besar**. Bagian yang berkerut merupakan lapisan terluar yang disebut dengan **korteks serebral**. Terdapat celah longitudinal sebagai pemisah antara kedua sisi otak besar yang disebut **fisura**. Fisura ini memisahkan otak besar menjadi dua bagian yang berbeda, yaitu belahan otak kanan dan kiri. Jauh di dalam otak besar, terdapat materi putih korpus kalosum sebagai jalur utama untuk komunikasi antara dua belahan korteks serebral.

Fungsi-fungsi neurologis seperti memori, emosi, dan kesadaran merupakan kompleksitas otak besar yang berbeda pada spesies vertebrata. Otak mamalia terdiri dari korteks dan inti basal yang berperan dalam pemrosesan kognitif dan perencanaan gerakan, serta korteks limbik yang terlibat dalam emosi, ingatan, dan perilaku (Thau, L., Reddy, V., Singh, L., 2022).

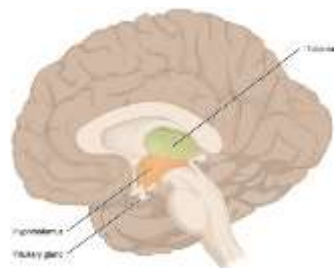


Gambar 2. Otak besar dengan dua belahan otak yang dipisahkan oleh fisura (Marz, A., *et. al.*, 2020).

2. Diencephalon

Diencephalon adalah wilayah otak yang menghubungkan antara otak besar dan seluruh sistem saraf, kecuali sistem penciuman yang terhubung langsung dengan otak besar. Diencephalon berada di dasar otak dan memiliki tiga bagian, yaitu:

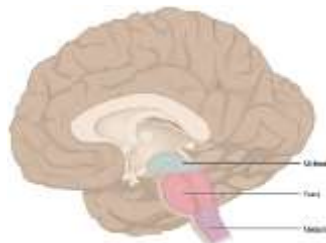
- a. Talamus, bertanggung jawab terhadap memori, siklus tidur, dan kesadaran, serta meneruskan atau mengirimkan informasi ke sistem tubuh yang lain.
- b. Hipotalamus, berfungsi untuk mengatur nafsu makan, emosi, suhu tubuh, jam biologis tubuh, dan produksi serta pelepasan hormon.
- c. Epitalamus atau amigdala, berperan dalam mengatur emosi, perilaku, dan memori jangka panjang (Thau, L., Reddy, V., Singh, L., 2022).



Gambar 3. Diencephalon terdiri dari talamus dan hipotalamus. Hipotalamus berada di bagian inferior dan anterior dari talamus, yang berujung pada kelenjar hipofisis (Marz, A., *et. al.*, 2020)

3. Batang Otak

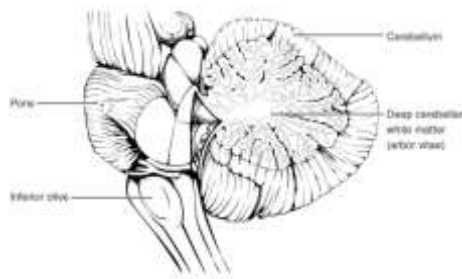
Struktur otak tengah dan otak belakang yang secara kolektif disebut sebagai batang otak adalah bagian yang menghubungkan otak dengan sumsum tulang belakang. Otak kecil melekat pada batang otak dan dianggap sebagai wilayah terpisah dari struktur otak orang dewasa. Otak tengah bertanggung jawab mengkoordinasikan representasi sensorik dari persepsi visual, pendengaran, dan somatosensori. *Pons* adalah penghubung utama dengan otak kecil. Keduanya mengatur fungsi penting, seperti pada sistem kardiovaskular dan pernapasan.



Gambar 4. Batang otak terdiri dari otak tengah, *pons*, dan medulla (Marz, A., *et.al.*, 2020).

4. Otak kecil (*Cerebellum*)

Otak kecil ditutupi oleh *gyrus* dan *sulcus* seperti otak besar, dan terlihat seperti versi miniatur dari otak besar. Otak kecil bertanggung jawab untuk membandingkan informasi dari otak besar dengan umpan balik sensorik dari SST melalui sumsum tulang belakang. Bagian ini menyumbang sekitar 10 persen dari massa otak. Otak kecil terletak di permukaan posterior batang otak. Bagian *descending* dari otak kecil masuk melalui struktur materi putih yang besar dari pons. Sedangkan bagian *ascending* dari SST dan sumsum tulang belakang masuk melalui *inferior olive*. Output masuk melalui otak tengah, lalu mengirimkan sinyal turun ke sumsum tulang belakang (Thau, L., Reddy, V., Singh, L., 2022).



Gambar 5. Otak kecil terletak di permukaan posterior otak batang (Marz, A., *et. al.*, 2020).

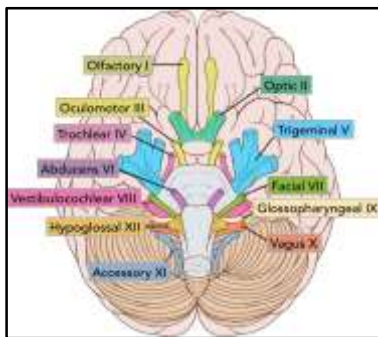
E. Sistem Saraf Tepi (SST)

Sistem saraf tepi (SST) merupakan kumpulan saraf lanjutan dari otak dan sumsum tulang belakang. Sel-sel saraf ini membawa impuls dari dan ke saraf pusat. Saraf tepi berfungsi menghubungkan respon sistem saraf pusat ke organ dan bagian lainnya di tubuh. SST terdiri dari ganglia dan saraf selain otak dan sumsum tulang belakang (Waxenbaum, J.A., Reddy V., Varacallo M., 2023)

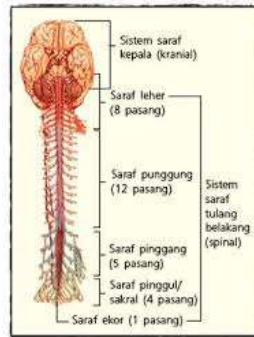
1. Saraf Kranial

Saraf kranial adalah bagian dari sistem saraf perifer yang terdiri dari 12 pasang serabut saraf kranial. Saraf kranial berfungsi sebagai saraf sensorik, motorik, dan otonom. Saraf kranial yang berfungsi sebagai saraf sensorik terdiri dari saraf olfaktorius (CN.I), saraf optik (CN.II), dan saraf vestibulokoklear(CN.VIII).

Saraf kranial yang berfungsi sebagai saraf motorik terdiri dari saraf oculomotor (CN,III), saraf troklear (CN. IV), saraf abdusen (CN.VI), saraf aksesorius (CN.XI), dan saraf hipoglosal (CN.XII). Saraf kranial yang berfungsi campuran terdiri dari saraf trigeminal (CN. V), saraf fasial (CN.VII), saraf glossofaringeal (CN.IX), dan saraf vagus (CN.X) (Waxenbaum, J.A., Reddy V., Varacallo M., 2023).



Gambar 6. Saraf kranial-12 pasang (Marz, A., *et.al.*, 2020).



Gambar 7. Saraf spinal-31 pasang (Marz, A., *et.al.*, 2020).

2. Saraf Tulang Belakang (Saraf Spinal)

Saraf spinal merupakan saraf yang terhubung dengan sumsum tulang belakang dan memiliki susunan yang lebih teratur daripada saraf kranial. Saraf spinal terdiri dari akson sensorik dan motorik yang terpisah menjadi dua akar saraf, yaitu akar saraf dorsal untuk akson sensorik dan akar saraf ventral untuk serabut motorik. Terdapat 31 saraf spinal (Gambar 7), berawal dari korda. Melalui akar saraf dorsal (posterior) dan ventral (anterior). Saraf spinal adalah saraf gabungan motorik dan sensorik, membawa informasi ke korda melalui neuron aferen dan meninggalkan melalui eferen. (Waxenbaum, J.A., Reddy V., Varacallo M., 2023).

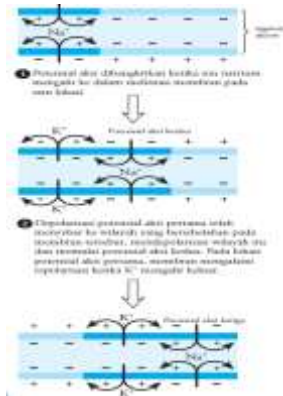
F. Fisiologi Sistem Saraf

Fisiologi sistem saraf melibatkan perjalanan impuls yang kompleks. Impuls (rangsangan) yang diterima oleh neuron sensori diantarkan melalui sel saraf dan sinapsis.

1. Penghantaran impuls melalui sel saraf

Jika tidak ada rangsangan, dikatakan bahwa neuron dalam keadaan istirahat. Muatan listrik di luar membran neuron adalah positif, sedangkan muatan listrik di dalam neuron adalah negatif. Keadaan seperti ini disebut juga

polarisasi. Jika neuron dirangsang dengan kuat, maka permeabilitas membran akan berubah. Akibatnya, polarisasi membran berubah, seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Penghantaran rangsang dengan mengubah polaritas membran neuron (Marz, A., et. al., 2020).

Polarisasi mengalami pembalikan di lokasi tertentu. Kemudian proses pembalikan polarisasi diulang sehingga menyebabkan rantai reaksi. Dengan demikian, impuls berjalan sepanjang akson. Setelah impuls berlalu, membran neuron memulihkan keadaannya seperti semula. Selama periode masa pemulihan ini (disebut dengan **periode refraktori**), impuls tidak bisa melewati neuron tersebut. (McCorry, L.K., 2007).

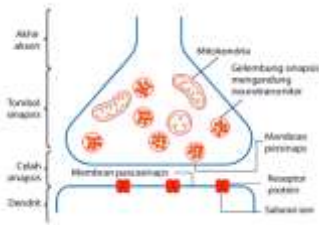
2. Penghantaran impuls melalui sinapsis

Sinapsis adalah penghubung yang mengendalikan komunikasi antar neuron. Pada setiap neuron, akson berakhir pada suatu tonjolan kecil yang disebut tombol sinapsis. Permukaan membran tombol sinapsis disebut membran pra-sinapsis yang berfungsi melakukan transmisi rangsangan. Sementara itu, permukaan membran dendrit dari sel yang dituju disebut membran post-sinapsis yang berfungsi sebagai penerima transmisi rangsangan. Kedua membran tersebut dipisahkan oleh celah sinapsis (Gambar 9). Pada sitoplasma tombol sinapsis (gelembung sinapsis), terdapat *neurotransmitter*. Neurotransmitter merupakan senyawa kimia yang dapat menanggapi impuls elektrik pada neuron dan dapat mentransmisikan impuls ke neuron berikutnya. Contoh neurotransmitter adalah asetilkolin, dopamin,

noradrenalin, dan serotonin (McCorry, L.K., 2007).

3. Mekanisme Kerja Sinapsis

Jika impuls tiba di tombol sinapsis, maka akan terjadi peningkatan permeabilitas membran pra-sinapsis terhadap ion Ca. Akibatnya, ion Ca masuk dan gelembung sinapsis melebur dengan membran pra-sinapsis sambil melepaskan neurotransmitter ke celah sinapsis. Neurotransmitter membawa impuls ke membran post-sinapsis. Setelah menyampaikan impuls, kemudian neurotransmitter dihidrolisis oleh enzim yang dikeluarkan membran post-sinapsis, misalnya enzim asetilkolinesterase. Jika neurotransmitter-nya berupa asetilkolin, maka akan dihidrolisis menjadi kolin dan asam etanoat. Kolin dan asam etanoat ini kemudian disimpan di gelembung sinapsis untuk dipergunakan lagi (Gambar 10). (McCorry, L.K., 2007).



Gambar 9. Struktur sinapsis (Marz, A., *et al.*, 2020).



Gambar 10. Mekanisme penghantaran impuls melalui sinapsis (Marz, A., *et al.*, 2020).

DAFTAR PUSTAKA

- Evans-Martin, F. F. (2022). *The Human Body How It Works: The Nervous Sistem 3rd ed.* New York: Chelsea House.
- Marz, A., Kamatchi, G., D'Silva, J., Prabhakaran, K., Chandra, R., Isekeije, S. (2020). *Anatomy and Physiology Laboratory Manual for Nursing and Allied Health.* p.239-334.
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- McCorry, L. K. (2007). Teacher Topic's: *Physiology of the Autonomic Nervous Sistem.* *American Journal of Pharmaceutical Education*, 71 (4): 78-89.
- Thau, L., Reddy, V., Singh, P. (2022). *Anatomy, Central Nervous Sistem.*
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542179/>
- Tortora, G.J., Derrickson, B.H. (2020). *Principles of Anatomy and Physiology 16th ed.* New York: John Wiley&Sons, Inc.
- Waxenbaum, J.A., Reddy, V., Varacallo, M. (2023). *Anatomy, Autonomic Nervous Sistem.*
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539845/>

BIODATA PENULIS



Luh Ade Wilankrisna, S.Si., M.Ked., Ph.D lahir di Probolinggo, pada 19 Januari 1983. Menyelesaikan pendidikan S1 di Jurusan Biologi Fakultas MIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, S2 di Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, dan S3 di Graduate School of Medical Science Kumamoto University, Jepang. Penulis adalah peneliti di Institute of Tropical Disease Universitas Airlangga sejak tahun 2010 - 2013. Tahun 2013 - sekarang, penulis merupakan Dosen di Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Denpasar.

BAB 4

Anatomi dan Fisiologi Sistem Endokrin

Tavip Indrayana, Skep. Ns. MSc.

A. Pendahuluan

Sistem endokrin memproduksi hormon yang memainkan peran penting dalam mengatur proses homeostasis seperti: metabolisme, pertumbuhan dan perkembangan, keseimbangan cairan dan elektrolit, proses reproduksi, dan siklus bangun dan tidur (Timby & Smith, 2010).

Kelenjar endokrin adalah organ yang mensintesis, menyimpan dan mensekresi hormon ke dalam aliran darah. Sistem endokrin menyatukan dan menyelaraskan kegiatan dari berbagai macam sistem dalam tubuh sehingga memungkinkan terjadinya segala macam perubahan sesuai dengan lingkungannya.

B. Jenis Kelenjar

Kelenjar endokrin merupakan kelenjar tak bersaluran, mengalirkan produknya langsung ke dalam aliran darah, Misal: kelenjar hipotalamus, hipofisis, kelenjar tiroid, kelenjar paratiroid, kelenjar adrenalin, kelenjar timus,

Kelenjar eksokrine Mempunyai saluran keluar, Mengalirkan produknya ke luar tubuh Misal : kelenjar keringat (sweat), kelenjar susu (mammary), kelenjar ludah (salivary) dan kelenjar air mata (lacrimal).

3 komponen penting dalam sistem endokrin

1. Kelenjar endokrin yang menghasilkan zat perantara kimiawi yang masuk ke aliran darah
2. Zat perantara kimiawinya/ Pembawa pesan kimia = disebut hormon

3. Sel atau organ yang respons terhadap hormon terkait

C. Sistem Endokrin

Sistem endokrin tersusun dari beberapa kelenjar endokrin yang tersebar di dalam tubuh. Sistem endokrin adalah sistem yang bekerja dengan perantara zat-zat kimia (hormon) yang dihasilkan oleh kelenjar endokrin. Kelenjar endokrin mensintesis dan menghasilkan zat kimia khusus hormon, yang dialirkan melalui aliran darah di sel dan organ tubuh meregulasi pengaruh khusus.

Setelah disekresi oleh kelenjar endokrin hormon diangkut oleh darah ke jaringan sasaran untuk memengaruhi atau mengubah kegiatan di jaringan tersebut.

1. Hubungan sistem endokrin dengan sistem saraf

Sistem endokrin tersusun dari beberapa kelenjar endokrin yang tersebar di dalam tubuh yang bekerjasama dengan sistem saraf dan berperan penting dalam pengendalian kegiatan organ – organ tubuh.

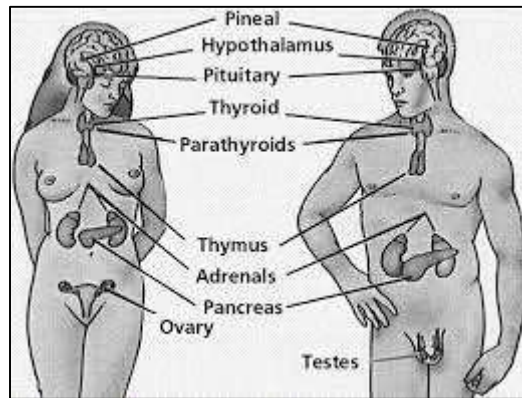
Sistem endokrin bersama sistem saraf memungkinkan komunikasi antara bagian-bagian yang terletak jauh didalam tubuh. Sistem saraf mengirim berita melalui serabut saraf terkait membangkitkan respons saraf dengan cepat dan selektif. Sistem endokrin mengirim perintah atau berita dalam bentuk hormon-hormon lewat aliran darah, Efek hormonal membangkitkan efek jauh lebih lambat dari pada efek saraf, namun durasi aksinya lebih lama Sistem endokrin bersama dengan sistem saraf tubuh, mengontrol dan mengintegrasikan fungsi tubuh untuk mempertahankan homeostasis.

2. Anatomi Sistem Endokrin

Jenis Kelenjar Endokrin terdiri dari:

- a. Kelenjar Pituitari (Pituitary gland: kelenjar hipofisis)
- b. Kelenjar Tiroid (Thyroid gland)
- c. Kelenjar Paratiroid (Parathyroid glands, 4)
- d. Kelenjar Timus (Thymus gland,)
- e. Kelenjar Adrenal (Adrenal glands, 1 pasang)

- f. Kelenjar Pankreas (Pancreas)
- g. Kelenjar Gonad
 - 1) Pada wanita : Kelenjar Ovarium (Ovary, 1 pasang),
 - 2) Pada pria : Kelenjar testis (Buah pelir, 1 pasang)
- h. Kelenjar Pineal (Pineal gland)



Gambar 1. Kelenjar Endokrin

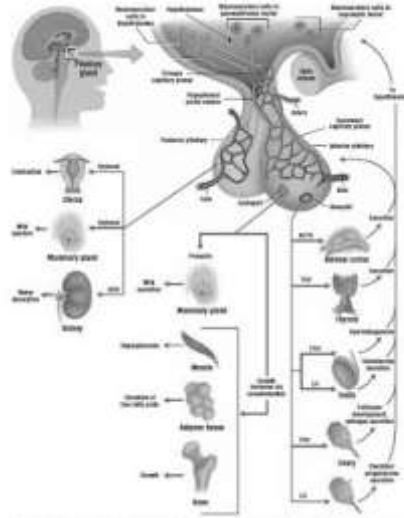
3. Hipotalamus

Merupakan bagian dari batang otak yang disebut diensefalon. Hipotalamus adalah organ saraf dan organ endokrin. Sehingga jaringan ini termasuk dalam Sistem Saraf Otak juga merupakan pusat integrasi utama sistem endokrin dan saraf otonomik. Hipotalamus mengontrol fungsi organ endokrin melalui jalur saraf dan hormonal.

Hipotalamus berkaitan dengan mempertahankan homeostasis yaitu mempertahankan lingkungan internal tubuh tetap konstan. Mengontrol perilaku dan respon yang tepat terhadap berbagai stimulus yang datang. Hipotalamus secara terus menerus menerima informasi dari susunan saraf pusat (SSP) dan susunan saraf tepi (SST) mengenai suhu tubuh, rasa nyeri, rasa nikmat, rasa lapar, massa tubuh dan status metabolic.

Sel dalam Hipotalamus mampu menghasilkan bahan kimia yang dapat mempengaruhi sel-sel kelenjar endokrin

melepaskan hormon releasing factor. Hipotalamus mengontrol hormon bagian anterior pituitary melalui pelepasan faktor-faktor inhibitor (penghambat).



Gambar 2. Hipotalamus dan hipofisis

4. Kelenjar Hipofisis

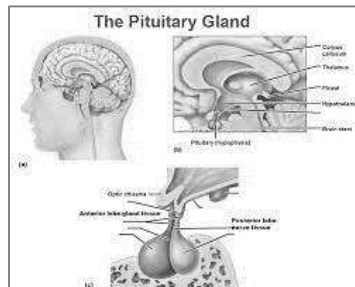
Kelenjar hipofisis, atau pituitary gland, adalah kelenjar kecil berbentuk bulat yang terletak di dasar otak, tepatnya di bawah hipotalamus. Kelenjar ini memainkan peran sentral dalam mengatur berbagai fungsi tubuh dan merupakan bagian penting dari sistem endokrin.

Secara umum, kelenjar hipofisis dapat dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu hipofisis anterior (adenohypophysis) dan hipofisis posterior (neurohypophysis). Fungsi kelenjar hipofisis melibatkan pengaturan produksi dan pelepasan berbagai hormon penting yang memengaruhi pertumbuhan, metabolisme, fungsi reproduksi, serta pengaturan berbagai proses fisiologis lainnya dalam tubuh.

a. Hipofisis anterior

Hipofisis anterior menghasilkan berbagai hormon, termasuk hormon pertumbuhan, hormon prolaktin, hormon adrenokortikotropik, hormon tiroid-stimulasi, hormon folikel-stimulasi, dan hormon luteinisasi. Sementara itu, hipofisis posterior menyimpan dan melepaskan hormon-hormon yang disintesis di hipotalamus, seperti oksitosin dan vasopresin (hormon antidiuretik).

Gangguan pada kelenjar hipofisis dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk kelainan hormon, pertumbuhan yang tidak normal, gangguan reproduksi, serta masalah metabolik lainnya.



Gambar 3. Kelenjar Hipofisis

b. Hipofisis Posterior

Disebut juga neurohipofisis, Merupakan jaringan saraf sejati yang secara embriologis berasal dari hipotalamus. Terdapat 3 bagian :

- 1) Eminensia mediana tempat hipotalamus mensekresi anterior pituitary releasing hormon
- 2) Batang infundibular: menghubungkan hipotalamus dengan hipofisis posterior
- 3) Prosesus infundibular : ujung terminal hipofisis posterior

Badan sel saraf di nukleus supra optik dan paraventrikel hipotalamus mensintesis 2 hormon :

Hormon antidiuretik (vasopresin) dan Hormon oksitosin. Hipotalamus mengirim hormon vasopresin dan oksitosin ditonjolan akson melalui batang infundibular ke prosesus infundibular dan disimpan sampai menstimulasinya untuk dilepaskan ke sirkulasi umum. Jadi hormon yang dilepaskan oleh hipofisis posterior berasal dari hipotalamus dan pelepasannya tergantung pada hipotalamus.

Hormon-hormon yang dihasilkan kelenjar Hipofisis dan fungsinya

a. Kelenjar Hipofise terdiri dari :

1) Neurohipofise :

- a) Sel penghasil hormonnya sendiri tidak berada di hipofisis melainkan di batang otak.
- b) Hormon utama neurohipofise adalah Oksitosin yang mengatur kontraksi otot dinding uterus.
- c) Hormon kedua yaitu vasopresin, mengatur kontraksi otot arteri kecil hingga dapat meningkatkan tekanan darah, merangsang saluran nefron dalam ginjal untuk menyerap kembali air yang disaring sehingga urine jadi pekat

2) Adenohipofisis

Mengandung berbagai sel – sel kelenjar yang masing-masing menghasilkan jenis hormon yang berbeda dan mempunyai sasaran kelenjar endokrin lain diluar hipofisis.

Diantara hormon – hormon yang dilepaskan Adenohipofisis yaitu :

- a) Tirotrofik Stimulating Hormon (TSH); mempunyai sasaran kelenjar Tiroid untuk menghasilkan hormon tiroxin.
- b) Adeno Cortico Trofic Hormon (ACTH) mempunyai sasaran korteks kelenjar adrenal

untuk menghasilkan hormon – hormonnya.

- c) Gonadotrophic Hormon = Hormon gonadotrofik mempunyai sasaran kelenjar endokrin pada gonad, ada 2 jenis yaitu :

(1) FSH : Folicle Stimulating Hormon

- Pada wanita merangsang perkembangan sel folikel de Graff dalam ovarium untuk perkembangan
- Pada pria merangsang pembentukan spermatozoa pada testis merangsang gametogenesis.

(2) LH : Luteinizing Hormon

- Mengendalikan sekresi estrogen dan progesteron dalam ovarium, mempengaruhi luteinisasi pada wanita.
- Pada pria disebut ICSH (Interstitial Cell Stimulating Hormon) yang merangsang sel – sel dalam jaringan testis, menghasilkan hormon testosterone.

5. Kelenjar Tiroid

Terdapat dileher, berbentuk seperti perisai, terletak disebelah kanan dan kiri trachea, diikat oleh jaringan ikat yang disebut ismus tiroid, Terdiri atas 2 buah lobus. Hormon – hormon yang dihasilkan kelenjar Tiroid dan fungsinya

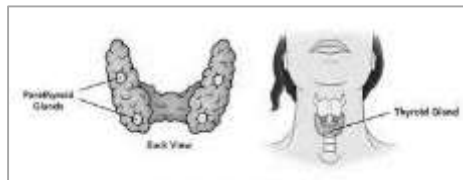
- a. Hormone T4 : Tiroksin hormone
- b. Hormone T3 : Triyodotironin hormone.

Hormon tiroksin diperlukan untuk mengatur metabolisme. Pelepasan hormon tiroksin dirangsang oleh kelenjar adenohipofisis yaitu Tyrotrophic stimulating hormone (TSH) atau hormon tirotrofik. Pembuatan Hormon tiroksin – dibutuhkan vitamin B, E dan Iodium.

Fungsi kelenjar tiroksin :

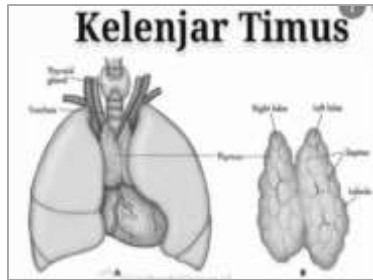
- a Bertalian dengan kegiatan metabolik dalam jaringan.

- b Bekerja sebagai perangsang proses oksidasi.
 - c Mengatur penggunaan oksigen.
 - d Mengatur pengeluaran karbon dioksida
6. Kelenjar Paratiroid
- Terletak dibelakang kelenjar tiroid yang terdiri dari 2 pasang kelenjar. Kelenjar paratiroid memproduksi Hormon paratiroid (Paratiroksin hormon = Parathormon) yang sangat diperlukan untuk pemanfaatan Kalsium dan Fosfat. Produksi parathormone dirangsang oleh hormon yang dihasilkan oleh kelenjar adenohipofise. Hilangnya aktivitas kelenjar paratiroid mengakibatkan peningkatan kadar fosfat didalam darah.



Gambar 4. Kelenjar Paratiroid

7. Kelenjar Timus
- Kelenjar timus (Thymus gland), terdiri dari 2 lobus, struktur mirip kelenjar limfe, Menghasilkan jaringan limfe dan limfoid penghasil antibody. Kelenjar timus terletak didalam thoraks didepan pembuluh – pembuluh besar didekat jantung. Dalam kelenjar timus sel-sel limfosit yang belum dewasa dari sumsum tulang berkembang lebih dewasa menjadi limfosit yang disebut limfosit T. Limfosit T yang dilepaskan dari kelenjar timus akan beredar didalam darah dan bermukim dalam kelenjar getah bening dan limpa. Pada bayi kelenjar timus relatif besar dan berangsur – angsur mengecil dengan bertambahnya pertumbuhan.



Gambar 5. Kelenjar timus

8. Kelenjar Adrenal (Supra Renal)

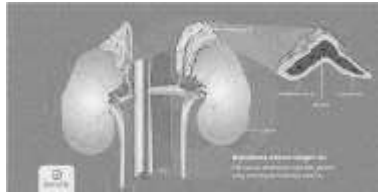
Terletak pada ujung atas setiap ginjal dinamakan juga kelenjar supra renalis. Terdapat bagian korteks yang terdapat dekat permukaan, dan medula yang terdapat ditengah kelenjar. Kelenjar supra renalis = adrenal terdiri dari 2 bagian :

a. Korteks :

- 1) Menghasilkan hormon kortikosteroid
- 2) Pelepasan hormon ini diatur oleh ACTH yang dihasilkan oleh kelenjar adenohipofisis
- 3) Hormon kortikosteroid merupakan kumpulan hormon seperti glukokortikoid dan mineralokortikoid yang terlibat dalam metabolisme bahan makanan

b. Medula :

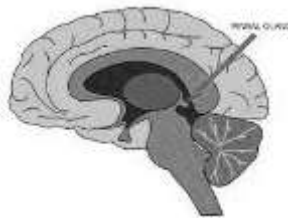
Menghasilkan hormon adrenalin = katekolamin : yaitu hormon epinefrin dan norepinefrin yang menyebabkan pengecilan pembuluh arteri dan peningkatan denyut jantung. Adrenalin menimbulkan jantung berdebar-debar dan peningkatan tekanan darah, juga mempunyai efek mengendurkan otot-otot dinding bronkiolus pada saluran nafas.



Gambar 6. Kelenjar Supra Renal

9. Kelenjar Pinealis

Pineal gland= epifise. Terdapat didalam ventrikel otak. Berbentuk kecil berwarna merah seperti buah cemara. Menonjol dari mesencephalon keatas dan kebelakang collicus superior. Fungsi belum jelas diduga menghasilkan melantonin, sekresi interna dalam membantu pankreas dan kelenjar kelamin. Berperan aktif dalam mengatur aktivitas seksual reproduksi manusia. Mensekresi : melatonin untuk memodifikasi fungsi kelenjar kelamin yang berhubungan dengan pengaturan waktu haid dan memberikan pengaruh pada perkembangan kelenjar kelamin untuk kematangan seksual.

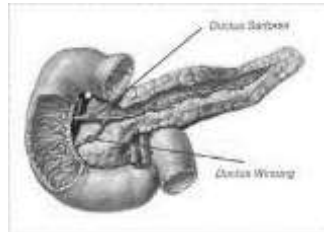


Gambar 7. Kelenjar Pineal

10. Kelenjar Pankreas

Kelenjar Langerhans : terdapat pada pulau langerhans di pancreas. Didalam pulau langerhans sedikitnya terdapat 2 jenis sel kelenjar endokrin yaitu Sel Beta pulau langerhans dan Sel Alfa pulau Langerhans. Pankreas terletak retroperitoneal dan menghasilkan 2 kelenjar yaitu kelenjar eksokrin dan kelenjar endokrin.

Hormon – hormon yang dihasilkan kelenjar Pankreas dan fungsinya.



Gambar 8. Kelenjar Pankreas

Pulau langerhans Pankreas menghasilkan getah pankreas yang diedarkan melalui saluran pankreas kedalam duodenum. Di Pankreas terdapat sel kelenjar endokrin yaitu :

- a. Sel Alfa pulau Langerhans : menghasilkan hormon glukagon efek berlawanan dengan insulin
- b. Sel Beta pulau langerhans : Menghasilkan hormon insulin yang mengatur kadar glukosa dalam darah, berpengaruh pada pertukaran karbohidrat dalam tubuh
- c. Sel C pulau Langerhans : membuat Somatostatin
- d. Sel D pulau langerhans : mengandung dan mensekresi pankreatik polipeptida, melepaskan somatostatin yang dapat menghambat sekresi insulin dan glukosa

Hormon pengatur metabolisme karbohidrat :
Terutama hormon yang terdapat di pancreas dan Hormon dihasilkan oleh sel-sel kelenjar endokrin yang berkumpul sebagai pulau Langerhans. Pulau langerhans Pankreas menghasilkan getah pankreas yang diedarkan melalui saluran pankreas kedalam duodenum. Getah pankreas mengandung enzim dan mineral yang berguna bagi pencernaan . Sel Beta pulau langerhans : Menghasilkan hormon insulin yang mengatur kadar glukosa dalam darah, berpengaruh pada pertukaran karbohidrat dalam tubuh. Sel Alfa pulau Langerhans : menghasilkan hormon

glukagon efek berlawanan dengan insulin

11. Kelenjar Kelamin = Kelenjar Gonad

Kelenjar Gonad yaitu testis pada pria dan ovarium pada wanita mempunyai fungsi endokrin dan reproduksi.

Hormon pengatur sistem reproduksi :

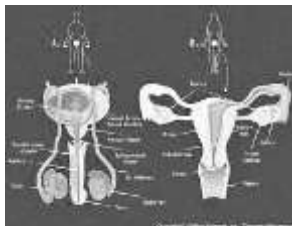
a. Hormon kelamin Laki – laki :

Testosterone, suatu hormon seks (androgen dan sperma) dihasilkan oleh sel Leydig dalam testis

b. Hormon kelamin wanita :

Estrogen dan progesteron, untuk memproduksi sel telur, dihasilkan oleh sel endokrin dalam ovarium

Testis menghasilkan hormon testosterone dan estradiol dibawah pengaruh LH. Testosterone diperlukan untuk mempertahankan spermatogenesis, FSH diperlukan untuk memulai dan mempertahankan spermatogenesis. Efek testosterone pada fetus merangsang diferensiasi dan perkembangan genital ke arah pria. Pada masa pubertas hormon ini akan merangsang perkembangan tanda-tanda seks sekunder seperti perkembangan bentuk tubuh, pertumbuhan dan perkembangan alat genital, distribusi rambut tubuh, pembesaran laring dan penebalan pita suara serta perkembangan sifat agresif. Sebagai hormon anabolik, akan merangsang pertumbuhan dan penutupan epifise tulang. Fungsi testis sebagai organ reproduksi berlangsung di tubulus seminiferus.



Gambar 9. Kelenjar Kelamin

Sebagai organ endokrin, ovarium menghasilkan hormon estrogen dan progesteron. Sebagai organ reproduksi, ovarium menghasilkan ovum (sel telur) setiap

bulannya pada masa ovulasi untuk selanjutnya siap untuk dibuahi sperma. Estrogen dan progesteron akan mempengaruhi perkembangan seks sekunder, menyiapkan endometrium untuk menerima hasil konsepsi serta mempertahankan proses laktasi. Estrogen dibentuk di sel-sel granulosa folikel dan sel lutein korpus luteum. Progesteron juga dibentuk di sel lutein korpus luteum

Sel testis dan ovarium pada awal kehidupan janin sudah ada tetapi sifat kelamin belum dapat dikenali. Sel – sel reproduksi tersebut berkembang disebelah depan ginjal dan membentuk struktur disekelilingnya. Pada waktu lahir kelenjar kelamin mempunyai ukuran kecil dan tidak berfungsi. Pada masa remaja sel kelamin berkembang bersamaan dengan perubahan yang menentukan sifat pria dan wanita, di masa pubertas ini kelenjar gonad menjadi aktif dan sifat kelamin sekunder mulai nampak. Dan juga terjadi peningkatan sekresi gonadotropin (FSH dan LH) yang merangsang perkembangan dan produksi kelenjar gonad.

Ovarium : indung telur. Berbentuk seperti biji kenari. Terdiri dari 2 ovarium. Terletak dikanan dan kiri uterus, dibawah tuba uterine, Terikat disebelah belakang oleh ligamentum latum uteri. Ovarium berisi sejumlah besar ovum yang belum matang yang disebut oosit primer. Setiap oosit primer dikelilingi sekelompok sel folikel pemberi makanan. Pada setiap siklus haid sebuah folikel ovarium matang (folikel de Graaf) berkembang dan melepaskan ovum dan dikeluarkan dalam siklus menstruasi kira – kira pertengahan (hari ke 14).

Kelenjar kelamin atau kelenjar gonad wanita

- a. Estrogen dihasilkan oleh folikel graaf. Fungsinya merangsang pertumbuhan ciri-ciri kelamin sekunder pada wanita.
- b. Progesterone dihasilkan oleh korpus luteum, perkembangan, dan pertumbuhan kelenjar susu.

Kelenjar gonad wanita dihasilkan dari ovarium. Ovarium berbentuk memanjang, terletak dibawah atau disamping berjumlah sepasang dan bergantung pada bagian samping rongga tubuh. Ukuran dan perkembangannya dalam tubuh manusia bervariasi sesuai dengan tingkat kematangannya. Warnanya pun berbeda-beda. Sebagian besar berwarna keputih-putihan pada waktu lebih muda dan berubah menjadi kekuning-kuningan pada waktu matang. Sepertihalnya testis, ovarium juga berfungsi sebagai organ endokrin dan organ reproduksi.

Testis. Merupakan organ kelamin pria untuk pengembang biakan. Tempat spermatozoa dibentuk. Testis berkembang didalam rongga abdomen sewaktu janin dan turun melalui saluran inguinal kanan dan kiri masuk kedalam skrotum menjelang akhir kehamilan. Testis terletak obliq menggantung pada jaringan spermatik didalam skrotum. Pria mempunyai sepasang testis yang terdapat dalam skrotum terbungkus oleh jaringan tunika albuginea yang melekat pada testis. Di luar tunika albuginea terdapat tunika vaginalis yang terdiri atas lapisan viseralis dan parietalis serta tunika dorts. Testis (gonad jantan) berbentuk memanjang dan menggantung pada bagian atas rongga tubuh dengan perantaraan mesorkium. Testis tersusun dari folikel-2 tempat spermatozoa berkembang. Ukuran gonad dapat mencapai 12% atau lebih dari bobot tubuh.

Testis terdiri atas ribuan saluran (tubulus) sperma. Dinding tubuh tubulus spermatere disebut dilapisi oleh sel gersmital primitif yang mengalami kekhususan disebut spermatogonium. Ukuran testis pada orang dewasa adalah $4 \times 3 \times 2,5$ cm, dengan volume 15 ± 25 ml berbentuk avoid.

Kelenjar Testis, Ada 2 kelenjar testis dimana yang 1 menghasilkan hormon testosteron, yang lain memproduksi sperma. Hormon testosteron berperan penting dalam meningkatkan hasrat seks, karakteristik suara pria (besar

dan dalam), tumbuh kumis dan jenggot. Zat gizi yang diperlukan : Vitamin A, B12, C, E, Asam folat, Mg, Mn, Zn, Ca, S, dan inositol. Kekurangan vitamin E menyebabkan degenerasi kelenjar testis. Kekurangan Seng menyebabkan motilitas sperma menurun, gangguan fertilitas (infertilitas). Kekurangan Mangan menyebabkan hilangnya hasrat seks dan jumlah sperma. Kekurangan Selenium menyebabkan ketidaksuburan, Defisiensi Magnesium, Seng dan vitamin B12 menyebabkan gagal ereksi alat kelamin pria secara optimal

Kelenjar ovarium, Merupakan kelenjar seks pada wanita. Memproduksi 2 macam hormon yaitu : hormon estrogen dan hormon progesterone. Produksi hormon estrogen yang terlalu sedikit menyebabkan terhambatnya kematangan seks, bahkan tidak berkembang, gland mammae mengecil. Zat - zat yang diperlukan untuk fungsi ke 2 hormon ini adalah asam folat, niasin, vitamin E dan mineral Seng.

DAFTAR PUSTAKA

- Ganong William F 2003 , REVIEW of MEDICAL PHISIOLOGY 21st Ed.McGraw -Hill Companies ,San Francisco.
- Guyton Arthur C 2007, Buku ajar Fisiologi Kedokteran EGC Jakarta.
- Syaifuddin 2006, ANATOMI FISILOGI untuk mahasiswa keperawatan EGC Jakarta.
- Evelyn C.Pearce 2012, Anatomi & Fisiologi untuk Paramedis, cetakan ke 38.Gramedia Jakarta.
- Dorland's Illustrated, "Medical Dictionary"Igaku-Shoin/Saunders International Edition.
- Kemenkes 2017, Bahan ajar RMIK „ Klasifikasi ,Kodefikasi Penyakit dan Permasalahan terkait I,” edisi tahun 2017.
- Kemenkes 2018, Bahan ajar RMIK „ Klasifikasi ,Kodefikasi Penyakit dan Permasalahan terkait II,” edisi tahun 2018
- Sobotta Atlas of Human Anatomy Volume 1 , volume 2, volume 3.
<https://emergencypedia.files.wordpress.com/2013/04/ganong-pdf.pdf> download 11/6/2019. 06.52 PM.
- <http://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=536901>.
- https://books.google.co.id/books?id=55OSHlTLNCCM&lpg=PP6&hl=id&pg=PP#v=onepage&q&f=falsehttps://archive.org/details/SobottaAtlasOfHumanAnatomyVolume1_201611
- <https://www.elsevier.com/books/sobotta-atlas-of-human-anatomy-vol-2-15th-ed-english/paulsen/978-0-7020-5252-1>
- <https://www.elsevier.com/books/sobotta-atlas-of-anatomy-vol-3-16th-ed-english-latin/paulsen/978-0-7020-5271-2>
- http://bppsdmk.kemkes.go.id/pusdiksdmk/wpcontent/uploads/2018/09/Klasifikasi-dan-Kodefikasi-Penyakit-Masalah-Terkait-Kesehatan_SC.pdf
- http://bppsdmk.kemkes.go.id/pusdiksdmk/wpcontent/uploads/2018/09/Klasifikasi-Kodefikasi-Penyakit-Masalah-Terkait-III_SC.pdf

BIODATA PENULIS



Tavip Indrayana, Skep.,Ns.,MSc.

Lahir di Grobogan pada tanggal 12 Januari 1965. Menyelesaikan Pendidikan S1 Keperawatan di Universitas Airlangga dan S2 Ilmu Kedokteran Dasar dan Biomedik Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada. Saat ini penulis sebagai Dosen di Jurusan Keperawatan Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang.

BAB 5

Sistem Limfatik

Ns. Dewi Fitriani, S.Kep., M.Kep

A. Pendahuluan

Selain sistem peredaran darah, manusia juga mempunyai sistem peredaran getah bening (limfa) yang keduanya berperan dalam sistem transportasi. Sistem peredaran getah bening (limfa) yang keduanya berperan dalam sistem transportasi. Sistem limfa berkaitan erat dengan sistem peredaran darah. Sistem limfa terdiri dari cairan limfa, pembuluh limfa, dan kelenjar limfa.

Sistem limfa berkaitan erat dengan sistem peredaran darah. Sistem limfa terdiri dari cairan limfa, pembuluh limfa, dan kelenjar limfa. Struktur pembuluh limfe serupa dengan vena kecil, tetapi memiliki lebih banyak katup sehingga pembuluh limfe tampaknya seperti rangkaian petasan. Pembuluh limfe yang terkecil atau kapiler limfe lebih besar dari kapiler darah dan terdiri hanya atas selapis endotelium (Irianto, 2007 dalam Washudi, 2016)

B. Pengertian Sistem limfatik /Kelenjar Getah Bening

Adalah suatu sistem sirkulasi sekunder yang berfungsi mengalirkan limfa atau getah bening di dalam tubuh, terutama antar kelenjar limfa. Limfa berasal dari plasma darah yang keluar dari sistem kardiovaskular ke dalam jaringan sekitarnya. Limfa atau getah bening adalah cairan jernih kekuning-kuningan yang berisi sel-sel darah putih, keping darah, dan fibrinogen. Kandungan fibrinogen pada limfa menyebabkan limfa mampu membeku.

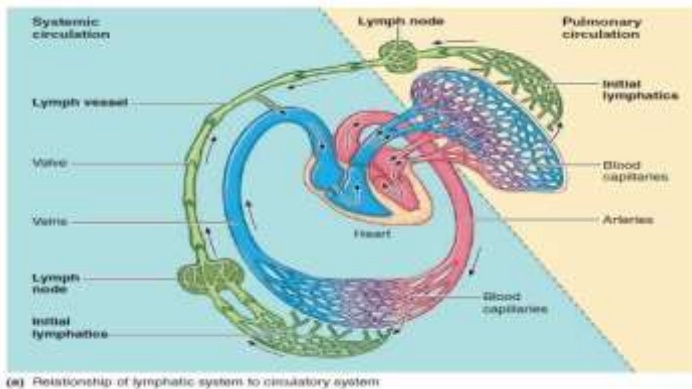
Cairan getah bening tidak selalu berada di dalam pembuluh limfa, oleh karena itu disebut sebagai peredaran

terbuka. Cairan ini kemudian dikumpulkan oleh sistem limfa melalui proses difusi ke dalam kelenjar limfa dan dikembalikan ke dalam sistem sirkulasi. Aliran cairan limfa tidak dipompa oleh jantung seperti pada peredaran darah, tetapi mengalir karena desakan otot-otot rangka di sekitar pembuluh limfa (Arisworo, 2016)

C. Struktur Sistem Limfatik/Kelenjar Getah Bening

Washudi (2016) menjelaskan bahwa Sistem saluran limfe berhubungan langsung dengan sistem sirkulasi darah. Darah meninggalkan jantung melalui arteri dan dikembalikan melalui vena. Sebagian cairan yang meninggalkan sirkulasi dikembalikan melalui saluran limfe, yang merembes dalam ruang-ruang jaringan.

Hampir seluruh jaringan tubuh mempunyai saluran limfatik yang mengalirkan kelebihan cairan secara langsung dari ruang interstisial. Beberapa pengecualian antara lain bagian permukaan kulit, sistem saraf pusat, bagian dalam dari saraf perifer, endomisium otot, dan tulang.



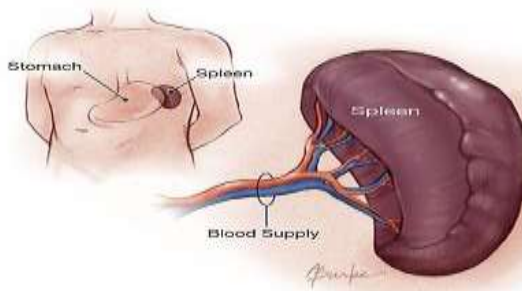
Gambar 1. Hubungan Kapiler Pembuluh limfe

1. Limpa

Limpa adalah sebuah kelenjar berwarna ungu tua yang terletak di sebelah kiri abdomen di daerah *hypogastrium* kiri di bawah iga kesembilan, sepuluh dan

sebelas. Limpa berdekatan dengan fundus dan permukaan luarnya menyentuh diafragma. Limpa adalah organ tubuh berukuran satu kepalan kecil yang terletak di sisi kiri perut. Organ ini dilindungi oleh tulang rusuk, sehingga tidak langsung terasa ketika disentuh. Organ ini mempunyai fungsi untuk melindungi tubuh dari kerusakan akibat zat asing. Limpa yang normal memiliki berat 150 gram dan panjang sekitar 11-12 sentimeter

Limpa menyentuh ginjal kiri, kelokan kolon dikiri atas, dan ekor pancreas. Limpa terdiri atas jalinan struktur jaringan ikat. Di antara jalinan terbentuk isi limpa atau pulpa yang terdiri atas jaringan limfe dan sejumlah besar sel darah. Limpa dibungkus oleh kapsul yang terdiri atas jaringan kolagen dan elastik dan beberapa serabut otot halus (Makarim, 2019).



Gambar 2. Limpa

Pembuluh darah limpa masuk dan keluar melalui hilum yang berada dipermukaan dalam. Pembuluh-pembuluh darah itu langsung menuangkan isinya ke dalam pulpa sehingga darah bercampur dengan unsur-unsur limpa dan tidak seperti pada organ-organ yang dipisahkan oleh pembuluh darah. Darah yang mengalir dalam limpa dikumpulkan lagi oleh sebuah sistem sinus yang bekerja seperti vena dan mengantarkan darahnya ke

cabang- cabang vena. Cabang-cabang ini bersatu dan membentuk vena limpa (vena linealis) yang membawa darahnya dari limpa masuk peredaran gerbang (peredaran portal) dan diantarkan ke hati.

Jika Anda melihat ke dalam limpa, ia memiliki dua warna mencolok. Warna merah tua dan kantong-kantong kecil putih. Kedua warna itu terhubung dengan berbagai fungsi. Warna merah berperan dalam penyimpanan dan daur ulang sel-sel darah merah, sedangkan warna putih terkait dengan sel-sel putih dan platelet.

Limpa lazimnya dibuang karena cedera. Karena terletak di dekat tulang rusuk, limpa rentan terhadap trauma abdominal. Limpa dibungkus kapsul mirip kertas tisu, yang mudah robek, menyebabkan darah merembes dari limpa yang rusak. Jika tidak didiagnosis dan dirawat, kerusakan itu akan menyebabkan kematian. Anda bisa hidup baik-baik saja tanpa sebuah limpa. Ini karena hati juga memainkan peran dalam daur ulang sel-sel darah merah dan komponen-komponennya. Begitu pula, jaringan-jaringan lain limfoid dalam tubuh membantu dengan fungsi imun limpa (Taylor, 2023)

2. Pembuluh Limfa

Darah selalu mengalir di dalam pembuluhnya. Selain darah ada pula suatu cairan yang mengalir di seluruh jaringan tubuh, namun tidak selalu mengalir dalam pembuluh. Cairan ini disebut cairan limfa atau cairan getah bening. Cairan limfa mengandung sel darah putih, fibrinogen, dan keping darah yang ketiganya berfungsi dalam proses pembekuan darah dan mencegah infeksi. Cairan limfa masuk ke dalam pembuluh limfa. Berbeda dengan pembuluh darah yang memiliki peredaran tertutup, pembuluh limfa memiliki peredaran terbuka. Alasannya, pembuluh limfa merupakan pembuluh kecil yang ujungnya terbuka.

Terdapat dua pembuluh limfa besar dalam tubuh manusia, yaitu pembuluh limfa kanan dan pembuluh limfa kiri. Pembuluh limfa kanan berfungsi mengumpulkan limfa yang berasal dari jantung, dada, paru-paru, kepala, leher, dan lengan bagian atas. Pembuluh limfa kiri berfungsi mengumpulkan limfa yang berasal dari bagian-bagian tubuh yang tidak masuk ke dalam pembuluh limfa kanan. Cairan limfa dari kedua pembuluh limfa ini masuk ke pembuluh balik untuk dibawa ke jantung. Di bagian tubuh tertentu, misalnya di ketiak, leher, dan pangkal paha, pembuluh limfa membentuk simpul yang disebut nodus limfa. Jika ada bagian tubuh yang terluka, limfa dari kelenjar yang terdekat dengan luka tersebut akan bereaksi dan membengkak.



Gambar 3. Sistem Peredaran Limfe

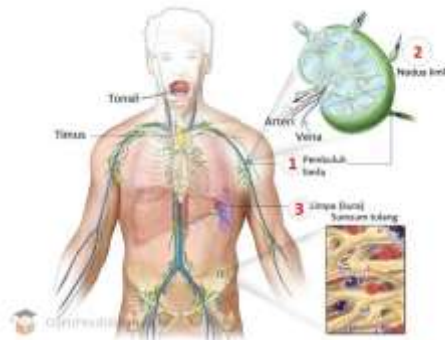
Struktur pembuluh limfe serupa dengan vena kecil, tetapi memiliki lebih banyak katup sehingga pembuluh limfe tampaknya seperti rangkaian petasan. Pembuluh limfe yang terkecil atau kapiler limfe lebih besar dari kapiler darah dan terdiri hanya atas selapis endotelium. Pembuluh limfe bermula sebagai jalinan halus kapiler yang sangat kecil atau sebagai rongga-rongga limfe di dalam jaringan berbagai organ. Sejenis pembuluh limfe khusus, disebut lacteal (khilus) dijumpai dalam vili usus kecil.

Terdapat dua batang saluran limfe utama, ductus thoracicus dan batang saluran kanan. Ductus thoracicus

bermula sebagai reseptakulum khili atau sisterna khili di depan vertebra lumbalis. Kemudian berjalan ke atas melalui abdomen dan thorax menyimpang ke sebelah kiri kolumna vertebralis, kemudian bersatu dengan vena-vena besar di sebelah bawah kiri leher dan menuangkan isinya ke dalam vena-vena itu.

Ductus thoracicus mengumpulkan limfe dari semua bagian tubuh, kecuali dari bagian yang menyalurkan limfenya ke ductus limfe kanan (batang saluran kanan). Ductus limfe kanan ialah saluran yang jauh lebih kecil dan mengumpulkan limfe dari sebelah kanan kepaladan leher, lengan kanan dan dada sebelah kanan, dan menuangkan isinya ke dalam vena yang berada di sebelah bawah kanan leher. Sewaktu suatu infeksi pembuluh limfe dan kelenjar dapat meradang, yang tampak pada pembengkakan kelenjar yang sakit atau lipat paha dalam hal sebuah jari tangan atau jari kaki terkena infeksi.

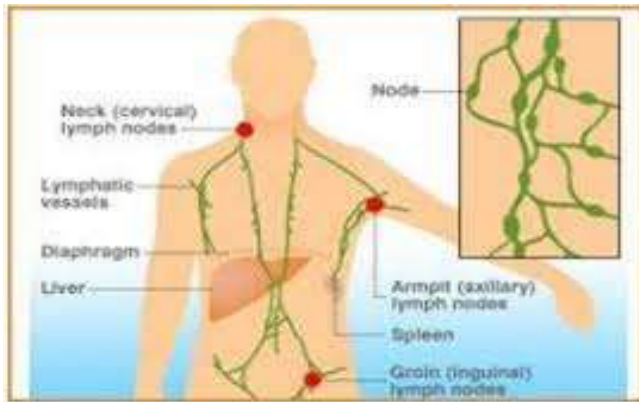
Sistem limfatik adalah suatu sistem sirkulasi sekunder yang berfungsi mengalirkan limfa atau getah bening di dalam tubuh. Limfa (bukan limpa) berasal dari plasma darah yang keluar dari sistem kardiovaskular ke dalam jaringan sekitarnya. Cairan ini kemudian dikumpulkan oleh sistem limfa melalui proses difusi ke dalam kelenjar limfa dan dikembalikan ke dalam sistem sirkulasi (Setiawan, 2023)



Gambar 4. Saluran Pembuluh limfe

3. Kelenjar Limfe/ limfonoid

Kelenjar limfe atau limfonoid berbentuk kecil lonjong atau seperti kacang dan terdapat di sepanjang pembuluh limfe. Kerjanya sebagai penyaring dan dijumpai di tempat-tempat terbentuknya limfosit. Kelompok-kelompok utama terdapat di dalam leher, axial, thorax, abdomen, dan lipat paha.



Gambar 5. Kelenjar Limfonoid

Sebuah kelenjar limfe mempunyai pinggiran cembung dan yang cekung. Pinggiran yang cekung disebut hilum. Sebuah kelenjar terdiri dari jaringan fibrous, jaringan otot, dan jaringan kelenjar. Di sebelah luar, jaringan limfe terbungkus oleh kapsul fibrous. Dari sini keluar tajuk-tajuk dari jaringan otot dan fibrous, yaitu trabekulae, masuk ke dalam kelenjar dan membentuk sekat-sekat. Ruangan di antaranya berisi jaringan kelenjar, yang mengandung banyak sel darah putih atau limfosit.

Pembuluh limfe aferen menembus kapsul di pinggiran yang cembung dan menuangkannya ke dalam kelenjar. Bahan ini bercampur dengan benda-benda kecil daripada limfe yang banyak sekali terdapat di dalam kelenjar dan selanjutnya campuran ini dikumpulkan pembuluh limfe eferen yang mengeluarkannya melalui

hilum. Arteri dan vena juga masuk dan keluar kelenjar melalui hilum.

4. Cairan Limfe

Susunan cairan limfe mirip dengan plasma tetapi dengan kadar protein yang lebih kecil. Kelenjar- kelenjar limfe menambahkan limfosit pada limfe sehingga jumlah sel itu sangat besar di dalam saluran limfe. Merupakan cairan yang masuk pada pembuluh limfatik kapiler, untuk disebarkan oleh pembuluh limfatik. Cairan ini berwarna kekuningan jernih dan memiliki bentuk seperti air dengan komposisi yang menyerupai plasma darah di dalam limfe tidak terdapat sel lain. Limfe dalam salurannya digerakkan oleh kontraksi otot di sekitarnya dan dalam beberapa saluran limfe yang gerakannya besar itu dibantu oleh katup.

Getah bening adalah cairan yang mengalir melalui sistem limfatik tertutup, sistem yang terdiri dari pembuluh limfa dan kelenjar limfa yang berfungsi seperti sistem **vena** berfungsi untuk mengembalikan cairan dari jaringan ke sirkulasi sentral. Pembuluh limfatik memiliki diameter 50 μm dan tidak memiliki membran basal, sambungan interendotel kontinu, perisit, atau sel otot polos. Sebaliknya, pembuluh limfa terdiri dari satu lapisan sel **endotel** yang sedikit tumpang tindih dengan ekspresi sambungan protein yang menyerupai "tombol", membentuk pori-pori berukuran 2 μm yang memungkinkan penyerapan **sel**, cairan, dan **protein** satu arah.

Limfa tidak berwarna atau terkadang sedikit kekuningan dan memiliki berat jenis sekitar 1,015. Karakteristiknya serupa dengan **plasma darah** tetapi cenderung lebih cair. Cairan interstisial atau cairan di antara sel-sel di semua jaringan tubuh akan memasuki kapiler limfa. Cairan limfatik ini kemudian diangkut melalui pembuluh limfatik yang semakin besar melalui

kelenjar limfa, di mana zat dikeluarkan oleh jaringan **limfosit** dan limfosit yang bersirkulasi ditambahkan ke cairan, sebelum akhirnya dikosongkan ke vena subklavia kanan atau kiri, di mana ia bercampur dengan darah vena sentral. Limfa berbeda dengan cairan jaringan yang ditemukan di luar pembuluh limfatik di ruang jaringan (Setiawan, 2023)

D. Fungsi Sistem Limfatik/Kelenjar Getah Bening

1. Limpa : Fungsinya antara lain sebagai tempat penyimpanan cadangan sel darah, membunuh kuman penyakit, pembentukan sel darah putih dan antibodi, dan tempat pembongkaran sel darah merah yang sudah mati. Secara keseluruhan, limpa berfungsi untuk menyaring darah, mengontrol jumlah sel darah merah, dan membantu melawan infeksi. Sewaktu masa janin limpa membentuk sel darah merah dan mungkin pada orang dewasa juga masih mengerjakannya bila fungsi sumsum tulang rusak. Sel darah merah yang sudah usang dipisahkan dari sirkulasi. Limpa menghasilkan limfosit. Limpa juga menghancurkan sel darah putih dan trombosit. Limpa juga menghasilkan zat-zat anti bodi. Limpa bukanlah sesuatu yang harus ada untuk hidup. Dalam beberapa keadaan pada anemi hemolitik, limpa diangkat melalui operasi splenektomi dan hasil dari tindakan ini ialah bahwa kerapuhan sel darah merah berkurang dan dapat memperingan penyakit.
2. Pembuluh Limfa : Fungsinya untuk mengangkut limfosit dari kelenjar limfe ke sirkulasi darah. Untuk membawa lemak yang sudah dibuat emulsi dari usus ke sirkulasi darah. Saluran limfe yang melaksanakan fungsi ini ialah saluran lakteal.
3. Kelenjar Limfe/ limfonoid : berfungsi untuk menghasilkan sel darah putih dan menjaga agar tidak terjadi infeksi lebih lanjut. Kelenjar limfa terdapat di sepanjang pembuluh limfa, terutama terdapat pada pangkal paha, ketiak, dan

leher. Alat tubuh yang mempunyai fungsi yang sama dengan kelenjar limfa yaitu limpa dan tonsil. Kelenjar limfe menyaring dan menghancurkan mikroorganisme untuk menghindarkan penyebaran organism itu dari tempat masuknya ke dalam jaringan, ke bagian lain tubuh.

4. Cairan Limfe : Cairan limfe mengandung sel-sel darah putih yang berfungsi mematikan kuman penyakit yang masuk ke dalam tubuh. Cairan ini keluar dari pembuluh darah dan mengisi ruang antarsel sehingga membasahi seluruh jaringan tubuh. Apabila ada infeksi, kelenjar limfe menghasilkan zat anti (antibodi) untuk melindungi tubuh terhadap kelanjutan infeksi (Eky, 2020)

DAFTAR PUSTAKA

- Arisworo, Djoko; et al. (2016). IPA Terpadu (Biologi, Kimia, Fisika). Jakarta: PT Grafindo Media Pratama.
- Eky, Nura (2020), Fisiologi Sistem Limfatik, <https://pspk.fkunissula.ac.id/sites/default/files/FISIOLOGI%20SISTEM%20LIMFATIK%20KURBA%202020.pdf>
- Furqonita, Deswaty (2017). Seri Ipa Biologi Smp Kelas Viii. Jakarta: Yudhistira Ghalia Indonesia.
- Makarim, Fadli Rizal. (2019). <https://www.halodoc.com/artikel/pembengkakan-limpa-bisa-jadi-pertanda-7-penyakit-serius-ini>
- Oktavia, Revlina (2023). Mengenal 6 Komponen Sistem Limfatik pada Tubuh manusia. <https://www.kompas.com/skola/read/2023/04/11/090000469/mengenal-6-komponen-sistem-limfatik-pada-tubuh-manusia?page=all>.
- Syaifudin. 2019. Anatomi tubuh manusia untuk keperawatan. Jakarta: Salemba Medika.
- Setiawan, Samhis (2023). Sistem Kekebalan Dan Sistem Limfatik Dalam Biologi, <https://www.gurupendidikan.co.id/sistem-kekebalan-dan-limfatik/>
- Taylor, Adam (2023). Tanpa tujuh organ tubuh ini, Anda tetap bisa hidup. <https://theconversation.com/tanpa-tujuh-organ-tubuh-ini-anda-tetap-bisa-hidup-85804>
- Washudi. (2016). Biomedik Dasar (Anatomi, Fisiologi, Biokimia, Fisika, Biologi). Pusdik SDM Kesehatan. Jakarta Indonesia

BIODATA PENULIS



Ns. Dewi Fitriani, S.Kep., M.Kep.

Lahir di Cianjur, 17 Oktober 1976.

Menyelesaikan pendidikan S1 Keperawatan di STIKes Banten dan S2 Keperawatan di Universitas Muhammadiyah Jakarta.

Sampai saat ini penulis sebagai Dosen di Program Studi S.1 Keperawatan di STIKes Widya Dharma Husada Tangerang

BAB 6

Sistem Otot

Janbonsel Bobaya, S.Pd. M.Kes

A. Pendahuluan

Fungsi jaringan otot manusia adalah untuk pergerakan, stabilisasi posisi tubuh, mengatur volume organ dan thermogenesis. Otot menyebabkan pergerakan suatu organisme maupun pergerakan dari organ dalam organisme tersebut.

Sistem otot manusia terdiri dari sekitar 600 otot di dalam tubuh, otot tersebut terbentuk dari sel-sel khusus yang disebut sebagai serabut otot. Otot bukan saja terlihat dibawah lapisan kulit saja, akan tetapi adapula otot yang terletak di dalam roga tubuh seperti otot polos yang terdapat di dalam usus dan lumen pembuluh darah. Otot tersusun dari dua jenis protein yaitu aktin dan miosin .Aktin adalah protein pembentuk filamen halus yang terbagi menjadi dua yaitu,protein troponin dan tropomiosin,selanjutnya miosin.Miosin adalah protein pembentuk filamen tebal yang bertugas menarik aktin Ketika terjadi kontraksi otot,dalam pergerakan mereka saling kerjasama.

Otot diklasifikasi menjadi 3 jenis otot yaitu : otot lurik, otot polos, dan otot jantung. Setiap jenis otot ini memiliki fungsi tertentu, tapi utamanya adalah menciptakan gerakan, bahkan hampir setiap gerakan didalam tubuh merupakan hasil dari kontraksi otot, tidak hanya gerakan, kontraksi otot juga membantu mengatur postur tubuh, stabilitas sendi dan produksi panas tubuh.

B. Jenis-Jenis Otot

Jaringan otot dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu berdasarkan struktur maupun fungsi otot :

1. Otot Rangka Otot Motoris (*Skeletal Muscle*)

Sebagian besar otot tubuh ini melekat pada kerangka yang bergerak secara aktif, sehingga dapat menggerakkan bagian-bagian kerangka dalam suatu letak tertentu.

a. Sifat Alat Rangka adalah :

- 1) Terdapat banyak inti sel yang berlokasi di tepi
- 2) Bentuk sel memanjang (*Myofibril*)
- 3) Antagonis & Sinergis
- 4) Gerakan dipengaruhi kesadaran

Kumpulan serabut dibungkus oleh fascia, propia, & otot dibungkus oleh serabut fascia

b. Kontraksi Otot Rangka

Apabila otot ini mendapat rangsangan dari luar berupa, suhu, arus listrik dan lain-lain, maka otot ini mengadakan kontraksi dengan cepat

2. Otot Otonom/Otot Polos (*Smooth Muscle*)

Disebut otot polos karena protoplasmanya licin dan tak mempunyai garis melintang, terdapat di bagian dalam lumen seperti usus, pembuluh darah, dan kandung kemih dll.

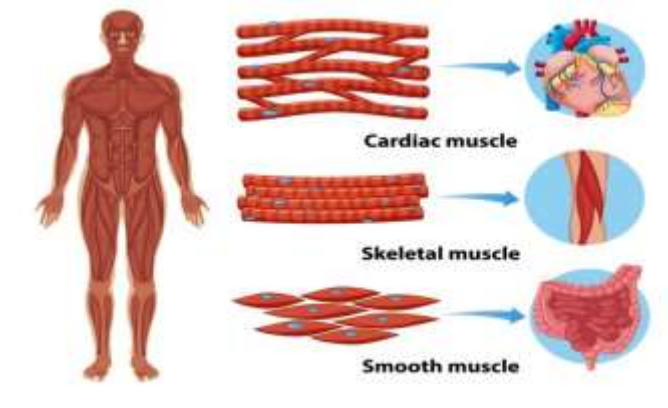
3. Otot Jantung (*Heart Muscle*)

Otot jantung adalah bergaris lintang, sama seperti otot rangka. Selanjutnya, otot jantung memiliki miofibril khas yang mengandung filament aktin, dan miosin yang terdapat pada otot rangka, dan filament-filament, ini selama proses kontraksi saling bertautan dan mengadakan "Sliding filament mechanism" yaitu ikatan antara aktin dan myosin menyebabkan kedua filamen ini saling menarik kearah tengah hingga terjadilah kontraksi otot, satu sama lainnya dengan cara yang sama dengan kerja otot rangka.

Otot jantung sebagai sinsium, yaitu daerah-daerah gelap bersudut yang menyebrangi serabut otot jantung dsb

“Diskus Interkolaris” serabut otot jantung adalah sekelompok sel-sel otot jantung yang dihubungkan satu sama lain, membrane selnya bergantung satu dengan yang lain membentuk “Tight Junction (sambungan ketat) yang memungkinkan terjadi diffusion yang benar-benar bebas.

Dari segi fungsi ion-ion yang mengalir relatif muda sepanjang aksi serabut otot jantung, sehingga potensial aksi berjalan dari satu sel otot jantung ke sel otot lainnya melalui diskus interkolaris tanpa halangan.



Gambar 1. Tiga Jenis Otot

Ada beberapa bagian masa otot antara lain

1. Origo (*Punctum Fixum*) : yaitu tempat lekat otot pada segmen tulang yang relatif diam sewaktu kontraksi otot (tulang yang tidak ikut bergerak).
2. Insertio (*Punctum Mobile*) : yaitu tempat lekat otot pada tulang lain yang relatif banyak berpindah saat kontraksi (tulang yang ikut bergerak)
3. Tendo : yaitu jaringan ikat yang kuat dan melekat pada tulang berfungsi sebagai tali penarik pada pergerakan
4. Ligamentum : yaitu jaringan ikat penghubung tulang maupun sendi-sendi
5. Kartilago : yaitu tulang rawan

C. Pembagian Otot

1. Menurut bentuk serabut, maka dibagi menjadi otot serabut sejajar, otot bentuk kipas dan otot bersirip.
2. Menurut Jumlah kepalanya maka dibagi menjadi otot bisep, otot triceps & otot quadtriceps

D. Fungsi Otot

Setiap jenis otot memiliki fungsinya masing-masing yaitu :

1. Melakukan gerakan tubuh

Otot rangka bertanggung jawab dalam gerakan tubuh. Otot rangka pada tulang dan dan sebagian dibedakan oleh susunan syaraf pusat. Otot rangka digunakan pada setiap pergerakan tubuh bersama tulang dan tendon.

2. Mengatur postur tubuh

Otot rangka juga mengatur postur tubuh, kelenturan dan kekuatan adalah hal penting untuk mempertahankan postur yang tepat, jika otot leher kaku, otot punggung lemah, atau otot pinggul yang kaku dapat mempengaruhi keselarasan dalam kerja otot.

3. Menjaga keseimbangan

Otot rangka membantu melindungi tulang belakang dan membantu menjaga keseimbangan tubuh, yang termasuk otot inti adalah, otot perut, otot punggung & otot pinggul

4. Mendukung peredaran darah manusia (Sistem Sirkulasi)

Otot jantung bekerja diluar kesadaran kita, berfungsi membantu jantung memompa darah keseluruh tubuh biasanya dibantu dengan adanya impuls listrik. Otot jantung dijalankan otot syaraf otonom yang bertanggung jawab untuk sebagai besar fungsi tubuh. Pembuluh darah juga terdiri dari otot polos yang dikendalikan oleh syaraf otonom.

5. Membantu proses pernapasan

Diafragma adalah otot utama yang bekerja untuk menopang fungsi pernapasan terutama disaat bekerja, aktivitas pernapasan melibatkan selain otot diafragma, termasuk pula otot perut, otot leher dan otot punggung.

6. Mendukung proses pencernaan

Proses pencernaan dikendalikan oleh otot-otot polos yang ada di usus besar dan usus 12 jari, otot-otot polos akan berkontraksi yang disebut peristaltik, sehingga makanan dalam pencernaan keluar setelah melalui proses hingga ke anus melakukan defikasi atau melalui mulut saat terjadi muntah.

E. Metabolisme Otot

Sel-sel otot memerlukan energi agar dapat melakukan kontraksi otot. Sumber energi bagi otot adalah ATP (Adenosin Trifosfat), akan tetapi jumlah yang tersedia hanya dapat digunakan untuk kontraksi dalam waktu beberapa detik saja. Otot vertebrata mengandung lebih banyak cadangan energi fosfat yang tinggi berupa kreatin fosfat, sehingga sejumlah energi akan di bebaskan dan segera digunakan untuk membentuk ATP dari ADP.

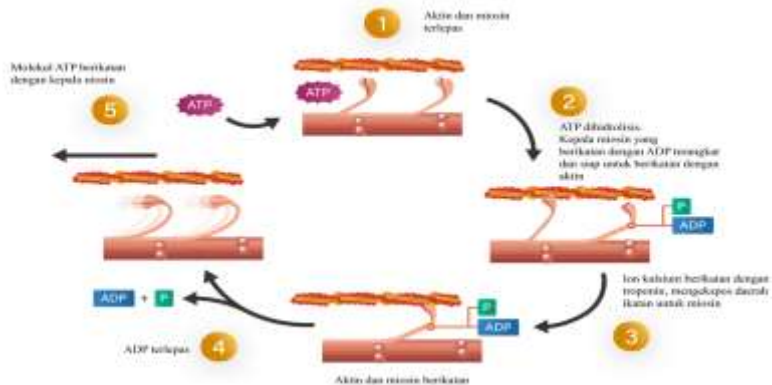
Persediaan kreatin fosfat di otot sangat sedikit, persediaan ini harus segera dipenuhi lagi dengan cara oksidasi karbohidrat, cadangan karbohidrat didalam otot adalah glicogen, glicogen dapat diubah dengan segera menjadi glukosa - 6 - fosfat. Perubahan tersebut merupakan tahapan pertama dari proses respirasi sel yang berlangsung dalam mitokondria yang menghasilkan ATP.

Apabila kontraksi otot tidak terlalu intensif atau tidak terus menerus, glukosa dapat di oksidasi sempurna menghasilkan CO_2 dan H_2O dengan respirasi aerob, bila kontraksi otot sangat intensif dan terus menerus, maka suplay oksigen oleh darah ke dalam otot tersebut tidak cepat dan banyak untuk mengoksidasikan glukosa.

Oleh karena itu penyediaan energi bagi kontraksi otot didapatkan dari proses respirasi anaerob, suatu proses yang tidak memerlukan oksigen. Keuntungan proses ini dapat menyediakan energi bagi kontraksi otot dengan segera, walaupun jumlah energi yang diberikan relatif sedikit dibandingkan dengan proses aerob. Pada respirasi anaerob,

glukosa diubah menjadi asam laktat dengan sejumlah energi, energi ini digunakan untuk membentuk kembali kreatin fosfat, yang nantinya dapat menghasilkan energi membentuk ATP (adenosin trifosfat) dan ADP (adenosin difosfat).

Asam laktat yang tertimbun didalam otot akan segera berdifusi pada sistem peredaran darah, apabila penggunaan otot terus menerus, pembentukan asam laktat yang banyak akan menghambat kerja enzim dan menyebabkan kelelahan.



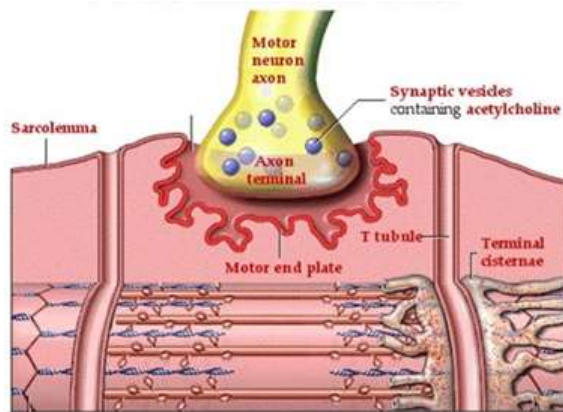
F. Fisiologi Kontraksi Otot

Kontraksi otot dan relaksasi diatur oleh sistem syaraf pusat melalui serabut-serabut syaraf motoriknya. Tempat lekat cabang-cabang syaraf motorik pada serabut otot disebut : Neuro Muscular Junction, bekerja secara kimiawi (neuro – transmitter), disebut asetil kolin maupun adrenalin untuk eksitasi serabut otot.

Asesilkolis menyebabkan suatu perubahan kimia yang melibatkan senyawa fosfat dalam otot tersebut. Perubahan ini menstimulasi jaringan otot itu agar berkontraksi. Oksigen dan glukosa dibutuhkan untuk kontraksi tersebut. Kalor dan energi dihasilkan dari proses ini, selain itu proses ini juga menghasilkan limbah berupa karbon dioksida dan asam laktat, asam laktat menimbulkan keletihan otot

Jaringan syaraf terdiri dari sel syaraf (neuron) dan serabut

syarat (dendrit), fungsi dari sel syaraf adalah mengirim pesan (impuls) berupa rangsangan atau tanggapan.



Menurut fungsinya, keberadaan otot tubuh adalah untuk bergerak, maka otot akan bekerja terus menerus melalui aktivitas fisik, agar fungsinya tetap eksis. Jika otot tidak dilatih dengan pergerakan, maka otot akan mengalami penurunan tonus (kekenyalan) otot menjadi lembek konsentrasinya yang disebut : Hipo Tonus yaitu tonus menurun bahkan bisa mengalami Atropi (pengecilan otot).

G. Kelompok Otot Menurut Pergerakannya

Otot berfungsi sebagai alat gerak aktif, alat transportasi dan pembentukan alat-alat dalam, fungsi pertama yaitu alat gerak aktif, hanya bertahan bila venter otot mendapatkan rangsangan dan kemudian berkontraksi, kontraksi ini akan menggerakkan tulang-tulang yang dilekatinya, berdasarkan cara kerja otot dibedakan dalam dua kelompok yaitu :

1. Otot Sinergis

Otot sinergis adalah dua otot atau lebih yang bekerja pada satu sendi dan saling membantu sehingga memberikan gerakan searah. Contoh : gerak otot pronator teres dan kuadratus yang menimbulkan gerakan melengkup dan mengada pada telapak tangan, otot bisep

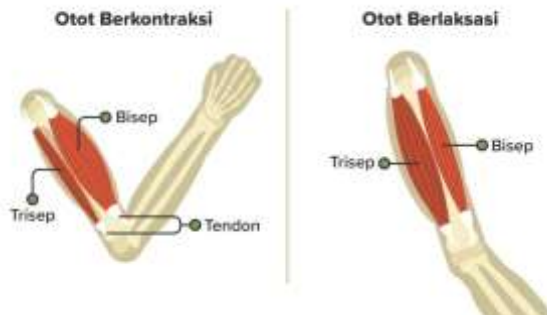
lengan atas dan otot pengangkat lengan atas yang menyebabkan gerakan membengkokkan lengan bawah.

2. Otot Antagonis

Otot antagonis adalah otot-otot saling berlawanan dua atau lebih otot yang bergerak pada satu sendi, bekerja dengan arah yang berlawanan, gerakannya saling menghambat otot yang satu dengan yang lainnya, jika salah satu otot berkontraksi maka otot yang lainnya akan mengalami relaksasi. Contoh : otot lengan atas yang berfungsi menggerakkan lengan bawah. Untuk mengangkat lengan bawah atau menurunkannya diperlukan dua otot rangka, yaitu otot bisep dan trisep. Otot bisep di lengan atas bagian depan, sedangkan otot trisep di lengan atas bagian belakang. Jika otot bisep berkontraksi, otot trisep mengalami relaksi, sehingga lengan bawah terangkat.

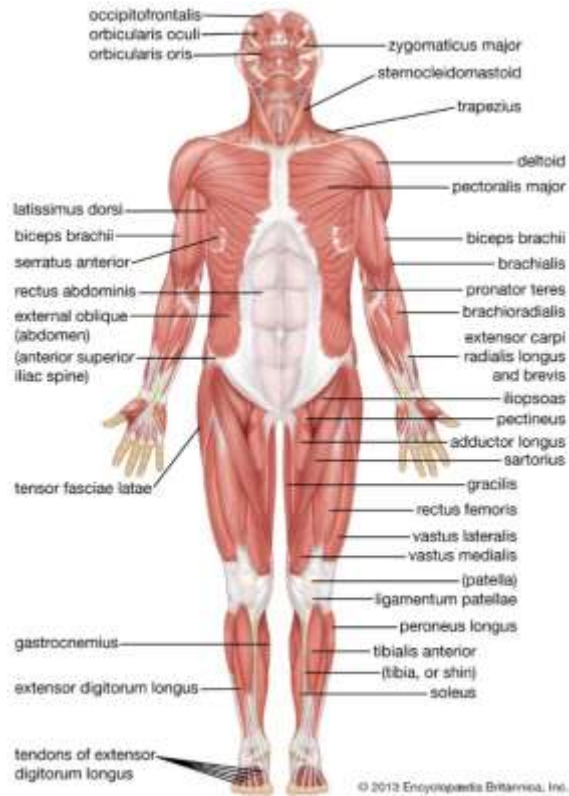
Efek kerja otot antagonis dibedakan menjadi :

- Otot fleksi dan ekstensi (melipat dan meluruskan) contoh gerak sendi siku dan lutut
- Otot abduksi dan adduksi (mendek dan menjauhi badan) contoh gerak sendi lengan atas dan sendi paha
- Otot pronasi dan supinasi (menengadahkan dan menelungkupkan) contoh gerakan mengadahkan dan menelungkupkan telapak tangan
- Otot depresi dan elevasi (kebawah dan keatas) contoh gerakan kepala menunduk dan menengadahkan



H. Letak Otot

1. Bagian Kepala dan Leher
 - a. Oksipitofrontalis – otot untuk mengerutkan dahi
 - b. Orbikularis okuli – otot yang mengelilingi kelopak mata dan berfungsi menutup mata
 - c. Orbicularis oris – otot yang mengelilingi bibir dan berfungsi menutup mulut
 - d. Buksinator – otot utama pipi, digunakan pada saat mengunyah dan mengisap
 - e. Temporalis dan maseter – membantu aksi otot buksinator pada saat mengunyah
 - f. Platisma – otot yang berfungsi menarik rahang bawah untuk membuka mulut dan membantu pada saat mengunyah
 - g. Sternokleidomastoideus – otot yang berfungsi menarik kepala ke samping dan menganggukkan kepala
 - h. Trapezius – otot segitiga yang besar di belakan leher, bahu, dan bagian belakan atas dada; otot ini membantu gerakan sendi bahu



Gambar Struktur Otot

2. Bagian Lengan

- a. Deltoid – terletak di atas bahu; berfungsi untuk mengangkat lengan ke arah luar dari sisi tubuh
- b. Biseps dan brakialis – di depan lengan atas; berfungsi untuk membengkokkan sendi siku
- c. Triseps – di belakang lengan atas, berfungsi untuk meluruskan sendi siku
- d. Otot lengan bawah – beberapa kumpulan otot terdapat di bagian depan dan belakang lengan bawah serta di sebagian telapak tangan dan jari; semua otot ini

menjalankan gerakan di sendi siku, pergelangan tangan, dan jari.

3. Bagian Badan

- a. Pektoralis mayor-otot besar di depan dada; berfungsi untuk membengkokkan lengan atas ke depan dada
- b. Pektoralis minor-otot yang terdapat di bawah otot pektoralis mayor; berfungsi untuk menarik bahu ke bawah
- c. Seratus anterior-otot yang terdapat di sebelah rusuk ke arah tulang belikat; berfungsi untuk menarik bahu ke depan
- d. Latisimus dorsi-otot yang terdapat di belakang dada sampai ke bagian atas tulang lengan atas; berfungsi untuk menurunkan lengan ke sisi tubuh setelah lengan diangkat serta memutar lengan atas ke bagian dalam
- e. Interkostalis (internus dan eksternus) - otot interkostalis berjumlah 11 pasang dan dibagi menjadi otot interkostalis internus dan eksternus; otot ini memanjang dari tepi bawah salah satu tulang rusuk ke tepi atas tulang rusuk di bawahnya; otot interkostalis terdiri atas dua lapisan dan serabut otot interkostalis internus berselang-seling dengan serabut otot interkostalis eksternus
 - 1) Serabut otot interkostalis internus memanjang ke bawah dan ke belakang, sedangkan otot interkostalis eksternus memanjang ke bawah dan depan. Otot ini adalah otot yang penting dalam gerakan bernapas.
 - 2) Otot interkostalis eksternus menarik tulang rusuk ke arah luar dan memperluas rongga toraks pada saat menarik napas.
 - 3) Otot interkostalis internus sebagian menarik tulang rusuk ke arah luar sehingga memperbesar rongga toraks, sedangkan serabut yang lain menarik rusuk

kearah dalam toraks sehingga memperkecil rongga toraks pada saat menghembuskan napas.

4. Bagian Depan Abdomen

Dinding depan abdomen tersusun atas otot-otot sebagai berikut :

a. Rektus abdominis (otot lurus)

Tendon origo berasal dari prosesus xifoid di tulang dada dan tendon insersio melekat di tepi atas simfisis pubis. Otot diselubungi oleh selubung rektus. Rektus abdominis dari sebelah kiri abdomen melintas dengan pasangannya di sebelah kanan dan dipisahkan dengan pasangannya oleh selapis jaringan berserabut yang disebut linea alba yang terletak di pertengahan abdomen.

b. Oblikus eksternus abdominis (otot serong luar)

Serabut otot ini bermula dari delapan tulang rusuk bagian bawah, menjalar ke bawah dan depan, dan bagian ujung berbentuk kipas dan melekat di tempat berikut:

- a) Ke arah selubung berserabut otot rektus abdominis
- b) Ke puncak tulang pubis (krista pubis)
- c) Ke bagian depan krista iliaka

Ligament inguinal (atau ligament poupart) merupakan sebagian dari tendon insersio otot ini – ligament ini terletak dari mulai spina iliaka anterior superior sampai puncak tulang pubis (krista pubis)

c. Oblikus internus abdominis (otot serong dalam)

Sebagian besar serabut otot ini bermula dari ilium dan berakhir sebagai insersio di selubung berserabut otot rektus dan tulang rusuk bawah.

d. Transversus abdominis (otot melintang)

Otot transversus abdominis terdapat di lapisan paling bawah di antara otot yang menyusun dinding depan abdomen. Serabutnya berawal dari rawan rusuk bagian bawah, ruas tulang pinggang, krista iliaka, dan

ligamen inguinal; melintang ke arah pasangannya dan menemui pasangannya di pertengahan abdomen.

Semua otot ini berpasangan dan membantu dalam proses bernapas.

e. Kanal Inguinal

Kanal Inguinal adalah lubang dengan panjang sekitar 4 cm yang terdapat di bagian bawah dinding abdomen. Kanal ini berawal sebagian lubang di ujung dalam yang dikenal sebagai gelang dalam yang terdapat di atas pertengahan ligamen inguinal (di sisi dalam ligamen ini) dan berakhir sebagai gelang luar yang terbuka di atas puncak tulang pubis.

Lantai kanal inguinal terdiri atas ligamen inguinal. Dinding depan terdiri atas kulit tubuh serta fascia dan aponeurosis dari otot oblikus eksternal. Dinding belakang terdiri atas peritoneum yang diselaputi oleh fascia dan tendon insersio otot oblikus internus dan transversus abdominis.

Pada waktu janin, testis berkembang di dalam rongga abdomen, kemudian turun melalui kanal inguinal hingga sampai ke skrotum. Kadang-kadang hernia atau penjurulan keluar bagian-bagian abdomen dari rongganya terjadi di kanal ini.

5. Bagian Belakang Abdomen

- a. Iliopsoas – terdiri atas dua otot belakang yang berawal dari tulang ilium dan vertebra lumbalis; kedua otot melekat di tuberositas kecil di tulang paha; otot ini berfungsi untuk membengkokkan sendi paha dan memutar paha ke sisi dalam
- b. Kuadratus lumborum – bermula dari krista iliaka dan melekat di tulang rusuk kedua belas; permukaan belakang ginjal terletak di atas otot ini; kuadratus lumborum berfungsi untuk membengkokkan badan ke bagian sisi

6. Bagian Anggota Gerak Bawah

a. Bagian kelangkang

Otot-otot di bagian kelangkang terdiri atas :

- 1) Gluteus maksimus
- 2) Gluteus medius
- 3) Gluteus minimus

Otot tersebut mencembungkan bagian kelangkang dan serabutnya berawal dari permukaan luar tulang ilium terletak di trokanter mayor tulang paha.

- 1) Otot gluteus maksimus - meluruskan sandi paha setelah sendi ini dibengkokkan; otot ini juga memutar paha ke sisi luar
- 2) Otot gluteus medius - mengangkat paha ke arah luar
- 3) Otot gluteus minimus - mengangkat paha (abduksi) ke arah luar serta memutar paha ke sisi dalam (rotasi medial)

b. Bagian paha

- 1) Di bagian depan - otot kuadriseps ekstensor (otot empat akar), yang terdiri atas empat otot, yaitu:

- a) Rektus femoris
- b) Rektus medialis
- c) Rektus lateralis
- d) Rektus intermedialis

Otot - otot ini meluruskan sendi lutut setelah lutut dibengkokkan.

Otot Sartorius - menyerong dari sisi luar atas paha ke sisi dalam lutut; otot ini membengkokkan sendi lutut serta membengkokkan, mengangkat, dan memutar sendi paha keluar.

- 2) Di bagian belakang - otot hamstring terdiri atas tiga otot, yaitu:

- a) Biseps femoris
- b) Semimembranosus
- c) Semitendinosus

Otot-otot ini membengkokkan sendi lutut dan meluruskan sendi paha.

- 3) Di sisi dalam – otot aduktor terdiri atas tiga otot, yaitu aduktor longus, brevis, dan magnus. Otot-otot ini mengangkat paha ke arah dalam.

c. Bagian batang kaki

- 1) Bagian depan – dua otot utama di bagian ini adalah :

- a) Otot tibialis anterior – membengkokkan sendi pergelangan kaki ke atas

- b) Otot ekstensor digitorum longus – membengkokkan jari – jari kaki ke atas

- 2) Di bagian belakang – otot gastrocnemius dan otot soleus. Tendon insersio otot ini bersatu di bawah kemudian membentuk tendon Achilles. Insersinya melekat di tulang tumit. Otot ini membengkokkan sendi lutut dan membengkokkan telapak kaki ke bawah.

- 3) Otot tibialis posterior – membengkokkan telapak kaki ke bawah (planta fleksi)

- 4) Di sisi luar betis – otot peroneus terdiri atas tiga otot yang menarik telapak kaki ke arah sisi luar

- 5) Otot kaki – terdapat beberapa otot kaki kecil di bagian ini dan semuanya berperan dalam gerakan otot.

d. Otot Diafragma

Otot diafragma termasuk ke dalam otot lurik yang bertindak secara otomatis. Otot ini terletak di antara rongga toraks dan rongga abdomen serta menjadi pemisah bagi rongga-rongga ini. Permukaan atas berbentuk cembung dan menjadi lantai bagi rongga toraks, sedangkan permukaan bawah berbentuk cekung dan menjadi bumbung ruang abdomen.

Otot diafragma memiliki satu tendon tengah. Di tepi tendon ini melekat serabut-serabut otot yang

berasal dari sekeliling dinding tubuh. Tendon origo otot ini ditunjukkan dalam gambar.

1) Saraf

Urut safar frenikus kiri dan kanan (dari serabut saraf keempat bagian leher) memersarafi otot diafragma.

2) Suplai darah

Suplai darah untuk otot diafragma didapat dari arteri frenikus.

3) Aksi

Selain memisahkan rongga toraks dengan rongga abdomen, otot diafragma juga terlibat dalam pernapasan. Jika otot diafragma berkontraksi, serabutnya menarik tendon tengah ke bawah sehingga memperbesar rongga dada.



Gambar Otot Diafragma

Otot diafragma mendorong organ – organ dalam abdomen ke bawah apabila otot ini berkontraksi sehingga membantu gerakan buang air besar, buang air kecil, dan pada saat melahirkan.

Kontraksi otot diafragma juga membantu pengaliran darah dari pembuluh besar dalam abdomen; darah dalam pembuluh ini dialirkan ke arah jantung.

Origo serabut otot diafragma:

- 1) Depan – dari prosesus ensiformis tulang dada
- 2) Tepi – dari permukaan dalam keenam rawan rusuk bagian bawah
- 3) Belakang – krus kiri dan kanan

Insertio serabut otot diafragma – semua serabut ini melekat di tepi tendong tengah.

- 1) Perhubungan

Membran jantung (pericardium) dan alas paru-paru terletak di permukaan atas tendon tengah otot diafragma. Di permukaan bawah otot ini terdapat hati (di sebelah kanan abdomen), limpa, dan pangkal lambung (sebelah kiri abdomen).

- 2) Otot diafragma lantai pelvis

Otot-otot yang membentuk lantai pelvis disebut otot diafragma lantai pelvis terdiri atas tiga pasang otot. Otot-otot utama pada bagian tersebut adalah otot levator ani. Otot ini bermula dari sisi rongga pelvis, kemudian menemui pasangannya di tengah dan menutup bagian luar pelvis. Lantai pelvis juga tersusun atas otot koksigeus dan otot piliformis.

Otot diafragma lantai pelvis dilalui oleh struktur-struktur berikut :

- a) Vagina perempuan – dinding vagina tersusun atas otot ini.
- b) Uretra dan anus – pada laki-laki dan perempuan.

Otot sfingter ani dan uretra adalah sebagian dari otot diafragma lantai pelvis.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrizal, Damrah, & Umar. (2019). Pengaruh latihan pliometrik melompat terhadap kemampuan power otot tungkai. *Jurnal Pendidikan Rokania*, IV(2)
- Arifin, S., Yani, S. (2013). *Atlas Anatomi Otot Manusia Untuk Fisioterapi*. PT. Sejahtera Bersama Yuk
- Basmajian, John V. and Charles E. Slonecker, "Grant Metode Anatomi Berorientasi pada Klinik", edisi kesebelas, Alih Bahasa; Dr. Surja Widjaja, dkk, Binarupa Aksara, Jakarta, 1995
- Corwin, Elisabeth J. (2009). *Buku Saku Patofisiologi*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran
- Grand Metode AnatomiGuyton., Hall. (2014). *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Indonesia: Penerbit Elsevier (Singapore)
- G Sarifin. (2010). Kontraksi Otot Dan Kelelahan. *Jurnal ILARA*, Vol 1 (2):58-60
- Harsono, DSS. (2005a). *Kapita selekta neurologi*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Helmi, Zairin Noor, Sp.OT(K)., MM., FICS. (2012). *Buku ajar gangguan muskuloskeletal*. Jakarta : Salemba Medika
- Kirnanoro, H. & Maryana, (2017). *Anatomi Fisiologi*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press
- Noor, Z., (2016). *Buku Ajaran Gangguan Muskuloskeletal*. Jakarta: Salemba Medika.
- Setiadi (2007). *Anatomi Fisiologi Manusia*. Cetakan Pertama. Jogjakarta. Eva Ilmu.

BIODATA PENULIS



Janbonsel Bobaya, SP.d, M.Kes. Lahir di Darume Kab. Halmahera Utara, pada 23 Juli 1964. Sekolah Perawat Kesehatan, Ternate 1984, Sekolah Guru Perawatan Tidung Makassar, 1987

Akademi Perawatan Depkes RI Makassar 1992, Fakultas MIPA Pendidikan Biologi, Universitas Khairun, Ternate 1998, Pascasarjana Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Manado, 2005. Penulis adalah Dosen Jurusan Keperawatan Poltekkes kemenkes Manado Tahun 2002 hingga sekarang

BAB 7

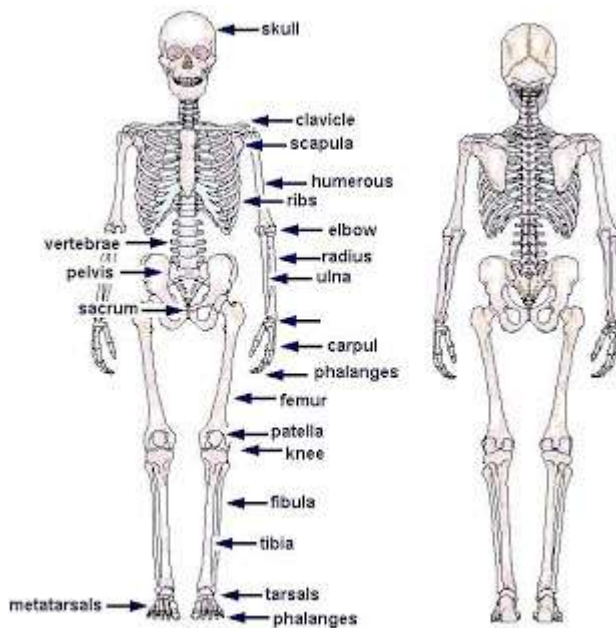
Sistem Rangka

Apt. Eva Kusumahati, M.SI

A. Pendahuluan

Tulang atau kerangka adalah penopang tubuh Vertebrata. Tanpa tulang, pasti tubuh kita tidak bisa tegak berdiri. Tulang mulai terbentuk sejak bayi dalam kandungan, berlangsung terus sampai dekade kedua dalam susunan yang teratur. Pertumbuhan tulang selengkapnya terbentuk pada umur lebih kurang 30 tahun. Setelah itu ada juga perubahan yang disebut remodelling. Tulang merupakan reservoir terbesar dari kalsium dan phosphate. 99% kalsium terdapat di tulang (1000 gram) dari jumlah kalsium tubuh, sedangkan phosphate dalam tulang mencapai 90% dari phosphate dalam tubuh.

Dari segi bentuk, tulang dapat dibagi menjadi: tulang pipa (seperti tulang hasta dan tibia), tulang pipih (seperti tulang rusuk, tulang dada), dan tulang pendek (tulang-tulang telapak tangan, pergelangan tangan). Menurut letaknya tulang dibagi dua, yaitu: Tengkorak (bagian kepala), dan rangka badan.



Gambar 1. Rangka manusia

B. Struktur

Pada umumnya penyusun tulang diseluruh tubuh kita semuanya berasal dari material yang sama. Dari luar ke dalam kita akan dapat menemukan lapisan-lapisan berikut ini:

a. Periosteum

Pada lapisan pertama kita akan bertemu dengan yang namanya periosteum. Periosteum merupakan selaput luar tulang yang tipis. Periosteum mengandung osteoblas (sel pembentuk jaringan tulang), jaringan ikat dan pembuluh darah. Periosteum merupakan tempat melekatnya otot-otot rangka (skelet) ke tulang dan berperan dalam memberikan nutrisi, pertumbuhan dan reparasi tulang rusak.

b. Tulang Kompak (Compact Bone)

Pada lapisan kedua ini kita akan bertemu dengan tulang kompak. Tulang ini teksturnya halus dan sangat kuat. Tulang kompak memiliki sedikit rongga dan lebih banyak

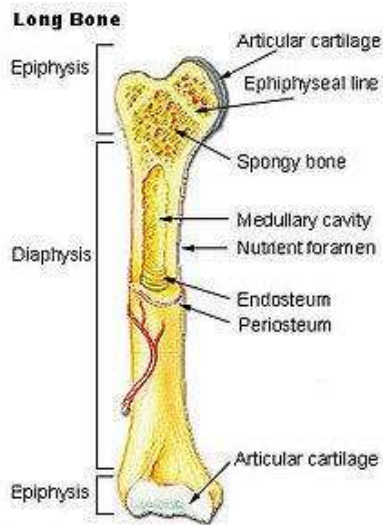
mengandung kapur (Calsium Phosfat dan Calsium Carbonat) sehingga tulang menjadi padat dan kuat. Kandungan tulang manusia dewasa lebih banyak mengandung kapur dibandingkan dengan anak-anak maupun bayi. Bayi dan anak-anak memiliki tulang yang lebih banyak mengandung serat-serat sehingga lebih lentur. Tulang kompak paling banyak ditemukan pada tulang kaki dan tulang tangan.

c. Tulang Spongiosa (Spongy Bone)

Pada lapisan ketiga ada yang disebut dengan tulang spongiosa. Sesuai dengan namanya tulang spongiosa memiliki banyak rongga. Rongga tersebut diisi oleh sumsum merah yang dapat memproduksi sel-sel darah. Tulang spongiosa terdiri dari kisi-kisi tipis tulang yang disebut trabekula.

d. Sumsum Tulang (Bone Marrow)

Lapisan terakhir yang kita temukan dan yang paling dalam adalah sumsum tulang. Sumsum tulang wujudnya seperti jelly yang kental. Sumsum tulang ini dilindungi oleh tulang spongiosa seperti yang telah dijelaskan dibagian tulang spongiosa. Sumsum tulang berperan penting dalam tubuh kita karena berfungsi memproduksi sel-sel darah.



Gambar 2. Struktur Tulang Panjang

C. Susunan Makroskopis dan Histologi Tulang

Secara makroskopis tulang disusun menurut 2 cara:

1. Tulang Spongiosa atau tulang seperti spons (L. cancello = membuatkisi-kisi)

Tulang ini terdiri atas batang yang halus atau selubung yang halus yaitu trabekula (L. singkatan dari trabs = sebuah balok) yang bercabang dan saling memotong ke berbagai arah untuk membentuk jala-jala seperti spons dari spikula tulang, yang rongga-rongganya diisi oleh sumsum tulang. Pars spongiosa merupakan jaringan tulang yang berongga seperti spon (busa). Rongga tersebut diisi oleh sumsum merah yang dapat memproduksi sel-sel darah. Tulang spongiosa terdiri dari kisi-kisi tipis tulang yang disebut trabekula.

2. Tulang Kompakta

Tulang yang membentuk masa yang padat tanpa terlihat ruangan. Pars kompakta teksturnya halus dan sangat kuat. Tulang kompak memiliki sedikit rongga dan lebih banyak mengandung kapur (Calsium Phosfat dan Calsium Carbonat) sehingga tulang menjadi padat dan kuat. Kandungan tulang

manusia dewasa lebih banyak mengandung kapur dibandingkan dengan anak-anak maupun bayi. Bayi dan anak-anak memiliki tulang yang lebih banyak mengandung serat-serat sehingga lebih lentur. Tulang kompak paling banyak ditemukan pada tulang kaki dan tulang tangan.

D. Lokasi, Fungsi dan Jenis Sel Tulang

1. Osteoblas (dari Bahasa Yunani yang merujuk kepada "tulang" dan "janin" atau embrio) . Sel ini bertanggung jawab atas pembentukan matriks tulang, oleh karena itu banyak ditemukan pada tulang yang sedang tumbuh. Selnya berbentuk kuboid atau silindris pendek, dengan inti terdapat pada bagian puncak sel dengan kompleks Golgi di bagian basal. Sitoplasma tampak basofil karena banyak mengandung ribonukleoprotein yang menandakan aktif mensintesis protein.
2. Pada pengamatan dengan M.E tampak jelas bahwa sel-sel tersebut memang aktif mensintesis protein, karena banyak terlihat RE dalam sitoplasmanya. Selain itu terlihat pula adanya lisosom. Osteoblast yang mensintesis dan menjadi perantara mineralisasi osteoid. Osteoblast ditemukan dalam satu lapisan pada permukaan jaringan tulang sebagai sel berbentuk kuboid atau silindris pendek yang saling berhubungan melalui tonjolan-tonjolan pendek.
3. Osteosit, merupakan komponen sel utama dalam jaringan tulang. Pada sediaan gosok terlihat bahwa bentuk osteosit yang gepeng mempunyai tonjolan-tonjolan yang bercabang-cabang. Bentuk ini dapat diduga dari bentuk lacuna yang ditempati oleh osteosit bersama tonjolan-tonjolannya dalam canaliculi. Dari pengamatan dengan M.E dapat diungkapkan bahwa kompleks Golgi tidak jelas, walaupun masih terlihat adanya aktivitas sintesis protein dalam sitoplasmanya. Ujung-ujung tonjolan dari osteosit yang berdekatan saling berhubungan melalui gap junction. Hal-hal ini menunjukkan bahwa kemungkinan adanya pertukaran ion-ion di antara osteosit yang berdekatan.

4. Osteosit yang terlepas dari lacunanya akan mempunyai kemampuan menjadi sel osteoprogenitor yang pada gilirannya tentu saja dapat berubah menjadi osteosit lagi atau osteoklas. Osteosit merupakan komponen sel utama dalam jaringan tulang. Mempunyai peranan penting dalam pembentukan matriks tulang dengan cara membantu pemberian nutrisi pada tulang.
5. Osteoklas, merupakan sel multinukleat raksasa dengan ukuran berkisar antara 20 μm -100 μm dengan inti sampai mencapai 50 buah. Sel ini ditemukan untuk pertama kali oleh Kölliker dalam tahun 1873 yang telah menduga bahwa terdapat hubungan sel osteoklas (O) dengan resorpsi tulang. Hal tersebut misalnya dihubungkan dengan keberadaan sel-sel osteoklas dalam suatu lekukan jaringan tulang yang dinamakan Lacuna Howship (H). keberadaan osteoklas ini secara khas terlihat dengan adanya microvilli halus yang membentuk batas yang berkerut-kerut (ruffled border). Gambaran ini dapat dilihat dengan mikroskop elektron. Ruffled border ini dapat mensekresikan beberapa asam organik yang dapat melarutkan komponen mineral pada enzim proteolitik lisosom untuk kemudian bertugas menghancurkan matriks organik. Pada proses persiapan dekalsifikasi (a), osteoklas cenderung menyusut dan memisahkan diri dari permukaan tulang. Relasi yang baik dari osteoklas dan tulang terlihat pada gambar (b). resorpsi osteolitik berperan pada proses remodeling tulang sebagai respon dari pertumbuhan atau perubahan tekanan mekanikal pada tulang. Osteoklas juga berpartisipasi pada pemeliharaan homeostasis darah jangka panjang. Osteoklas merupakan sel fagosit yang mempunyai kemampuan mengikis tulang dan merupakan bagian yang penting. Mampu memperbaiki tulang bersama osteoblast. Osteoklas ini berasal dari deretan sel monosit makrofag.

6. Sel osteoprogenitor, merupakan sel mesenchimal primitive yang menghasilkan osteoblast selama pertumbuhan tulang dan osteosit pada permukaan dalam jaringan tulang. Tulang membentuk formasi endoskeleton yang kaku dan kuat dimana otot-otot skeletal menempel sehingga memungkinkan terjadinya pergerakan. Tulang juga berperan dalam penyimpanan dan homeostasis kalsium. Kebanyakan tulang memiliki lapisan luar tulang kompak yang kaku dan padat.
7. Tulang dan kartilago merupakan jaringan penyokong sebagai bagian dari jaringan pengikat tetapi keduanya memiliki perbedaan pokok antara lain : Tulang memiliki sistem kanalikuler yang menembus seluruh substansi tulang. Tulang memiliki jaringan pembuluh darah untuk nutrisi sel-sel tulang. Tulang hanya dapat tumbuh secara aposisi. Substansi interseluler tulang selalu mengalami pengapuran.

DAFTAR PUSTAKA

Chalik, R (2016). Anatomi Fisiologi Manusia : Kemenkes RI
Kusumahati, E, 2021, Modul Praktikum Anatomi Fisiologi manusia,
Akademi Farmasi YPF.

BIODATA PENULIS



Apt.Eva Kusumahati, M.Si, Lulusan Magister Farmasi ITB, berprofesi sebagai dosen farmasi merangkap Direktur Akademi Farmasi YPF Bandung. Penulis telah menghasilkan 5 buku dari tahun 2019 sd 2022, Buku solo "Amazing pharmacis" dan terbit beberapa jurnal nasional dan internasional. Tempat tinggal daerah Buah Batu Bandung. Hubungi saya di 08112221040.

BAB 8

Anatomi Kardiovaskuler : Jantung

Remita Hutagalung., M.Kep

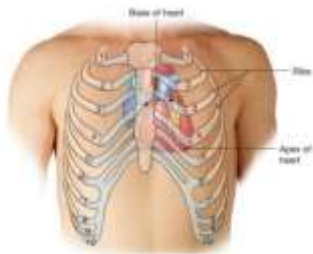
A. Pendahuluan

Jantung adalah satu organ vital yang memegang peranan penting dalam mempertahankan kecukupan darah di seluruh tubuh. Mekanisme kerja jantung tidak bisa hanya dilihat pada satu fokus, melainkan melibatkan kerja semua organ tubuh.

Melalui pemahaman anatomi dan fisiologi sistem jantung akan mempermudah pemahaman kondisi patologis jantung.

B. Bentuk dan Letak Jantung

Sepintas jantung berbentuk seperti buah berbentuk kerucut. Dengan apek (puncak kerucut) berada di bawah (superior-posterior :C II) dan basis atau dasar berada diatas (anterior-inferior : ICS-V) . Jantung berada di dalam rongga thorak atau lebih tepatnya di rongga dada. Pada orang dewasa berat jantung $\pm 250\text{-}350$ gram (Devi, 2017)



Gambar 1. Gambar lokasi jantung

C. Bagian bagian Jantung

Jantung terdiri dari 2 ruang dengan fungsi yang berbeda, yaitu atrium (2 ruang) dan ventrikel (2 ruang). Secara umum, atrium bertugas sebagai penerima atau penampung darah yang masuk ke dalam jantung, sementara ventrikel berfungsi sebagai pompa. Dengan struktur otot yang berbeda, tugas yang berbeda akan terlihat pula. (Devi, 2017)

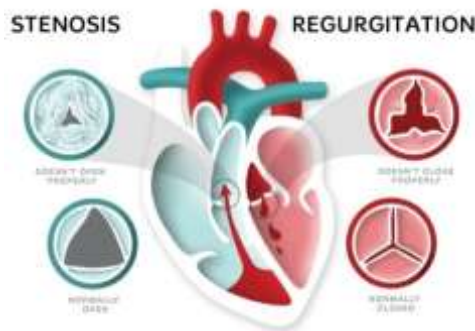
1. Atrium kanan : adalah bagian jantung yang bertugas menerima darah yang miskin kadar oksigen, tetapi kaya akan CO₂ dari vena kava superior, vena cava inferior dan sinus coroner.
2. Atrium kiri : adalah bagian jantung yang bertugas menerima darah yang kaya akan oksigen dari kedua paru paru melalui 4 vena pulmonalis.
3. Ventrikel kanan : adalah bagian jantung yang menerima darah dari atrium kanan dan memompanya ke jantung menuju paru paru melalui arteri pulmonalis.
4. Ventrikel kiri : adalah bagian jantung yang menerima darah dari atrium kiri dan memompanya ke seluruh tubuh melalui aorta melalui ostium atrioventrikuler dan mekanisme ini selanjutnya disebut sirkulasi sistemik.

Selain atrium dan ventrikel, jantung memiliki katup dan septum (sekat) yang membatasi setiap bagian atrium dan ventrikel dan yang menyekat antara kedua atrium dan kedua ventrikel. Katup pada jantung bertugas untuk mencegah darah kembali (refluks) dari ventrikel ke atrium. Potensi refluk darah terjadi karena perbedaan tekanan di ventrikel lebih besar daripada di atrium.

1. Katup trikuspidalis : adalah katup yang menyekat atrium kanan dengan ventrikel kanan.
2. Katup mitral : adalah katup yang menyekat antara atrium kiri dan ventrikel kiri. Nama lain dari katup ini adalah katup bikuspidalis. Ketika darah masuk dari atrium kiri masuk ke ventrikel kiri, katup mitral akan

menutup dan menghasilkan bunyi jantung 1 (lup) atau bunyi sistolik.

3. Katup aorta : adalah katup yang menyekat antara ventrikel kiri dan sirkulasi sistemik.
4. Katup Pulmonal : adalah katup yang menyekat ventrikel kanan dengan arteri pulmonal. Katup pulmonal adalah katup semilunar yang bertugas mencegah aliran balik darah dari sirkulasi sistemik dengan sirkulasi pulmonal.
5. Septum Atrium (Septum Atrioventrikularis) adalah sekat yang memisahkan atrium kanan dengan atrium kiri
6. Septum Ventrikel (Septum Interventrikularis) adalah sekat yang meisahkan ventrikel kanan dan ventrikel kiri



Gambar 2. Katup pada jantung

D. Lapisan Dinding Jantung

Secara histologis dinding jantung terdiri dari sel sel otot.

Otot jantung atau lapisan dinding jantung terdiri atas 3 lapisan.

1. Epikardium/Viseral
Adalah lapisan pada dinding jantung yang paling terluar, menempel dengan perikardium visceral. Secara fisiologis bagian dinding jantung ini lebih banyak tersusun atas jaringan lemak dan ikat yang menjadi pelindung jantung.
2. Miokardium
Berbeda dengan lapisan visceral, miokardium tersusun atas otot otot jantung yang sifat serabut ototnya terlihat karena

tersusun heterogen. Selain itu, reaksinya terhadap rangsang ritmis otomatis dan lebih cepat dari otot polos. Ciri-cirinya: Berbentuk serabut lurik yang bercabang-cabang, jumlah inti selnya banyak dan terletak di tengah serabut. Lapisan miokardium merupakan organ yang bekerja memompa darah. (Eka, 2021).

3. Endokardium

Lapisan jantung paling dalam yang langsung berinteraksi dengan darah. Lapisan endokardium terdiri dari jaringan sel skuamosa.

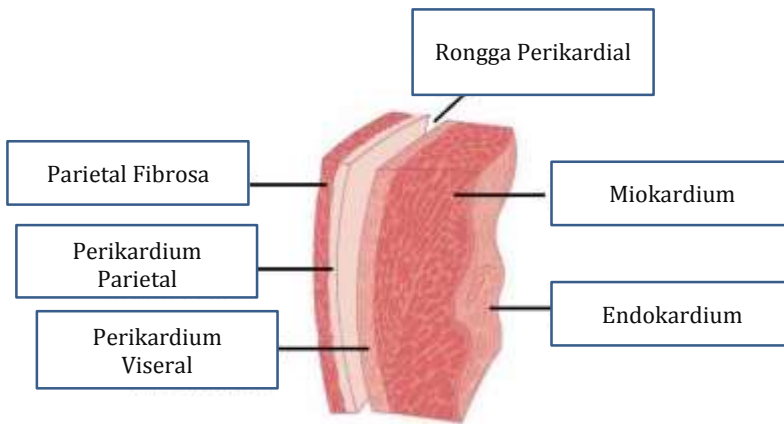
Setiap lapisan dinding jantung terbagi dalam 3 jenis fungsi dan lapisan yang berbeda.

E. Lapisan Pembungkus Jantung

Jantung memiliki lapisan yang membungkus seluruh permukaan jantung yang disebut lapisan perikardium. Lapisan perikardium tersusun atas 3 lapisan tipis :

1. Pericardium fibrosa : lapisan yang paling luar
2. Pericardium parietal
3. Pericardium visceral : lapisan yang menempel di dinding jantung

Diantara lapisan pericardium parietal dan pericardium visceral, terdapat jarak yang berisi cairan pelumas yang disebut cairan perikardium. Cairan ini berfungsi sebagai pelumas saat jantung berkontraksi dan mempertahankan jantung berada dalam lingkungan yang empuk dan berisi cairan. Cairan pelumas ini hanya sebanyak 5 – 10 cc. Dalam kondisi patologis, cairan ini dapat menjadi berlebih dari seharusnya yang disebut tamponade jantung, dan berisi eksudat akibat peradangan yang disebut perikarditis.



Gambar 3. Lapisan Jantung

F. Pembuluh Darah

Jantung merupakan organ penting yang juga membutuhkan suplai darah dan oksigen. Pembuluh darah yang menyuplai dan mengambil darah dan oksigen ke jantung adalah arteria koronaria dan vena koronaria (Purbangkara, 2021)

Arteria koronaria adalah pembuluh darah cabang yang pertama dari aorta. Tugas utama arteria koronaria adalah menyuplai darah dan oksigen ke jantung, khususnya di lapisan otot jantung (miokardium). Arteria koronaria terbagi menjadi dua, yaitu:

1. Arteria Koronaria Kanan /Right Coronary Artery (RCA). Adalah arteria yang keluar dari sinus aorta kanan berada di sepanjang dinding jantung kanan, didaerah atrium kanan, sampai ke bagian apeks.
2. Arteria Koronaria Kiri/ Left Main Coronary (LMC). Arteri ini keluar dari sinus aorta kiri, kemudian menjalar dan terbagi menjadi dua arteri ; Arteri Descenden Anterior/Left Anterior Descending (LAD) dan arteri sirkumfleksi/ Left Circumflex (LCx artery)

Vena yang bertugas di jantung adalah vena koronaria. Sebagaimana fungsi pembuluh darah vena yaitu membawa darah yang minim oksigen kembali ke jantung, vena koronaria juga membawa kembali darah yang miskin oksigen tersebut ke jantung melalui sinus koronaria. Vena kooronaria terdiri atas :

1. Sinus koronarius
2. Vena besar kardiak
3. Vena sedang kardiak
4. Vena kecil kardiak
5. Vena kardiak anterior

G. Sumber Listrik Jantung (pacemaker)

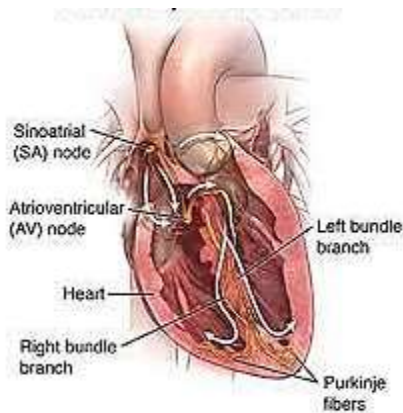
Jantung merupakan organ tubuh yang mampu menghasilkan impuls listrik dan menghantarkan impuls tersebut. Sifat sel sel pacemaker mampu untuk melakukan otomatisasi menghasilkan impuls, mampu menyalurkan impuls, mampu memberikan respon terhadap rangsangan dan mampu mempertahankan irama jantung yang teratur. Tugas penghantaran stimulus dari pacemaker juga berbeda beda (Ellison., 2022).

1. ***Single chamber pacemaker.*** Adalah sumber listrik jantung yang mengirimkan sinyal listrik ke bagian bawah jantung
2. ***Dual Chamber pacemaker.*** Adalah sumber listrik jantung yang mengirimkan sinyal listrik ke bagian atas kanan bawah jantung.
3. ***Biventricular pacemaker.*** Pacemaker ini juga disebut *resynchronization pacemaker*. Pacemaker ini akan bekerja pada situasi pada pasien yang memiliki kondisi gagal jantung dan denyut nadi yang melemah dengan cara meningkatkan denyut nadi. Pacemaker ini menstimulasi bagian bawah jantung (Ellison., 2022).

Adapun sumber listrik jantung adalah :

1. Sinoatrial nodus (SA Node). Merupakan alat pacu jantung yang alami dan utama. Letak nodus ini berada di atrium. SA Node mampu menghasilkan denyut nadi sebanyak 60 – 100 x/menit.

2. Atrioventrikel nodus (AV Node). Merupakan pacemaker yang berada di katup trikuspidalis. AV node merupakan pacemaker cadangan jika SA node tidak dapat berfungsi. Pacemaker kedua ini mampu memberikan denyut nadi sebanyak 40 – 60 kali/menit.
3. Serabut purkinje/Ventrikel. Adalah pacemaker yang beradada di sepanjang ventrikel. Mampu menghasilkan denyut nadi sebanyak 20-40 kali/ menit.



Gambar 4. Sumber listrik jantung

Perjalanan impuls listrik jantung di mulai dari SA node sebagai penghasil listrik utama, kemudian impuls menuju AV node, diteruskan ke bundle his dan berakhir di serabut purkinje. Mekanisme kerja pacemaker jantung akan memberikan gambaran mengenai masalah jantung jika ditemukan adanya perubahan denyut nadi pasien.

H. Fisiologi Kardiovaskuler

1. Sistem Peredaran darah

a. Peredaran darah kecil/ Peredaran darah pulmonalis

Sistem peredaran darah kecil adalah sistem peredaran yang bekerja di pulmonal (paru-paru). Darah yang miskin oksigen namun kaya akan hasil sampah metabolisme (CO_2) akan masuk ke atrium

kanan melalui vena kava superior, vena kava inferior dan sinus koronaria. Selanjutnya dengan adanya perbedaan tekanan di atrium dan ventrikel pada fase sistolik, darah akan masuk ke ventrikel kanan, melewati katup trikuspidalis.

Selanjutnya ventrikel akan mendorong darah menuju paru paru melalui pembuluh darah arteri pulmonalis. Dari arteri pulmonalis dan sampai ke kapiler di paru, terjadilah proses pelepasan CO₂ di alveoli paru. Kemudian darah yang sudah berisi oksigen baru yang berlimpah, dikembalikan ke pembuluh darah. Selanjutnya di bawa oleh vena pulmonalis ke atrium kanan dan masuk dalam peredaran darah besar (Jhon E, 2019)

b. Peredaran darah besar atau Peredaran darah sistemik

Dimulai dari darah mengalir dari atrium kiri dan masuk ke ventrikel kiri. Fase selanjutnya disebut fase ejeksi yang berarti darah yang kaya akan oksigen akan masuk mengalir ke arteri utama yaitu aorta. Darah mengalir dari arteria utama ke arteria yang lebih besar dan yang terkecil untuk dalam kapiler.

Dalam kapiler, darah yang kaya oksigen melepaskan oksigen dan nutrisi dan zat penting lainnya. Selain itu dalam peredaran kapiler, darah yang telah selesai digunakan, akan kembali berkumpul di kapiler dan dialirkan ke vena selanjutnya masuk ke vena kava superior dan vena kava inferior.

2. Mekanisme jantung sebagai pompa

Bagian jantung yang memiliki tugas utama sebagai pompa adalah ventrikel. Selama fase sistolik, darah akan berkumpul di dalam atrium dan jalan menuju ke ventrikel di tutup oleh katup. Setelah masa fase sistolik selesai, tekanan ventrikel turun kembali, sementara tekanan atrium menjadi meningkat. Melalui peristiwa perubahan tekanan di atrium ini menyebabkan dorongan yang kuat di katup

dan akhirnya katup menjadi terbuka dan darah masuk ke ventrikel.

Begitu pula sebaliknya, ketika tekanan ventrikel meningkat, tekanan di atrium menurun. Peningkatan tekanan di ventrikel memungkinkan darah terdorong keluar jantung (sistemik atau pulmonal). Melihat lapisan otot jantung di ventrikel cukup besar maka tekanan yang diberikan ventrikel juga besar

DAFTAR PUSTAKA

- Puette JA, Malek R, Ellison MB. Pacemaker. [Updated 2022 Sep 12]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526001/>
- Devi, A. K. B. (2017). *Anatomi Fisiologi dan Biokimia Keperawatan*. Pustaka Baru Press.
- Eka, A. et all. (2021). *Anatomi Tubuh Manusia* (M. Hajrah (ed.)). Yayasan Penerbit Muhammad Zaini. https://www.google.co.id/books/edition/Teori_Anatomi_Tubuh_Manusia/9-RJEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=lapisan+dinding+jantung&pg=PA33&printsec=frontcover
- Ellison., J. A. P. R. M. M. B. (2022). Pacemaker. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526001/>
- Hall, J. E. (n.d.). *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran* (13th ed.). Elsevier Ltd.
- Jhon E, H. (2019). *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran* (3rd ed.). Elsevier Ltd.
- Purbangkara, K. (2021). *Ilmu Faal Dasar*. Uwais Inspirasi Indonesia.

BIODATA PENULIS



Ns. Remita Hutagalung, M.Kep

Adalah dosen keperawatan yang menyelesaikan pendidikan S1 di Universitas Airlangga, dan S2 Keperawatan Universitas Padjadaran. Sampai saat ini penulis sebagai Dosen di STIKES Dirgahayu Samarinda.

BAB 9

Kardiovaskular: Vaskular

Dede Nur Aziz M, S.Kep.,Ners.,M.Kep

A. Pendahuluan

Sistem kardiovaskular terdiri atas jantung, pembuluh darah (arteri, vena, kapiler) dan sistem limfatik. Fungsi utama sistem kardiovaskular adalah mengalirkan darah yang kaya oksigen ke seluruh tubuh dan memompakan darah dari seluruh tubuh (jaringan) ke sirkulasi paru untuk di oksigenasi. Jantung merupakan organ utama sistem kardiovaskular, berotot dan berronga, terletak di rongga toraks bagian mediastrum (Reni Yuli Aspiani, 2015).

Jika terjadi gangguan vaskuler seperti terjadinya penyempitan dari salah satu arteri coroner maka dapat menurunkan aliran darah dan penghantaran oksigen ke daerah miokardium yang disuplai oleh arteri tersebut, dan mengakibatkan angina (nyeri dada) sindrom koroner akut, infark miokard akut dan kematian jantung mendadak (Reni Yuli Aspiani, 2015).

B. Anatomi fisiologi vaskular

1. Anatomi vascular

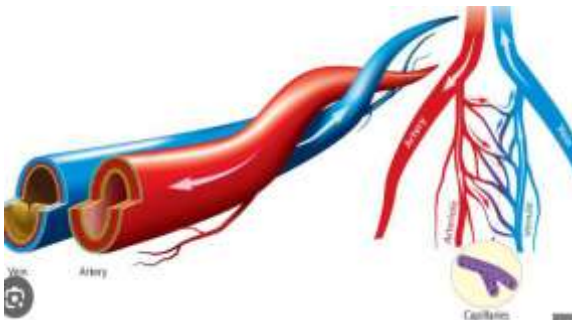
Sistem pembuluh darah terdiri dari pembuluh yang membawa darah dan cairan getah bening ke seluruh tubuh. Ini juga disebut sistem peredaran darah. Arteri dan vena membawa darah ke seluruh tubuh. Mereka mengirimkan oksigen dan nutrisi ke jaringan tubuh. Dan mereka membuang sisa jaringan. Pembuluh limfe membawa cairan limfatik. Ini adalah cairan bening tidak berwarna yang terbuat dari air dan sel darah. Sistem limfatik adalah bagian dari sistem kekebalan yang membantu membuang racun

dan limbah tubuh. Hal ini dilakukan dengan menyaring dan mengalirkan getah bening dari setiap wilayah tubuh.

Pembuluh darah pada sistem peredaran darah adalah:

- a. Arteri adalah pembuluh darah yang membawa darah beroksigen dari jantung ke tubuh.
- b. Vena cava adalah pembuluh darah yang membawa darah dari tubuh kembali ke jantung.
- c. Kapiler. Ini pembuluh darah kecil antara arteri.
- d. Vena adalah pembuluh darah yang mendistribusikan darah kaya oksigen ke seluruh tubuh.

Dalam sistem vaskular, terdapat lima jenis pembuluh darah berbeda yang akan berperan, yaitu arteri, vena, arterioli, venula dan kapiler. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 1.



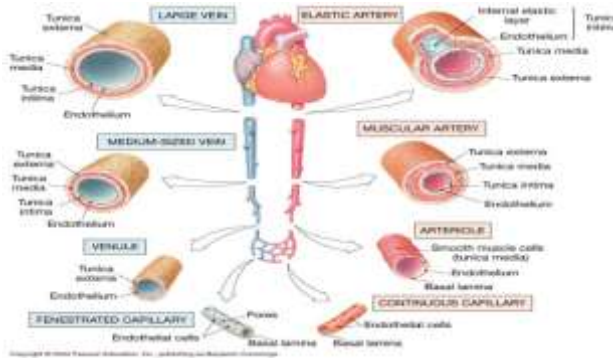
Gambar 1. Lapisan pembuluh darah

Lapisan dinding pembuluh darah kecuali kapiler mempunyai tiga lapisan, yaitu :

- a. Tunika intima
Merupakan lapisan pembuluh darah bagian dalam
- b. Tunika media
Merupakan lapisan pembuluh darah bagian tengah
- c. Tunika Adventisia
Merupakan lapisan pembuluh darah bagian luar

Merupakan lapisan pembuluh darah bagian luar

Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Lapisan pembuluh darah

2. Fisiologi vascular

Arteri mempunyai struktur dinding otot yang lebih tebal daripada vena. Hal ini bertujuan untuk mengakomodasi fungsi dari arteri untuk mengalirkan darah pada kecepatan dan tekanan yang tinggi. Sebaliknya vena mempunyai struktur dinding Otot Yang lebih tipis. Akan tetapi vena mempunyai diameter yang lebih besar daripada arteri karena tekanan darah yang mengalir balik dari vena ke jantung lebih rendah. Selain itu pada vena mempunyai katup yang bertujuan untuk mencegah aliran darah balik.

Arterioli mempunyai dinding yang lebih tipis daripada arteri, berfungsi untuk mengatur aliran darah ke kapiler dengan cara konstriksi dan dilatasi. Sedangkan venula mempunyai dinding yang lebih tipis daripada arterioli, berfungsi untuk mengumpulkan darah dari kapiler. Secara lebih jelas arteri bertugas untuk membawa darah dari jantung, vena bertugas untuk membawa darah ke jantung

sedangkan kapiler sebagai penghubung antara arteri dan vena yang merupakan jalan lalu lintas untuk distribusi zat – zat yang diperlukan Oleh tubuh serta zat – zat yang harus dibuang Oleh tubuh. Selain itu di dalam kapiler inilah terjadi pertukaran gas dalam cairan ekstraseluler atau interstitiil.

Denyut nadi merupakan gelombang yang teraba pada arteri akibat darah dipompa keluar jantung. Denyut arteri mudah teraba dan terasa di tempat yang melintasi sebuah tulang yang terletak dekat dengan permukaan, misalnya arteri radialis, arteri temporalis maupun arteri dorsalis pedis. Selain itu juga terdapat arteri – arteri besar yang mudah untuk diraba yaitu arteri karotis, arteri brakhialis dan arteri femoralis.

Saluran limfe juga merupakan bagian dari sistem kardiovaskuler, berfungsi untuk mengumpulkan, menyaring dan menyalurkan kembali ke dalam darah limfena yang dikeluarkan melalui dinding kapiler halus untuk membersihkan jaringan.

Sirkulasi darah

Jantung merupakan organ utama sirkulasi darah. Terdapat dua macam sirkulasi yang terjadi yaitu sirkulasi sistemik dan sirkulasi pulmonal.

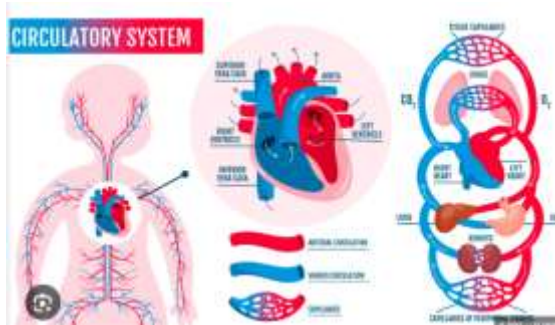
a. Sirkulasi sistemik

Sirkulasi sistemik dimulai dari aliran darah dari ventrikel kiri melalui arteri, arteriol, dan kapiler kembali ke atrium kanan melalui vena.

b. Sirkulasi pulmonal

Sirkulasi pulmonal dimulai dari aliran darah dari ventrikel kanan masuk ke dalam paru – paru selanjutnya dari paru – paru masuk ke dalam atrium kiri.

Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Sirkulasi Darah Dalam Jantung

Darah tidak teroksigenasi yang berasal dari vena cava superior dan vena cava inferior akan masuk ke dalam atrium kanan. Darah dari atrium kanan melewati katup trikuspidalis akan masuk ke dalam ventrikel kanan. Selanjutnya ventrikel kanan akan memompa darah ke paru – paru melalui katup pulmonal menuju arteri pulmonalis. Selanjutnya darah di paru – paru akan mengalami proses oksigenasi.

Setelah proses oksigenasi di paru – paru terjadi, darah akan dialirkan ke vena pulmonalis menuju ke atrium kiri. Darah teroksigenasi ini selanjutnya melalui katup bikuspidalis akan tertampung ke dalam ventrikel kiri. Kemudian ventrikel kiri akan memompa darah ke seluruh tubuh melalui katup aorta.

Tiga arteri besar yang merupakan percabangan dari aorta akan mengalirkan darah sesuai dengan percabangannya. Arteri karotis komunis kiri akan mengalirkan darah ke bagian otak. Arteri subklavia kiri akan mengalirkan darah ke bagian ekstremitas atas dan arteri inominata akan mengalirkan darah ke daerah thoraks.

Sedangkan cabang dari aorta desenden akan

mengalirkan darah ke bagian abdomen. Aorta desenden ini di selanjutnya akan bercabang menjadi arteri iliaka yang kemudian bercabang lagi menjadi arteri femoralis untuk menyuplai darah ke bagian ekstremitas bawah.

Cabang dari arteri besar ini akan membentuk ranting menjadi arteri yang lebih kecil lagi sampai menjadi arteriol. Arteri – arteri ini mempunyai dinding yang sangat berotot yang menyempitkan salurannya dan menahan aliran darah. Fungsinya adalah mempertahankan tekanan darah arteri dengan jalan mengubah – ubah ukuran saluran mengatur aliran darah dalam kapiler. Dinding kapiler mempunyai struktur yang tipis sehingga memudahkan untuk terjadinya pertukaran zat antara plasma dan jaringan interstitiil. Selanjutnya kapiler – kapiler ini bergabung membentuk pembuluh darah yang lebih besar yang disebut dengan venul. Darah dari venul kemudian akan bergabung menuju vena untuk selanjutnya menghantarkan darah ke dua batang vena besar yaitu vena cava superior dan vena cava inferior untuk kembali ke jantung. Vena cava superior mengumpulkan darah dari kepala dan ekstremitas atas. Sedangkan vena cava inferior mengumpulkan darah dari thoraks, abdomen dan ekstremitas bawah.

DAFTAR PUSTAKA

- Riza fikriana. (2018). Sistem Kardiovaskuler; CV Budi Utama, Sleman, Yogyakarta.
- Karson. (2016). Buku Ajar Keperawatan Sistem Kardiovaskuler. Jakarta: TIM
- Asikin, M. (2016). Keperawatan Medikal Bedah: Sistem Kardiovaskuler. Jakarta : Erlangga.

BIODATA PENULIS



Dede Nur Aziz Muslim, S.Kep.,Ners.,M.Kep. lahir di Tasikmalaya, pada 05 November 1980. Menyelesaikan Pendidikan DIII Keperawatan di Akper Bhakti Kencana Bandung, S1 di PSIK Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran dan S2 di Prodi Magister Fakultas Kesehatan Universitas Muhammadiyah Jakarta. Sampai saat ini penulis sebagai Dosen di Jurusan Keperawatan Universitas Bhakti Kencana.

BAB 10

Darah

**Ns. Armina, M.Kep., Sp.Kep.An **

A. Pendahuluan

Darah adalah cairan berwarna merah dan kental yang terdapat di dalam tubuh yang mengandung plasma dan sel yang berperan membawa oksigen dan nutrisi, serta membantu tubuh menjalankan fungsinya dengan baik. Darah adalah cairan penting untuk mempertahankan kehidupan yang beredar di seluruh tubuh kita. Darah membawa oksigen dan nutrisi ke semua sel di tubuh. Sel darah juga melawan infeksi dan mengontrol pendarahan. Pada orang dewasa, jumlah darah di tubuh sekitar 70-75ml/kgBB atau sekitar 4-5L. Umur sel darah menunjukkan berapa lama sel darah dapat bertahan sebelum diganti. Umurnya bervariasi tergantung dari jenis sel darah merah (Asmarinah., Arozal, W., Sukmawati, D., Syaidah, R., & Prijanti, 2023).

Bila darah dibuang dari sistem sirkulasi maka darah akan membeku. Bekuan ini membentuk elemen dan cairan kuning jernih kuning (serum). Darah yang dikumpulkan dan dicegah agar tidak membeku dengan menambahkan antikoagulan (misalnya, heparin, sitrat) dapat dipisahkan bila disentrifugasi, membentuk lapisan-lapisan yang mencerminkan heterogenitasnya (melihat nilai hematokritnya). Hematokrit untuk memperkirakan volume kumpulan eritrosit per unit volume darah.

Darah dibentuk dari 2 bagian yaitu bentuk elemen atau sel-sel darah dan berbentuk plasma (bentuk cair). Darah merupakan alat distribusi hormon-hormon, mengangkut O₂, CO₂, metabolit, memungkinkan pertukaran zat-zat kimia antara

organ-organ yang jauh untuk fungsi normal sel. Darah juga berfungsi dalam pengaturan distribusi panas dan keseimbangan asam basa dan osmotik (Mescher, 2011).

B. Plasma Darah

Plasma adalah suatu larutan aqueous yang mengandung zat-zat dengan molekul besar dan kecil sebanyak 10% dari volume. Protein plasma berupa protein-protein plasma (7%), garam-garam anorganik/elektrolit (0,9%) sisanya berupa senyawa organik seperti asam amino, vitamin, sisa nitrogen, nutrient, hormon, lipid dan sebagainya. Melalui dinding kapiler, plasma berada dalam keadaan keseimbangan dengan cairan interstitial jaringan.

Protein plasma utama mencakup protein berikut (Mescher, 2011):

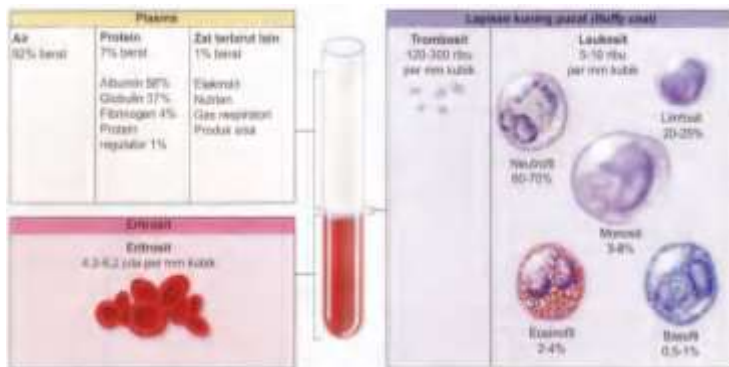
1. **Albumin**, protein plasma terbanyak, dibuat di hati dan berfungsi terutama dalam memelihara tekanan osmotik darah. .
2. **α -globulin** dan **β -globulin**, yang dibentuk di hati dan sel lain, mencakup transferrin dan faktor transpor lainnya; fibronectin; protrombin dan faktor koagulasi lainnya; lipoprotein dan protein lain yang memasuki darah dari jaringan. .
3. **γ -globulin** yang merupakan imunoglobulin (antibodi) yang disekresi oleh limfosit di banyak tempat.
4. **Protein komplemen**, suatu sistem faktor yang penting pada peradangan dan destruksi mikroorganisme.
5. **Fibrinogen**, protein plasma terbesar (340 kD), yang juga dibentuk di hati, yang berpolimerisasi menjadi serat ikatansilang yang tidak larut selama pembekuan yang menyumbat pengeluaran darah dari pembuluh kecil.

Fungsi dari plasma yaitu mentransport metabolit-metabolit dari tempat absorpsi atau sintesisnya, mengedarkannya ke berbagai area organ. Plasma darah juga mentransport sisa-sisa metabolisme yang dibuang dari darah oleh organ-organ ekskresi (misalnya ginjal). (Mescher, 2011)

C. Komponen atau Elemen Darah

1. Sel Darah Merah (Eritrosit)

Bentuk eritrosit normal adalah cakram bikonkaf yang fleksibel (mudah berubah bentuk menyesuaikan kapiler dan mempermudah pertukaran gas). Pada laki-laki normal sehat, jumlah rata-rata sel darah merah per milimeter kubik adalah 5.200.000 (± 300.000); pada wanita, 4.700.000 (± 300.000).



Gambar 1. Komposisi darah lengkap

Sumber : (Mescher, 2011)

Hematopoiesis merupakan pembentukan komponen seluler darah yang terjadi selama perkembangan embrionik hingga dewasa untuk memproduksi dan mengatur sistem darah dalam tubuh. Daerah tubuh yang memproduksi sel darah merah (Hall, 2011):

1. **Yolk Sac**, minggu pertama kehidupan embrio.
2. **Hepar**, organ utama memproduksi sel darah merah, ulai dari pertengahan semester masa gestasi.
3. **Limpa dan kelenjar limfe**, tempat sel darah merah diproduksi dalam jumlah besar.
4. **Sumsum tulang**, sel darah merah hanya diproduksi disini sejak bulan terakhir kehamilan dan setelah lahir. Sejak lahir s.d. 5 tahun semua tulang memproduksi sel darah merah. Usia 5-20 tahun sel darah merah

diproduksi pada tulang kecuali sumsum tulang panjang bagian proksimal humerus dan tibia karena sangat berlemak. Setelah usia 20 tahun sel darah merah diproduksi dalam sumsum tulang membranosa (vertebra, sternum, rusuk, ileum).

Sel darah memulai kehidupannya di dalam sumsum tulang dari suatu tipe sel yang disebut *sel punca hematopoietik pluripoten*, yang merupakan asal dari semua sel dalam darah sirkulasi. Tahap differensiasi sel darah merah yaitu: Proeritroblas, sel pertama dan dibentuk dari sel-sel punca CFU-E (unit pembentuk koloni eritrosit), yang akan membelah beberapa kali hingga membentuk sel darah matang (eritroblas basofil) yang mengandung sedikit hemoglobin. Tahap Pembelahan lanjutan hingga sel pada tahap retikulosit (inti sel menjadi kecil), sel ini berjalan dari sumsum tulang masuk ke kapiler darah dan akhirnya menjadi eritrosit matang.

Pengaturan produksi sel darah merah melalui peran eritropoeitin. Eritropoeitin merangsang produksi sel darah merah dan pembentukannya meningkat sebagai repsons terhadap hipoksia. Setiap keadaan yang menyebabkan penurunan transportasi sejumlah oksigen ke jaringan biasanya akan meningkatkan kecepatan produksi sel darah merah. Jadi, bila seseorang menjadi begitu *anemis* akibat adanya perdarahan atau kondisi lainnya, maka sumsum tulang mulai memproduksi sejumlah besar sel darah merah. Saat hipoksia akan menimbulkan peningkatan produksi eritropoietin, dan eritropoietin selanjutnya akan memperkuat produksi sel darah merah sampai hipoksia mereda.

Secara normal, kira-kira 90% dari eritropoietin total dibentuk dalam ginjal, sisanya sebagian besar dibentuk di hati. Belum diketahui secara tepat bagian ginjal yang membentuk eritropoietin. Norepinefrin maupun epinefrin serta beberapa prostaglandin akan mengirimkan sinyal tambahan merangsang produksi eritropoietin. Bila tidak ada

eritropoietin, sumsum tulang hanya membentuk sedikit sel darah merah. Pada keadaan yang ekstrem, bila jumlah eritropoietin yang terbentuk sangat banyak, dan sejumlah besar zat besi dan zat nutrisi lainnya yang diperlukan, maka kecepatan produksi sel darah merah dapat meningkat sampai sepuluh kali lipat atau lebih dibandingkan keadaan normal.

Pematangan sel darah merah membutuhkan vitamin B₁₂ dan asam folat. Keduanya penting untuk sintesis DNA karena masing-masing vitamin dengan cara yang berbeda dibutuhkan untuk pembentukan timidin trifosfat, yaitu salah satu zat pembangun esensial DNA. Penyebab umum kegagalan pematangan sel darah merah adalah adanya kegagalan untuk mengabsorbsi vitamin B₁₂ dari traktus gastrointestinal. Hal ini sering terjadi pada penyakit *anemia perniciosa*, dengan dasar kelainan berupa atrofi mukosa lambung, yang gagal menghasilkan sekresi lambung normal. Jumlah minimum vitamin B₁₂ yang dibutuhkan setiap hari untuk menjaga supaya pematangan sel darah merah tetap normal hanya sebesar 1 sampai 3 mg, dan yang disimpan di hati dan jaringan tubuh lainnya kira-kira 1.000 kali jumlah ini. Jadi, untuk menimbulkan anemia akibat kegagalan pematangan dibutuhkan gangguan absorpsi B₁₂ selama 3 sampai 4 tahun. Kegagalan pematangan sel darah merah akibat defisiensi asam folat disebabkan oleh bahan makanan mudah rusak selama dimasak sehingga tidak dapat diabsorbsi (sayuran hijau, buah-buahan, daging), disebabkan sariawan usus (penyakit usus halus).

Pembentukan hemoglobin yaitu mulai dari suksinil KoA didalam siklus Krebs berikatan dengan glisin lalu membentuk molekul pirol. Empat pirol bergabung membentuk protoporfirin IX berikatan dengan besi membentuk molekul heme. Akhirnya setiap molekul *heme* bergabung dengan rantai polipeptida panjang, yaitu *globin* yang disintesis oleh ribosom, membentuk suatu subunit hemoglobin yang disebut *rantai hemoglobin*. Tipe-tipe rantai

itu disebut rantai alfa, rantai beta, rantai gamma, dan rantai delta. Bentuk hemoglobin yang paling umum pada orang dewasa, yaitu *hemoglobin A*, merupakan kombinasi dari dua rantai alfa dan dua rantai beta. Tipe rantai hemoglobin pada molekul hemoglobin menentukan afinitas ikatan hemoglobin terhadap oksigen. Fungsi utama hemoglobin dalam tubuh adalah bergabung dengan oksigen dalam paru dan kemudian melepaskan oksigen ini di dalam kapiler jaringan perifer yang tekanan gas oksigennya jauh lebih rendah daripada di paru.

Besi penting untuk pembentukan hemoglobin namun juga penting untuk myoglobin, sitokrom, sitokrom oksidase, peroksidase, katalase. Saat besi diabsorpsi dari usus halus, besi tersebut segera bergabung di dalam plasma darah dengan beta globulin, yakni *apotransferin*, untuk membentuk *transferin*, yang selanjutnya diangkut dalam plasma. Besi ini berikatan secara longgar di dalam transferin dan, akibatnya, dapat dilepaskan ke setiap sel jaringan di setiap tempat dalam tubuh. Kelebihan besi dalam darah disimpan terutama di hepatosit hati dan sedikit di sel retikuloendotelial sumsum tulang.

Setiap hari, seorang laki-laki mengekskresikan sekitar 0,6 mg besi, terutama dalam tinja. Bila terjadi perdarahan, maka jumlah besi yang hilang akan lebih banyak lagi. Pada wanita, hilangnya darah menstruasi mengakibatkan kehilangan besi jangka panjang rata-rata sekitar 1,3 mg/hari. Walaupun dalam makanan terdapat sejumlah besar besi, hanya sebagian kecil saja yang dapat diabsorpsi usus. Bila cadangan besi sangat berkurang, maka kecepatan absorpsinya akan bertambah, mungkin sampai lima kali atau lebih dibandingkan kecepatan normal. Jadi, jumlah total besi dalam tubuh diatur terutama dengan mengubah kecepatan absorpsinya. Masa hidup sel darah merah normalnya akan bersirkulasi rata-rata selama 120 hari sebelum dihancurkan.

2. Sel Darah Putih (Leukeosit)

Leukosit, disebut juga sel *darah putih*, merupakan *unit* sistem pertahanan tubuh yang *mobile*. Leukosit sebagian dibentuk di sumsum tulang (*granulosit* dan *monosit* serta sedikit *limfosit*) dan sebagian lagi di jaringan limfe (*limfosit* dan sel-sel *plasma*). Setelah dibentuk, sel-sel ini diangkut dalam darah menuju ke berbagai bagian tubuh yang membutuhkannya. Manfaat sel darah putih yang sesungguhnya ialah sebagian besar diangkut secara khusus ke daerah yang terinfeksi dan mengalami peradangan serius, dengan demikian menyediakan pertahanan yang cepat dan kuat terhadap agen-agen infeksius. Granulosit dan monosit mempunyai kemampuan khusus untuk "mencari dan merusak" setiap benda asing yang menyerang.

Ada enam macam sel darah putih yang biasa ditemukan dalam darah. Keenam sel tersebut adalah *neutrofil polimorfonuklear*, *eosinofil polimorfonuklear*, *basofil polimorfonuklear*, *monosit*, *limfosit*, dan kadang sel *plasma*. Granulosit dan monosit melindungi tubuh terhadap organisme penyerang terutama dengan cara memakannya (misalnya, melalui *fagositosis*). Fungsi limfosit dan sel-sel plasma terutama berhubungan dengan sistem imun.

Sel darah putih membelah membentuk mielositik dan limfositik yang diawali dari mieloblas dan limfoblas. Granulosit dan monosit hanya dibentuk di dalam sumsum tulang. Limfosit dan sel plasma terutama diproduksi di berbagai jaringan limfogen khususnya di kelenjar limfe, limpa, timus, tonsil, dan berbagai kantong jaringan limfoid di mana saja dalam tubuh, seperti sumsum tulang dan plak Peyer di bawah epitel dinding usus.

Masa hidup sel darah putih yaitu granulosit di dalam sirkulasi darah 4-8 jam dan 4-5 hari dibutuhkan jaringan tubuh. Masa edar Monosit yaitu 10-20 jam dalam darah sebelum beredar ke dalam jaringan.

Neutrofil dan makrofag menyerang dan menghancurkan bakteri, virus, dan agen-agen merugikan lain yang menyerang masuk ke dalam tubuh. Fungsi neutrofil dan makrofag yang terpenting adalah *fagositosis*, yang berarti pencernaan selular terhadap agen yang mengganggu.

Neutrofil dan makrofag berperan dalam reaksi inflamasi. inflamasi ditandai oleh (1) vasodilatasi pembuluh darah lokal yang mengakibatkan terjadinya aliran darah setempat yang berlebihan; (2) peningkatan permeabilitas kapiler, menimbulkan kebocoran banyak sekali cairan ke dalam ruang interstisial; (3) sering kali terjadi pembekuan cairan di dalam ruang interstisial yang disebabkan oleh peningkatan sejumlah besar fibrinogen dan protein lainnya yang bocor dari kapiler; (4) migrasi sejumlah besar granulosit dan monosit ke dalam jaringan; serta (5) pembengkakan sel jaringan.

Eosinofil merupakan sel fagosit yang lemah, dan menunjukkan fenomena kemotaksis, namun bila dibandingkan dengan neutrofil, peran eosinofil dalam pertahanan tubuh terhadap tipe infeksi yang umum masih diragukan. Eosinofil juga mempunyai kecenderungan khusus untuk berkumpul di jaringan tempat berlangsungnya reaksi alergi, seperti di jaringan peribronkial paru pasien asma dan di kulit setelah mengalami reaksi kulit alergi.

Sel mast dan basofil melepaskan *heparin* ke dalam darah, yaitu suatu bahan yang dapat mencegah pembekuan darah. Sel mast dan basofil berperan penting pada beberapa tipe reaksi alergi.

Tipe dasar imunitas diperoleh dari imunitas humoral (limfosit B) dan imunitas selular (limfosit T). sel limfosit pembunuh alami yaitu natural killer limfosit (sel NK) dapat menghancurkan sel asing dan sel tumor. Limfosit T diolah dulu di kelenjar Timus dan limfosit B diolah dulu di hepar dan sumsum tulang.

3. Trombosit (Platelet)

Platelet (disebut juga *trombosit*) berbentuk cakram kecil dengan diameter 1 sampai 4 μ m. Trombosit dibentuk di sumsum tulang dan *megakariosit*, yaitu sel yang sangat besar dalam susunan hematopoietik dalam sumsum; megakariosit pecah menjadi trombosit kecil, baik di sumsum tulang atau segera setelah memasuki darah. Trombosit berperan dalam penutupan luka pembuluh darah, pembekuan darah pada pembuluh darah yang ruptur. Pada cedera jaringan yang hebat, pembekuan dapat terjadi dalam 15 detik. Jalur intrinsik prosesnya jauh lebih lambat, biasanya memerlukan waktu 1 sampai 6 menit untuk menghasilkan pembekuan.

Tabel 1. Faktor Pembekuan dalam darah dan sinonimnya

Faktor pembekuan	Sinonim
Fibrinogen	Faktor I
Protrombin	Faktor II
Tissue faktor	Faktor III; tromboplastin jaringan
Kalsium	Faktor IV
Faktor V	Proaccelerin; faktor labil; Ac-globulin (Ac-G)
Faktor VII	Akselerator konversi protrombin serum (SPCA); prokonvertin; faktor stabil
Faktor VIII	Faktor antihemofilik (AHF); Globulin antihemofilik (AHG); Faktor A antihemofilik
Faktor IX	Komponen tromboplastin plasma (PTC); faktor Christmas; faktor B antihemofilik
Faktor X	faktor Stuart; faktor Stuart-Prower
Faktor XI	Anteseden tromboplastin plasma (PTA); antihemofilik faktor C
Faktor XII	Faktor Hageman
Faktor XIII	Faktor stabilisasi-fibrin

Sumber : (Hall, 2011)

Mekanisme Pembekuan darah terjadi melalui tiga tahap utama. (1) Sebagai respons terhadap rupturnya pembuluh darah atau kerusakan darah itu sendiri, rangkaian reaksi kimiawi yang kompleks terjadi dalam darah yang melibatkan lebih dari selusin faktor pembekuan darah. Hasil akhirnya adalah terbentuknya suatu kompleks substansi teraktivasi yang secara kolektif disebut *aktivator protrombin*. (2) Aktivator protrombin mengatalisis perubahan protrombin menjadi trombin. (3) Trombin bekerja sebagai enzim untuk *mengubah fibrinogen* menjadi *benang fibrin* yang merangkai trombosit, sel darah, dan plasma untuk membentuk bekuan (Hall, 2011).

DAFTAR PUSTAKA

- Asmarinah., Arozal, W., Sukmawati, D., Syaidah, R., & Prijanti, A. R. (2023). *Darah : Kelainan dan Transfusi* (Asmarinah (ed.); Depok). UI Publishing.
<https://pubhtml5.com/hxkk/gioq/basic/>
- Hall, J. E. (2011). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology* (Twelfth). Elsevier Inc.
http://103.44.149.34/elib/assets/buku/Terjemahan_Guyton_and_Hall_Textbook.pdf
- Mescher, A. L. (2011). *Histologi dasar Junqueira : Teks & atlas*.
<https://biologikedokteranfktrisakti.files.wordpress.com/2020/04/histologi-dasar-junqueira-teks-atlas-edisi-12.pdf>

BIODATA PENULIS



Ns. Armina, M.Kep., Sp.Kep.An. Penulis saat ini bekerja sebagai dosen Departemen Keperawatan Anak di STIKES Baiturrahim Jambi, Prodi Sarjana Ilmu Keperawatan dan Profesi Ners sejak 2012 sampai dengan sekarang. Penulis lulusan pendidikan Ners PSIK Universitas Andalas Padang dan Spesialis Keperawatan Anak di Universitas Indonesia. Keterlibatan penulis dalam menulis buku dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif bagi pembaca.

Email: arminanurwa86@gmail.com

BAB 11

Sistem Respirasi

Johana Tuegeh, S.Pd.S.SiT,M.Kes

A. Pendahuluan

Pengertian pernafasan atau respirasi adalah suatu proses mulai dari pengambilan oksigen, pengeluaran karbohidrat hingga penggunaan energi di dalam tubuh. Manusia dalam bernapas menghirup oksigen dalam udara bebas dan membuang karbon dioksida ke lingkungan.

Manusia memerlukan oksigen untuk mempertahankan kelangsung hidup. Setiap sel tubuh memerlukan oksigen untuk melakukan metabolisme dan menghasilkan energi serta membuang karbondioksida sebagai hasil sampingan. Oksigen dan karbondioksida pada sel tubuh diangkut dari dan ke kapiler paru oleh darah melalui kerja jantung dan pembuluh darah. Oksigen yang digunakan oleh tubuh berasal dari udara atmosfer serta karbondioksida yang berasal dari tubuh dibuang ke atmosfer diangkut oleh sistem respirasi.

B. Anatomi Sistem Respirasi

Organ sistem pernafasan meliputi hidung, faring, laring, trakea, bronkus, dan cabang-cabangnya yang lebih kecil, serta paru-paru yang didalamnya terdapat alveoli.

1. Hidung

Hidung adalah satu-satunya bagian sistem pernafasan yang terlihat secara eksternal. Hidung (nasal) merupakan organ yang berfungsi sebagai alat pernafasan (respirasi) dan indra penciuman (pembau). Bentuk dan

struktur hidung menyerupai piramid atau kerucut dengan alasnya pada prosesus palatinus osis maksilaris dan pars horizontal osis palatum. Dalam keadaan normal, udara masuk dalam sistem pernafasan, melalui rongga hidung. Vestibulum rongga hidung berisi serabut-serabut halus. Epitel vestibulum berisi rambut-rambut halus yang mencegah masuknya benda-benda asing yang mengganggu proses pernafasan. Struktur Hidung

2. Struktur hidung

Tulang rawan epitelium dan lamina propia keduanya saling berkaitan, dianggap sebagai bagian fungsional mukosa terbanyak yang berasal dari rongga hidung. Lamina propia mengandung banyak arteri, vena dan kapiler yang membawa nutrisi dan air yang dikeluarkan oleh sel.

Rangka hidung dibentuk oleh:

- a. Bagian atas oleh laminan kribosa osis etmoidalis dan pars nasalis ossis frontalis
- b. Dinding lateral oleh tulang keras dan tulang rawan
- c. Sekat hidung (septum nasi) oleh tulang karang dan tulang rawan

Disamping itu terdapat celah (vakum nasi):

- a. Prosesus spenoetmoidalis terletak antara konka suprema dan konka superior
- b. Meatus nasi superior antara konka superior dan konka media
- c. Meatus nasi media antara konka media dan konka inferior

Pintu depan kavum nasi dibentuk oleh tepi bawah os.maksilaris dan insisura ossism maksilaris. Sekeliling dinding sebelah dalam terdapat ruang-ruang udara didalam tulang-kepala yang disebut sinus paranlis, terdiri dari:

- a. Sinus sfenoidalis, terletak dibagian belakang kranial hidung didalam kopus sfenoidalis, bermuara kerongga hidung bagian belakang
- b. Sinus edmoidalis, terdapat dalam pars labirinitus ossis etmoidalis
- c. Sinus frontalis, terletak pada infundibulum meatus nasi media
- d. Sinus maksilaris terdapat pada dinding lateral korpus maksilaris bermuara dihiatus maksilaris kerongga hidung hiatus semilumaris media.

Bagian-bagian dari hidung:

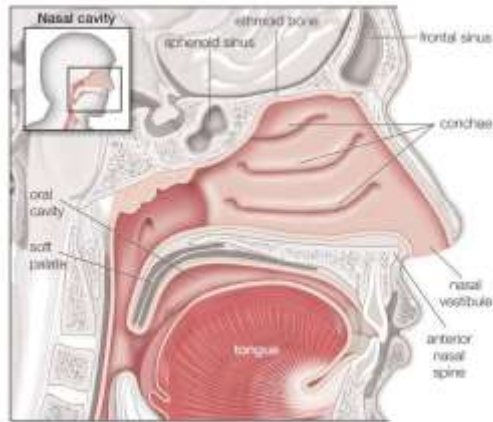
- a. Batang hidung: dinding depan hidung yang dibentuk oleh ossa nasalis
- b. hidung: bagian bawah dinding lateral hidung yang dibentuk oleh tulang rawan
- c. Septum nasi: dinding yang membatasi dua rongga hidung
- d. Dinding lateral rongga hidung (kavum nasi)

Pada dinding hidung terdapat alat-alat kecil yang berfungsi untuk menggerakakan hidung dan menghirup udara, meliputi:

- a. Muskulus Piramidalis nasi : otot berbentuk piramida pada hidung
 - b. Muskulus Levator labii superior alaguenasi : otot bibir yang menggerakakan hidung
 - c. Muskulus Ditator nares posterior : otot memanjang bagian balakang hidung
 - d. Muskulus Ditator nares anterior : otot memanjang bagian hidung
 - e. Muskulus Kompresor nasi
 - f. Muskulus Kompresor natrium minor
 - g. Depressor alaris nasi
3. Fungsi Hidung :
- a. Sebagai alat pernapasan, hidung akan menghirup oksigen yang akan masuk ke dalam tubuh melalui

organ dalam lainnya hingga ke paru-paru. Selain itu, hidung juga berfungsi sebagai jalur keluarnya karbon dioksida,

- b. hidung sebagai tempat masuknya udara juga tentunya memiliki tempat untuk menyaring, menghangatkan, serta melembabkan udara yang akan diterima oleh tubuh.
- c. hidung juga berperan sebagai fungsi utama dalam penciuman tubuh. Dalam proses penciuman ini, hidung akan terkoneksi dengan otak melalui saraf kranial dan akan menimbulkan serta menciptakan ingatan terhadap penciuman sesuatu
- d. hidung sebagai indera pengecap dan organ pernapasan memiliki hubungan dalam mempengaruhi rasa yang dirasakan oleh lidah si indera perasa. Peran penciuman disini adalah sebagai penyempurna dari rasa yang berhubungan dengan bau.
- e. Sebagai indera penciuman, tentu memiliki banyak fungsi dari penciuman itu sendiri. Salah satunya adalah akan secara tidak langsung mengingat akan sesuatu ketika mencium sebuah aroma atau bau
- f. Sebagai organ utama yang mengatur keluar masuknya udara yang dibutuhkan dalam sistem pernapasan, hidung tentunya memiliki fungsi sebagai penyaring udara. Fungsi ini bisa dikatakan sangat penting bagi keberlangsungan kesehatan dari udara yang masuk melalui hidung. Hidung memiliki beberapa bagian seperti rambut halus yang dapat menyaring udara yang masuk beserta dengan kotoran.



Gambar 1. Anatomi Hidung

4. Faring

Faring atau faring adalah saluran otot yang tegak lurus dengan pangkal tengkorak (dasar kranium) dan vertebra servikalis keenam. Faring adalah persimpangan antara saluran pernapasan dan saluran makanan, terletak di bawah dasar tengkorak, di depan tulang belakang leher, di belakang rongga hidung dan di belakang rongga mulut, dan terhubung ke atas ke rongga hidung, melalui lubang yang disebut choana, dan maju ke rongga mulut. sambungan disebut prosthesis tanah genting dan memiliki dua lubang ke bawah., di depan tenggorokan dan di belakang lubang esofagus. Ada jaringan ikat di bawah mukosa dan, di beberapa tempat, folikel limfatik.

Faring dibagi menjadi tiga bagian, yaitu

- a. Nasofaring, yang terletak di bawah dasar tengkorak dan di atas dan di belakang langit-langit lunak. Pada bagian ini terdapat dua struktur penting yaitu adanya saluran yang menghubungkan tuba eustachius dan tuba auditorius. Tabung Eustachius mengarah ke nasofaring dan digunakan untuk menyamakan tekanan udara di kedua sisi gendang telinga. Saluran pendengaran yang menghubungkan nasofaring dengan telinga tengah.

- b. Orofaring adalah bagian tengah faring antara langit langit lunak dan tulang hyoid. Pada bagian ini, saluran pernapasan dan saluran pencernaan berpotongan, dan orofaring adalah bagian dari kedua bagian tersebut. Orofaring terletak di bagian belakang mulut dan bagian belakang lidah. Pangkal lidah, muncul dari dinding depan orofaring, bagian orofaring yang berfungsi pada sistem pernapasan dan pencernaan. Refleks menelan berasal dari orofaring, menyebabkan dua perubahan yang menyebabkan makanan terdorong ke dalam saluran pencernaan (kerongkongan) dan merangsang katup untuk menutup laring untuk mencegah makanan masuk ke saluran napas.
- c. Laringofaring terletak di belakang laring. Laringofaring adalah posisi terendah dari faring. Di dasar tenggorokan, sistem pernapasan dipisahkan dari sistem pencernaan. Udara memasuki laring dari depan, dan makanan masuk ke kerongkongan dari belakang melalui epiglottis fleksibel.



Gambar 2. Anatomi Faring

5. Laring

Laring adalah pangkal laring, seperti saluran udara, terletak di depan faring setinggi tulang belakang leher dan

masuk di bawah trakea, memiliki fungsi vokalisasi. Bagian ini dapat ditutup oleh epiglotis, yang terdiri dari tulang rawan yang menutupi laring saat kita menelan makanan. Laring terdiri dari 5 buah tulang rawan, antara lain

- a. tulang rawan tiroid (1 buah) di depan jakun dan terlihat sangat jelas pada laki-laki;
- b. tulang rawan arytenoid (2 buah) berbentuk gelas kimia;
- c. tulang rawan krikoid (1 sepotong) dalam sebuah cincin
- d. tulang rawan epiglotis (1 buah). Laring dilapisi oleh mukosa, kecuali pita suara dan epiglotis, yang dilapisi oleh epitel berlapis .

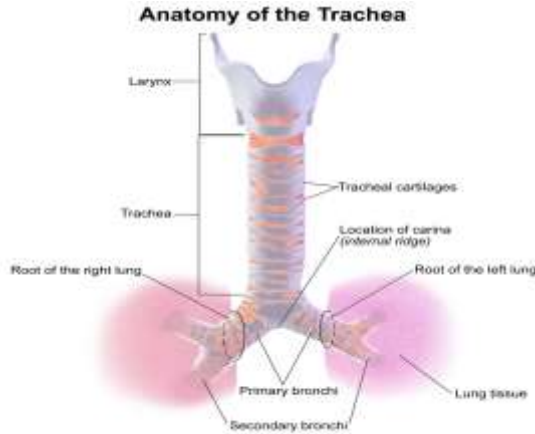


Gambar 3. Anatomi Laring

6. Trakea

Trakea merupakan kelanjutan dari tabung laringotrakeal dan terdiri dari 16-20 cincin tulang rawan. Trakea panjangnya 9-11 cm dan terdiri dari jaringan ikat yang ditutupi oleh otot polos di belakangnya. Dinding trakea terdiri dari sel epitel bersilia yang memproduksi mukus. Lendir ini digunakan untuk menyaring lebih lanjut udara yang masuk, menjebak partikel debu, serbuk sari dan polutan lainnya. Sel-sel silia yang berdenyut menggerakkan lendir ke atas faring, di mana ia dapat ditelan atau dikeluarkan melalui mulut. Tujuannya adalah untuk membersihkan jalan napas. Trakea terletak

di depan tuba esofagus dan berakhir dengan cabang-cabang yang menuju ke paru-paru, membagi trakea menjadi bronkus kiri dan kanan, yang disebut carina.



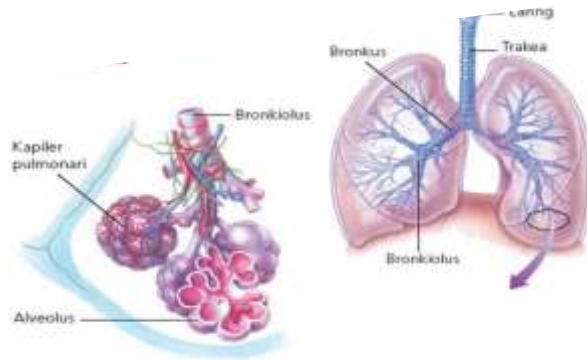
Gambar 4. Anatomi Trakea

7. Bronkus

Bronkus adalah cabang dari trakea kiri dan kanan. Situs percabangan ini disebut carina. Bronkus dibagi menjadi bronkus kiri dan kanan, bronkus lobus kanan terdiri dari 3 lobus dan bronkus lobus kiri terdiri dari 2 lobus. Bronkus lobus kanan dibagi menjadi 10 segmen bronkus dan bronkus lobus kiri dibagi menjadi 9 segmen bronkus. Segmen bronkus ini kemudian dibagi menjadi bronkus sub-segmental, yang dikelilingi oleh jaringan ikat yang mengandung arteri, limfatik, dan saraf. Organ-organ cabang bronkus, yaitu

- a. Bronkiolus, yang merupakan cabang-cabang dari bronkus segmental. Bronkiolus mengandung kelenjar submukosa yang menghasilkan lendir yang membentuk selimut yang tidak terputus untuk melapisi bagian dalam saluran udara.
- b. Bronkiolus terminal adalah cabang dari bronkiolus. Bronkiolus terminal memiliki kelenjar lendir dan silia.

- c. Bronkiolus respiratorius adalah cabang dari bronkiolus terminal. Bronkiolus pernapasan dianggap sebagai saluran transisi, termasuk saluran udara konduksi dan saluran udara pertukaran gas.
- d. Duktus alveolaris dan sakus alveolaris. Bronkiolus respiratorius kemudian masuk ke duktus alveolus dan sakus alveolus, yang kemudian menjadi alveolus.

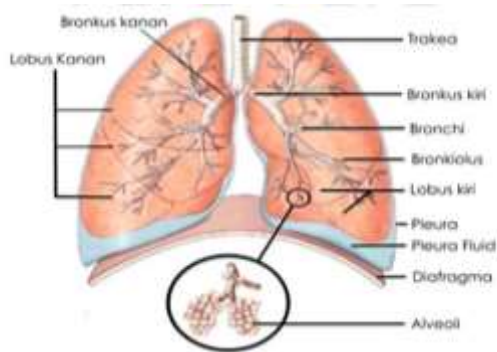


Gambar 5. Anatomi Bronkus

8. Paru-Paru

Letak paru-paru di dalam rongga dada, menghadap ke tengah rongga dada atau mediastinum. Kelopak dengan paru-paru atau hilus di tengah. Jantung terletak di mediastinum anterior. Paru-paru ditutupi oleh selaput yang disebut pleura.

Ada 2 jenis pleura, yaitu pleura visceral (selaput penutup) yang langsung menutupi paru-paru, dan pleura parietal, yaitu membran yang melapisi rongga dada bagian luar. Normalnya, rongga pleura adalah vakum sehingga paru-paru dapat mengembang dan mengempis, dan juga terdapat sejumlah kecil cairan (eksudat) yang membantu melumasi permukaan pleura dan menghindari gesekan antara paru-paru dan pleura. Dinding dada selama gerakan pernapasan.



Gambar 6. Anatomi Paru – Paru

C. Fisiologi Sistem Respirasi

Fungsi utama sistem respirasi adalah menyediakan oksigen untuk kebutuhan sel dan membuang karbondioksida yang dihasilkan oleh sel tubuh. Fungsi tersebut bisa dijalankan melalui beberapa proses. Proses tersebut meliputi ventilasi, difusi oksigen dan karbondioksida, perfusi, transport gas, serta kontrol respirasi.

1. Ventilasi Paru

Ventilasi atau bernafas merupakan proses perpindahan udara antara paru dan atmosfer. Bernafas terdiri dari proses inspirasi atau menarik nafas dan ekspirasi atau menghembuskan nafas. Terjadinya ventilasi merupakan akibat adanya pengembangan dan pengempisan paru. Paru dapat mengalami pengembangan atau pengempisan akibat adanya kontraksi diafragma sehingga akan mendatar atau melengkung ke atas. Kontraksi diafragma menyebabkan rongga dada bertambah ukurannya dalam arah superoinferior. Adanya elevasi dan depresi tulang-tulang iga akibat kontraksi dan relaksasi musculus intercostalis eksternus dapat meningkatkan atau menurunkan ukuran rongga dada dalam dimensi anteroposterior.

Selama respirasi tenang (quiet breathing), maka proses inspirasi dan ekspirasi melalui mekanisme berikut.

Inspirasi dimulai dengan adanya impuls dari pusat pernafasan di batang otak menjalar menuju diafragma dan musculus intercostalis externus. Sesampainya impuls ini di otot-otot tersebut maka diafragma akan mendatar dan tulang-tulang iga terangkat yang menyebabkan diameter superoinferior dan anteroposterior akan bertambah. Hal ini menyebabkan paru mengalami ekspansi. Sesuai dengan Hukum Boyle maka peningkatan volume paru menyebabkan tekanan udara di dalamnya akan menurun. Tekanan udara di atmosfer relatif lebih positif dibandingkan dengan di dalam paru, akibatnya terjadilah proses inspirasi (udara masuk). Kemudian begitu impuls itu dihentikan oleh pusat pernafasan maka proses ekspirasi akan dimulai.

Diafragma dan musculus intercostalis externus akan mengalami relaksasi serta adanya sifat recoil jaringan paru, dinding torak, dan struktur abdomen akan membantu pengempisan atau kompresi paru. Hal ini berakibat pada meningkatnya tekanan udara di dalam paru relatif terhadap udara atmosfer sehingga terjadi proses ekspirasi (udara ke luar). Dengan demikian, inspirasi tenang merupakan proses yang berlangsung secara aktif sedangkan ekspirasi tenang merupakan proses pasif.

Pada respirasi paksa (Force Breathing) peristiwa quiet breathing tetap terjadi yang melibatkan diafragma dan musculus intercostalis externus dengan tambahan adanya keterlibatan otot-otot respirasi lainnya. Pada force breathing, baik force inspiration maupun force expiration keduanya merupakan proses aktif. Pada inspirasi paksa, untuk membantu ekspansi paru perlu keterlibatan otot scalenus, sternocleidomastoideus dan serratus anterior. Sedangkan pada ekspirasi paksa, untuk membantu kompresi paru perlu keterlibatan otot-otot dinding abdomen.

Secara anatomis, paru dibungkus oleh selaput pleura. Pleura parietalis membungkus paru di sebelah luar dan di sebelah dalam dibungkus oleh pleura visceralis. Di antara kedua pleura merupakan kavum pleura (pleural cavity) yang mengandung hanya sedikit cairan yang berfungsi sebagai pelumasan. Tekanan intrapleura pada keadaan normal dibuat sedikit negatif. Pada awal inspirasi besarnya tekanan intrapleura adalah $-5 \text{ cm H}_2\text{O}$. Tekanan yang sedikit negatif ini mempunyai arti penting. Secara fisiologis, tekanan negatif ini bertujuan untuk mempertahankan paru tetap terbuka pada resting level. Pada saat inspirasi, tekanan ini menjadi bertambah negatif sebesar $-7,5 \text{ cm H}_2\text{O}$.

Perubahan tekanan sebesar ini menimbulkan perubahan volume paru sebesar 500 ml yang kita kenal sebagai volume tidal. Pada saat yang sama juga terjadi perubahan tekanan alveolar ketika inspirasi dan ekspirasi. Untuk terjadinya perubahan volume tidal sebesar 500 ml hanya diperlukan perubahan tekanan alveolar hanya sebesar $\pm 1 \text{ cm H}_2\text{O}$. Pada quiet inspiration, tekanan alveolar menurun menjadi $-1 \text{ cm H}_2\text{O}$ yang mampu untuk menarik 500 ml udara yang berlangsung selama kurang lebih dua detik. Selama quiet expiration, terjadi perubahan tekanan sebaliknya. Tekanan alveolar meningkat sebesar $+1 \text{ cm H}_2\text{O}$ yang mampu mengeluarkan udara sebesar 500 ml selama kurang lebih 3 detik.

Tekanan intrapleura yang selalu negatif juga mempunyai konsekuensi klinis. Hal ini bisa dilihat pada terjadinya luka dinding dada yang menembus sampai kavum pleura. Kondisi ini menyebabkan adanya hubungan antara atmosfer dan kavum pleura. Tekanan di dalam kavum pleura yang lebih negatif dibandingkan dengan atmosfer menyebabkan udara masuk ke dalam kavum pleura. Adanya udara di dalam kavum pleura dikenal dengan pneumothorax.

Ventilasi harus tetap berlangsung setiap saat oleh karena peranan sistem respirasi dalam menjaga homeostasis oksigen dan karbondioksida dalam darah. Ventilasi akan dilanjutkan dengan proses difusi gas. Difusi gas yang terjadi di membran respirasi terjadi secara simultan. Secara fungsional dan struktur unit sistem respirasi yang terkecil adalah alveolus.

ventilasi kita mengenal istilah ventilasi paru dan ventilasi alveolar. Ventilasi paru merupakan jumlah udara yang diinspirasikan dan diekspirasikan oleh sistem respirasi dalam satu menit. Peristiwa ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$V = V_t \times F$$

Dimana V =Ventilasi Paru atau Ventilasi,

V_t =Volume tidal

F =Frekuensi pernafasan dalam satu menit.

Bila Volume tidal (V_t)=500 ml,

Frekuensi (F)=12 x/mnt

maka Ventilasi (V)=500x12=6000 ml/mnt.

Bila jumlah udara sekali bernafas secara paksa atau apa yang disebut sebagai kapasitas vital paksa (FVC) adalah 5000 ml dan frekuensi pernafasan 12 kali per menit maka ventilasi akan menjadi 60000 ml. Berdasarkan rumus tersebut dapat dimengerti bahwa ventilasi dipengaruhi oleh volume tidal dan atau frekuensi pernafasan.

Tidak semua udara yang diinspirasikan akan mengalami difusi gas. Hal ini berkaitan dengan adanya dead space atau ruang rugi. Ada dua ruang rugi, yaitu ruang rugi anatomis dan ruang rugi alveolar. Kedua ruang rugi tersebut dalam fisiologi dikenal dengan sebutan physiological dead space. Dalam keadaan normal ruang rugi alveolar dapat diabaikan. Besarnya ruang rugi anatomis (V_D) kurang lebih 150 ml. Berdasarkan hal ini maka ada istilah yang dikenal sebagai Ventilasi Alveolar (V_A) yang dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$VA = (VT - VD) \times F$$

Ventilasi alveolar sangat dipengaruhi oleh volume sekali bernafas setelah dikurangi dead space dan atau frekuensi pernafasan. Dari rumus ini dapat diketahui pula bahwa untuk meningkatkan ventilasi alveolar akan jauh lebih efisien dengan meningkatkan ventilasi dari pada frekuensi pernafasan. Alveoli memiliki ukuran yang kecil, tetapi di dalamnya terdapat berbagai jenis sel.

Sel tipe 1 yang berbentuk pipih dan tipis merupakan sel utama yang membentuk alveoli. Bentuknya yang pipih dan tipis mempunyai arti penting untuk mempermudah difusi gas. Sel lain yang tak kalah penting peranannya adalah sel epitel tipe 2 yang mampu menghasilkan zat yang disebut surfaktan. Surfaktan mengisi daerah alveoli sekitar 10 persen dan merupakan bahan aktif dalam air. Peranan utama surfaktan adalah menurunkan tegangan permukaan alveoli sehingga alveoli tidak cenderung kolaps. Surfaktan diproduksi oleh sel epitel tipe dua sampai kehamilan berusia 6- 7 bulan. Kelahiran bayi prematur di mana surfaktan belum cukup dihasilkan akan meningkatkan risiko kolapsnya alveoli. Keadaan ini sering disebut sebagai respiratory distress syndrome pada bayi baru lahir. Sel lain yang juga besar peranannya terutama di dalam pertahanan paru terhadap benda asing adalah makrofag (Pulmonary Macrophage=PuM)

2. Pengukuran Volume dan Kapasitas Paru

Untuk mengukur keluar masuknya udara atau ventilasi dapat dilakukan dengan pemeriksaan spirometri. Spirometri merupakan pemeriksaan diagnostik untuk mengukur fungsi paru, yaitu fungsi ventilasi. Hasil pemeriksaan spirometri dapat berupa volume dan kapasitas paru. Gabungan dua atau lebih volume paru sering diistilahkan sebagai kapasitas paru.

Istilah volume dan kapasitas paru Sebagai berikut :

- a. Tidal Volume adalah sejumlah volume udara yang diinspirasi atau diekspirasikan satu kali bernafas. Pada orang dewasa laki-laki besarnya volume tidal berkisar 500 ml.
- b. Inspiratory Reserve Volume adalah sejumlah volume udara tambahan yang masih bisa diinspirasi dengan maksimal setelah quiet inspiration. Pada orang dewasa laki-laki besarnya volume ini adalah 3000 ml
- c. Expiratory Reserve Volume adalah sejumlah volume udara tambahan yang masih bisa dikeluarkan/dihembuskan secara maksimal setelah quiet expiration. Pada orang dewasa laki-laki besarnya volume ini adalah 1100 ml.
- d. Residual Volume adalah sejumlah volume udara yang masih ada di dalam paru setelah diekspirasikan secara maksimal. Pada orang dewasa laki-laki besarnya volume ini adalah 1200 ml.
- e. Inspiratory capacity adalah gabungan tidal volume dan inspiratory reserve volume. Besarnya inspiratory capacity adalah 3500 ml. Untuk dapat mencapai Inspiratory capacity bisa dilakukan dengan maximal inspiration setelah quiet expiration.
- f. Functional Residual Capacity merupakan gabungan Expiratory Reserve Volume dan residual volume. Functional Residual Capacity merupakan sejumlah udara yang masih ada di dalam paru pada akhir ekspirasi biasa. Besarnya sekitar 2300 ml.
- g. Vital Capacity atau Kapasitas Vital merupakan jumlah udara yang merupakan gabungan dari tidal volume, inspiratory reserve volume, dan Expiratory Reserve Volume. Vital capacity merupakan sejumlah udara yang mampu diekspirasikan secara maksimal setelah quiet inspiration. Besarnya kapasitas vital sekitar 4600 ml.

- h. Total Lung Capacity merupakan gabungan vital capacity dan residual volume. Total Lung Capacity merupakan jumlah udara yang mampu ditampung secara maksimal oleh paru. Besarnya Total Lung Capacity sekitar 5800 ml. Besarnya nilai tersebut sangat tergantung kepada umur seseorang, jenis kelamin, tinggi badan, berat badan, dan etnis. Nilai pada perempuan biasanya 20-25% lebih rendah dibandingkan dengan nilai pada laki-laki.

3. Sirkulasi Pulmonal

Paru-paru menerima darah dari arteri pulmonalis yang sebelumnya berasal dari ventrikel kanan. Darah ini akan didistribusikan seluruh bagian paru melalui kapiler paru untuk selanjutnya mengalami oksigenasi.

Darah yang sudah teroksigenasi akan dikembalikan ke atrium kiri melalui vena pulmonalis. Sirkulasi tersebut dikenal sebagai sirkulasi pulmonal.

Sirkulasi pulmonal merupakan sirkulasi dengan aliran tinggi, tahanan rendah, dan memiliki tekanan rendah. Sistem peredaran darah kecil, atau pulmonal, adalah sirkulasi yang berguna untuk menggerakkan darah antara jantung dan paru-paru

Sistem sirkulasi pulmonal dimulai ketika darah yang terdeoksigenasi yang berasal dari seluruh tubuh, yang dialirkan melalui vena cava superior dan vena cava inferior kemudian ke atrium kanan dan selanjutnya ke ventrikel kanan, meninggalkan jantung kanan melalui arteri pulmonalis menuju paru-paru (kanan dan kiri). Di dalam paru, darah mengalir ke kapiler paru dimana terjadi pertukaran zat dan cairan, sehingga menghasilkan darah yang teroksigenasi. Oksigen diambil dari udara pernapasan. Darah yang teroksigenasi ini kemudian dialirkan melalui vena pulmonalis (kanan dan kiri), menuju ke atrium kiri dan selanjutnya memasuki ventrikel kiri melalui katup mitral (bikuspidalis). Darah dari ventrikel

kiri kemudian masuk ke aorta untuk dialirkan ke seluruh tubuh (dan dimulai lagi sirkulasi).

Sirkulasi pulmoner merupakan aliran darah dari jantung ke paru, kemudian Kembali lagi ke jantung. Dibandingkan dengan sirkulasi sistemik, sirkulasi darah paru memiliki sifat berbeda, hal ini disebabkan karena adanya perbedaan anatomis, histologi, dan fungsi dari kedua sirkulasi. Sirkulasi pulmoner dimulai dari katup pulmonal pada ventrikel kanan dan mengalir hingga akhirnya masuk kembali ke pembuluh darah paru di dinding atrium kiri jantung. Arteri pulmonalis memperdarahi seluruh kapiler pada dinding alveoli dan membentuk permukaan paru yang luasnya dua pertiga luas lapangan tenis atau sekitar 70meter persegi. Arteri pulmonal memiliki dinding yang lebih tipis dibandingkan arteri sistemik. Struktur penampang yang terlibat dalam difusi oksigen dan karbon dioksida memiliki ketebalan 1/10 dari jarak penampang difusi dalam jaringan perifer. Regulasi aliran darah pulmonalis dipengaruhi oleh volume paru, heterogenitas dan resistensi vaskular. Resistensi vascular pulmoner dapat dipengaruhi secara pasif seperti gravitasi, posisi tubuh, dan volume paru maupun secara aktif melalui pengaturan tonus otot polos pembuluh darah.

4. Difusi Oksigen Dan Karbondioksida

Anyaman kapiler yang mengelilingi kapiler paru adalah menjamin bahwa pertukaran gas atau difusi gas berlangsung mencukupi kebutuhan tubuh akan oksigen dan membuang karbondioksida secara cepat. Difusi gas menyebabkan tercapainya keseimbangan tekanan parsial antara dua kompartemen. Difusi gas yang terjadi melewati membran respirasi terjadi sangat cepat sehingga memungkinkan keseimbangan tercapai dalam waktu 0,25 detik.

Di dalam tubuh, pengertian respirasi merujuk pada dua hal, yaitu respirasi internal dan respirasi eksternal.

Respirasi internal merupakan proses difusi oksigen dari kapiler jaringan ke sel jaringan dan karbondioksida dari sel jaringan ke kapiler jaringan. Sebaliknya, respirasi eksternal merupakan proses difusi oksigen dari alveolus ke kapiler pulmonal dan karbondioksida dari kapiler pulmonal ke alveolus.

Udara respirasi terdiri dari campuran beberapa gas. Gas-gas utama yang terdapat di udara respirasi terdiri dari oksigen, karbondioksida, dan nitrogen. Kecepatan difusi masing-masing gas tersebut berbanding lurus dengan perbedaan tekanan parsial masing-masing gas antar dua sisi.

Perpindahan gas melalui membran respirasi terjadi melalui difusi sederhana. Kecepatan difusi gas melalui membrane respirasi dipengaruhi oleh tiga faktor. Faktor-faktor yang berpengaruh pada difusi gas adalah

- a. perbedaan tekanan parsial gas antara kedua membran,
- b. koefisien difusi gas,
- c. luas permukaan membran respirasi

Jumlah oksigen yang mampu diangkut tergantung pada jumlah aliran udara menuju paru-paru. Hal ini tergantung pada jumlah ventilasi dan aliran darah (perfusi). Di dalam sistem respirasi, hal ini disebut sebagai ventilation perfusion ratio (v/q). Idealnya, besarnya ventilasi seimbang dengan perfusi. Ventilation perfusion ratio tidak bersifat statik. Ventilation perfusion ratio pada setiap daerah paru berbeda beda. Ventilation perfusion ratio juga dipengaruhi oleh posisi tubuh. Pada posisi berdiri di bagian apeks paru akan terjadi shunt sehingga terdapat adanya wasted air atau sering dikenal sebagai physiological dead space. Di sisi lain, pada bagian basal paru terdapat adanya wasted blood. Wasted blood mengacu pada darah vena yang berasal dari seluruh tubuh melalui sirkulasi pulmonal tidak teroksigenasi. Adanya wasted air dan wasted blood menyebabkan v/q tidak sama.

5. Transportasi Gas

Oksigen diperlukan oleh sel-sel tubuh manusia serta karbondioksida merupakan hasil sampingan yang harus dibuang ke atmosfer. Untuk menjalankan fungsi tersebut, maka oksigen dan karbondioksida harus mengalami transportasi.

Transportasi merupakan pengangkutan gas dari kapiler paru ke jaringan dan sebaliknya. Transportasi oksigen dan karbondioksida melibatkan sistem kardiovaskuler. Transportasi oksigen dilakukan dalam dua bentuk, yaitu dalam bentuk terlarut dan terikat dengan hemoglobin. Transportasi oksigen dalam bentuk terlarut dalam plasma darah hanya sebesar 3%. Sebagian besar (97%), transportasi oksigen dalam bentuk terikat dengan hemoglobin. Adanya hemoglobin dalam sel darah merah menyebabkan kemampuan transportasi oksigen menjadi 30-100 kali lebih besar dari pada transportasi hanya dalam bentuk terlarut dalam plasma darah. Untuk menjalankan fungsi tubuh, setiap sel hamper seluruhnya bergantung kepada ikatan oksigen dengan hemoglobin. Hal ini menyebabkan kadar hemoglobin darah merupakan hal yang sangat penting sebagai indikator kesehatan.

Perpindahan gas dari satu bagian tubuh ke bagian yang lain terjadi melalui difusi. Difusi gas terjadi berdasarkan perbedaan tekanan parsial. Difusi gas akan berlangsung dari tekanan parsial tinggi ke tekanan parsial yang lebih rendah.

Ikatan oksigen dengan hemoglobin atau lebih dikenal sebagai oksi-hemoglobin bersifat reversibel. Pada saat oksigen berdifusi ke kapiler paru, maka PO_2 menjadi tinggi. Hal ini menyebabkan oksigen akan terikat dengan hemoglobin. Oksigenasi darah di paru-paru dengan menggantikan karbondioksida dari hemoglobin sehingga meningkatkan penghilangan karbondioksida. Sebaliknya, darah yang mengandung oksigen memiliki afinitas yang

berkurang untuk karbon dioksida. Sebaliknya, ketika PO_2 rendah di jaringan maka oksigen akan dilepaskan oleh hemoglobin untuk berdifusi ke jaringan.

Jumlah oksigen yang mampu berikatan dengan hemoglobin disebut kapasitas oksigen.

6. Pengaturan Respirasi

Sistem saraf mengatur ventilasi paru sesuai dengan kebutuhan tubuh agar tercapai keadaan homeostasis. Irama pernafasan akan ditentukan sebagai respon terhadap input dari reseptor sensoris dan bagian lain otak. Pada saat kita beristirahat tubuh akan melakukan pernafasan tenang (*quiet breathing*). Sebaliknya, pada saat latihan berat maka ventilasi akan meningkat secara bermakna sesuai dengan kebutuhan tubuh akan oksigen dan keperluan membuang karbondioksida bahkan akan terjadi pernafasan paksa (*force breathing*). Dengan pengaturan yang sedemikian, maka tubuh akan selalu berada dalam kondisi homeostasis. Pengaturan pernafasan melibatkan reseptor, pengatur sentral, dan efektor.

Pengatur sentral melibatkan pusat pengatur pernafasan di batang otak (*medulla oblongata*), korteks serebri, dan bagian lain dari otak. Efektor mencakup otot-otot pernafasan yang terlibat dalam pernafasan baik pernafasan tenang maupun pernafasan paksa.

DAFTAR PUSTAKA

- Belleza,M,RN, 2023, Anatomi dan Fisiologi Sistem Pernapasan,
https://nurseslabs.com/respiratory-sistem/#google_vignette
- Dwisang,E,L(2013), Anatom & Fisiologi untuk perawat dan paramedic, Binarupa Aksara,
- Handayani, S, (2021), Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia, Media Sains Indonesia, Bandung - Jawa Barat
- Hutagaol R,dkk (2022, Buku Ajar Anatomi Fisiologi, Zahir Publishing, Yogyakarta, https://repository.um-surabaya.ac.id/8316/2/007.%20HKI_file%20Buku%20Ajar%20Anatomi%20Fisiologi.pdf
- Guyton, A.C. and Hall, J.E. 2016. Textbook of Medical Physiology. 13rd edition. Elsevier inc. Philadelphia.
- Majumder, N. (2015). Physiology of Respiration. IOSR Journal of Sports and Physical Education, 2(3), pp.16-17
- Muliarta.M.I. (2019), Fisiologi Sistem Respirasi, Swasta Nulus, Bali
- Kirnantoro, Maryana (2022), Anatomi Fisiologi, Pustaka Baru Press, Yogyakarta
- <https://www.halodoc.com/artikel/mengenal-sistem-peredaran-darah-besar-dan-kecil>
- <https://ojs.fdk.ac.id/index.php/humancare/article/view/1393>)
- <https://pulmonologi.fk.uns.ac.id/wp-content/uploads/2016/10/abstrak-edit-PERAN-PERFUSI-PARU.pdf>
- <https://www.gramedia.com/literasi/fungsi-hidung-dan-bagian-bagiannya/>
- <https://louis.pressbooks.pub/medicalterminology/chapter/respiratory-anatomy-physiology/>

BIODATA PENULIS



Johana Tuegeh,SPd,SSiT,MKes. Lahir di Lembean, 27 Desember 1963. Lulusan dari AKPER DepKes Manado, IKIP Negeri Manado, D-IV Perawat Pendidik Peminatan KMB Faked UNHAS Makassar dan USRAT Manado. Jahana Tuegeh sebagai dosen di AKPER DepKes Manado sejak Tahun 1989 kemudian beralih menjadi Poltekkes Kemenkes Manado sampai sekarang

BAB 12

Anatomi Fisiologi Sistem Pencernaan

Sri Mulyati Rahayu, S.Kp. M. Kes.

-

A. Pendahuluan

Sistem pencernaan merupakan sistem organ tubuh manusia yang berfungsi dalam menyediakan makanan sebagai sumber energi dan mengekskresikan sampah makanan yang tidak diperlukan menjadi feses.

Proses pencernaan sangat penting untuk menghasilkan energi bagi tubuh yang kemudian digunakan oleh sel untuk menjalankan berbagai aktivitas organ tubuh lainnya meliputi transportasi aktif, kontraksi, sintesis, dan sekresi. Selain itu, energi yang dihasilkan dari pencernaan makanan juga merupakan sumber utama perbaikan, pembaharuan, penambahan dan keberlangsungan hidupnya jaringan tubuh.

B. Anatomi Fisiologi Sistem Pencernaan

1. Anatomi Sistem Pencernaan

Anatomi sistem pencernaan atau sering disebut sistem digestivus atau sistem gastrointestinal terdiri atas berbagai macam organ dari rongga mulai mulut sampai dengan anus.

a. Mulut

Mulut merupakan organ paling awal dalam sistem pencernaan, terdiri dari bagian luar yang disebut dengan vestibula (ruangan sempit antara pipi, gusi, bibir, dan gigi) dan bagian dalam yang disebut rongga mulut (ruangan antara mandibularis, palatum, dan maksilaris).

Bibir merupakan bagian terluar dari mulut. Palatum (langit-langit) pada mulut manusia terbagi menjadi

dua bagian, yaitu palatum dan palatum mole.

Dalam rongga mulut terdiri atas gigi dan lidah. Gigi manusia dewasa terdiri dari 32 gigi disebut gigi permanen, sedangkan gigi pada anak disebut sebagai gigi sulung yang berjumlah 20 buah.

Lidah terdiri dari otot serat lintang yang dapat digerakkan ke segala arah dan dilapisi oleh selaput lendir. Lidah terdiri dari 3 bagian, yaitu pangkal lidah (radiks lingua), punggung lidah (dorsom lingua), dan ujung lidah (apeks lingua). (Sepe Florentina Yasinta & Stanis, 2022)

b. Kelenjar Saliva

Terdiri dari 3 kelenjar saliva, yaitu:

- 1) Kelenjar parotis terletak di bawah telinga, yang berfungsi untuk membuat air liur cair.
- 2) Kelenjar submandibular terletak di rahang bawah yang berfungsi untuk menghasilkan getah yang mengandung air dan lendir.
- 3) Kelenjar sublingual terletak di bawah lidah yang berfungsi menghasilkan sari buah yang meliputi air dan lendir.

Kelenjar saliva dalam pencernaan berperan dalam membantu penyerapan makanan dengan cara melembabkan dan melumasinya. saliva mengandung enzim ptyaline (amilase), yang mengubah karbohidrat menjadi maltosa Enzim ptyalin secara keseluruhan bekerja pada pH 6,8-7 dan suhu 37 °C (Suswitha & Rahmi, 2023)

c. Faring

Faring adalah penghubung antara rongga mulut dan kerongkongan. Di dalam faring terdapat amandel dan kelenjar getah bening yang mengandung banyak limfosit dan memberikan pertahanan terhadap infeksi. Bagian Faring dibagi 3, yaitu:

- 1) Bagian Superior (Nasofaring). Bagian ini terletak lebih tinggi dari pada hidung. Nasofaring bermuara pada saluran yang menghubungkan tekak dengan ruang gendang telinga.
 - 2) Bagian tengah (orofaring). Elemen ini dicocokkan dengan rongga dan komunikasi artikulasi frontal
 - 3) Bagian Inferior (hipofaring). Bagian ini sejajar dengan laring dan berfungsi untuk menghubungkan orofaring dan laring
- d. Esofagus
- Esofagus adalah tabung berotot dengan panjang sekitar 25 cm dan diameter sekitar 2 cm yang melewati diafragma dan membuka ke perut di persimpangan gastroesophageal.
- Dinding esophagus ini terdiri atas 3 lapisan, yaitu:
- 1) Tunika mukosa: menghasilkan mucus/lender
 - 2) Tunika submukosa: terdapat jaringan ikat kolagen dan elastis, ujung kapiler darah, dan ujung saraf
 - 3) Tunika muskularis: mengandung otot polos dan jaringan ikat
- e. Gaster
- Gaster terletak di sisi kiri perut, tepat di bawah diafragma. Saat kosong, lambung berbentuk tabung. Secara anatomi, lambung terbagi menjadi fundus, corpus, dan pylorus antrum. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Bagian-bagian Gaster

Sumber: (Ping et al., 2022)

f. Intestinum Minor (Usus Halus)

Intestinum minor adalah bagian dari saluran pencernaan yang terletak di antara lambung dan usus besar (colon). Dinding usus halus dipenuhi oleh pembuluh darah menuju hati melalui vena porta. Lapisan intestinum minor terdiri dari lapisan mukosa, lapisan otot melingkar (melingkar), lapisan otot memanjang (longitudinal), dan lapisan serosa. Intestine minor terbagi menjadi 3, yaitu Duodenum, Jejunum dan ileum. Panjang intestinum minor 6-7 m. (Suswitha & Rahmi, 2023) (Ginting et al., 2022)



Gambar 2. Usus Halus

Sumber: (Suswitha & Rahmi, 2023)

g. Usus besar (Colon)

Usus besar terbagi dari beberapa bagian yaitu

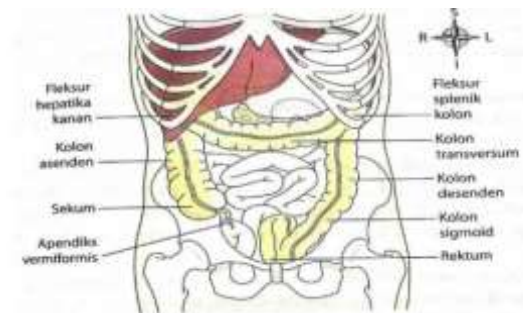
1) Colon Asendens

Panjangnya 13 cm, terletak di bawah sisi kanan perut dan memanjang ke atas dari ileum di bawah hati. Kurva yang membelok ke kiri di bawah hati ini disebut fleksura hepatic dan mengarah ke kolon transversal.

2) Colon Tranversum

Panjangnya ± 38 cm dan memanjang dari bagian atas kolon asenden hingga kolon desenden di bawah perut, dengan fleksura hepatic di kanan dan fleksura limpa di kiri.

- 3) Colon Desendent
Memperpanjang lenalis siku dari atas ke bawah $\pm$ 25 cm, terletak di bawah sisi kiri perut dan anterior ke ileum kiri, yang terhubung ke kolon sigmoid.
- 4) Colon Sigmoid
Merupakan kelanjutan dari kolon desendens yang terletak miring di rongga panggul kiri, bentuknya menyerupai huruf S yang ujung bawahnya adalah rectum. Untuk lebih jelas bisa dilihat di gambar 3.



Gambar 3. Gambar Colon dan Rektum

Sumber: (Suswitha & Rahmi, 2023)

h. Rektum

Rektum merupakan bagian terakhir dari usus besar. Rektum adalah ruang yang dimulai di ujung Intestinum Mayor (setelah kolon sigmoid) dan berakhir di anus.

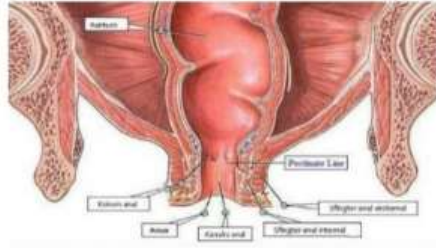
i. Anus

Anus adalah lubang di ujung saluran pencernaan. Sebagian besar anus terdiri dari permukaan tubuh (kulit) dan sebagian usus. Pembukaan dan penutupan anus diatur oleh sfingter. Terletak di dasar panggul, dindingnya diperkuat oleh tiga sfingternya.

- 1) Sfingter anal internal (atas), tidak bekerja dengan bebas.
- 2) Sfingter levator ani juga tidak langsung bekerja.

- 3) Sfingter anal eksternal (di bawah), bekerja sesuai perintah

Untuk lebih jelas dapat dilihat di gambar 4.



Gambar 4. Anus

Sumber: (Tinungki et al., 2023)

2. Fisiologi Sistem Pencernaan

- a. Aktivitas pencernaan makanan terdiri dari beberapa proses sebagai berikut:
- 1) Ingesti, masuknya makanan ke dalam mulut.
 - 2) Pemotongan dan pengunyahan makanan secara mekanik dan kimiawi di dalam mulut dibantu oleh gigi dan air liur (saliva) untuk menghaluskan makanan membentuk bolus.
 - 3) Peristalsis, gerakan kontraksi otot polos involunter untuk mendorong makanan (bolus) melalui saluran pencernaan.
 - 4) Digesti, penghancuran bolus secara mekanik ataupun kimiawi dengan bantuan enzim untuk memecah molekul berukuran besar menjadi molekul yang lebih kecil sehingga proses absorpsi yang terjadi dengan sempurna.
 - 5) Absorpsi, proses penyerapan makanan yang telah dicerna di dalam dinding organ dari saluran pencernaan.

- 6) Egesti (defekasi), proses eliminasi substansi makanan yang tidak dapat dicerna dan diabsorpsi pada saluran cerna dalam bentuk
- b. Fungsi organ sistem pencernaan
- 1) Mulut, berfungsi: untuk menghaluskan makanan secara fisik dengan bantuan gigi, lidah, dan palatum, serta secara kimiawi dengan bantuan enzim ptialin untuk mencerna karbohidrat
 - 2) Faring, berfungsi menghubungkan rongga mulut dengan esophagus
 - 3) Gaster (lambung), berfungsi mencerna makanan secara mekanik dan kimiawi. Pencernaan makanan secara mekanik dilakukan oleh otot-otot lambung yang berkontraksi, melakukan gerakan meremas/menggiling makanan hingga menjadi bentuk yang lunak seperti bubur. Sedangkan pencernaan secara kimiawi pada lambung dibantu oleh enzim-enzim pencernaan yang dihasilkan oleh getah lambung. Getah lambung terdiri dari:(Apriyanti et al., 2021)
 - a) HCl/asam chlorida/asam lambung dihasilkan oleh sel parietal (parietal cell) yang fungsinya: merangsang keluarnya sekretin, mengaktifkan pepsinogen menjadi pepsin untuk memecah protein, desinfektan, yaitu membunuh kuman-kuman, merangsang keluar hormon kolesistokinin yang merangsang empedu mengeluarkan getahnya, renin berfungsi untuk mengendapkan kasein (protein susu). kasein akan diubah oleh pepsin menjadi pepton.
 - b) Pepsinogen (dihasilkan oleh sel chief), akan aktif bila dalam bentuk pepsin. Pepsin berfungsi untuk mencerna protein menjadi pepton dan proteosa.

- c) Lipase berfungsi untuk mencerna lemak menjadi asam lemak dan gliserol.
 - d) Hormone gastrin berfungsi untuk sekresi getah lambung.
 - e) Lendir/musin berfungsi melindungi sel-sel di permukaan lambung terhadap kerusakan akibat kerja dari HCl. Dihasilkan oleh sel Goblet (goblet cell).
- 4) Usus Halus, berfungsi mengabsorpsi, yaitu: menyerap sebagian besar vitamin dan nutrisi dari makanan ke dalam aliran darah dan menerima zat makanan yang dicerna, seperti protein dalam bentuk asam amino, karbohidrat dalam bentuk gula sederhana, dan lemak dalam bentuk asam lemak dan gliserol yang diabsorpsi oleh kapiler dan limfatik.
- 5) Usus Besar, berfungsi menyerap cairan terutama 2/3 proksimal, menyerap vitamin, memproduksi antibodi, dan mendorong feses untuk bergerak ke rectum
- 6) Rektum, berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara feses. Saat tinja sudah penuh, rektum mengirimkan sinyal ke otak untuk menciptakan dorongan untuk buang air besar. Rektum biasanya kosong karena elemen feses terkumpul lebih tinggi, di kolon desendens. Dorongan untuk buang air besar (BAB) terjadi ketika usus besar turun penuh dan tinja masuk ke rektum. Pelebaran dinding rektum akibat penumpukan bahan di dalam rektum memicu sistem saraf dan memicu keinginan untuk buang air besar. Jika buang air besar tidak terjadi, bahan tersebut sering dikembalikan ke usus besar tempat penyerapan air berlanjut. Jika Anda tidak mengalami

perkembangan usus dalam waktu lama, tinja menjadi keras dan konstipasi

- 7) Anus, berfungsi untuk membantu mengeluarkan feses saat buang air besar

3. Organ Asesoris

Sistem Pencernaan memiliki organ tambahan, yaitu Hati (Liver), Kantung Empedu (Gallbladder), dan Pankreas.

a. Hati

Hati adalah organ terbesar di dalam tubuh yang terletak pada kanan abdomen, tepatnya dibawah diafragma. Hati terbagi menjadi dua belahan utama, yaitu kanan dan kiri. Hati berfungsi sebagai alat detoksifikasi makanan yang dianggap bersifat racun bagi tubuh, pengatur keseimbangan zat makanan di dalam darah, mensekresikan getah empedu, membentuk eritrosit dari nutrisi yang masuk dan membantu proses metabolisme.

b. Kantung Empedu

Kantung empedu adalah kelenjar pencernaan berwarna hijau gelap yang memiliki panjang 7-10 cm terletak di bawah lobus kanan hati. Kandung ini menyimpan ± 50 ml getah empedu yang berwarna pekat yang diperlukan untuk proses pencernaan. Getah empedu merupakan cairan alkali yang disekresikan oleh sel hati, 80% dari getah empedu terdiri atas air, garam empedu, pigmen empedu, kolesterol, musin dan zat lainnya. Getah empedu sebagiannya diantarkan ke usus halus untuk memperlancar kerja enzim lipase dalam pemecahan dan absorpsi lemak yang telah dicerna, sedangkan sisanya menjadi sterkobilin atau pewarna feses dan menjadi urobilin untuk membuat warna urin.

c. Pankreas

Pankreas adalah organ bagian belakang abdomen dengan panjang 15 cm yang berkaitan erat dengan

duodenum. Pada sistem pencernaan, pankreas memiliki dua peran, yaitu menghasilkan enzim untuk disalurkan ke duodenum meliputi bikarbonat untuk menetralkan asam makanan dari lambung, enzim enterokinase, amilase, lipase, tripsinogen dan nuklease dan berfungsi untuk menghasilkan hormon insulin yang dapat mengontrol penyerapan glukosa ke dalam darah dan hormon glukagon untuk melepaskan glukosa ketika dibutuhkan tubuh, hal ini tepatnya terjadi pada bagian pulau langerhans.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanti, E., Agustina, D. K., & Kuntoadi, G. B. (2021). *Teorti Anatomi Tubuh Manusia* (1st ed.). Yayasan Penerbit Muhammad Zaini.
- Ginting, D. S., Indriani, R., & Andera, N. A. (2022). *Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia*. Global Eksekutif Teknologi.
- Ping, M. F., Sianturi, S., & Anasis, A. M. (2022). *Ilmu Biomedik Dasar Untuk Mahasiswa Kesehatan* (1st ed.). Nasha Expanding Management.
- Sepe Florentina Yasinta, & Stanis, S. (2022). *Buku Ajar Anatomi Fisiologi Manusia* (1st ed.). Zahir Publishing.
- Suswitha, D., & Rahmi, U. (2023). *Asuhan Keperawatan Pada Pasien Dengan gangguan Sistem Pencernaan*. Press Indonesia.
- Tinungki, Y., Hairat, U., & Rinarto, N. (2023). *Buku Ajar Ilmu Biomedik Dasar* (1st ed.). PT. Sonpedia Publishing Indonesia.

BIODATA PENULIS



Sri Mulyati Rahayu, S. SKp., M.Kes. lahir di Bandung, pada bulan Juni 1973. Menyelesaikan Pendidikan D III keperawatan di Akper Dr. Otten, kemudian melanjutkan S1 Keperawatan di PSIK FK Unpad dan S2 di Ilmu Kedokteran Dasar konsentrasi Ilmu Faal dan Kesehatan Olahraga FK Unpad. Sampai saat ini penulis sebagai Dosen di Universitas Bhakti kencana.

BAB 13

Sistem Kemih

Nurseha S.Djaafar,Skep,Ns,MKes

A. Pendahuluan

Sistem kemih atau sistem urinaria merupakan suatu sistem dimana terjadinya proses filtrasi atau penyaringan darah sehingga darah ter bebas dari zat-zat yang tidak digunakan lagi oleh tubuh dan menyerap zat-zat yang masih diperlukan. Zat-zat yang tidak diperlukan oleh tubuh akan larut dalam air dan dikeluarkan berupa urin (air kemih)

Sistem Perkemihan terdiri atas : (1).Dua ginjal (ren), yang mengeluarkan urine. (2). Dua ureter, yang mengalirkan urin dari ginjal ke kandung kemih. (3). Kandung kemih, sebagai penampung urin sementara. 4). Uretra, yang mengeluarkan urin dari kandung kemih untuk kemudian dikeluarkan dari tubuh

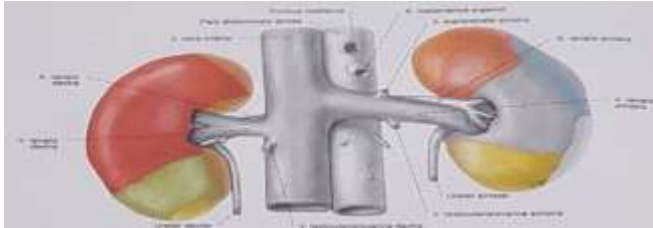
B. Anatomi Fisiologi

1. Ginjal

Ginjal adalah sepasang organ retroperineal yang integral dengan homeostasis tubuh dalam mempertahankan keseimbangan, termasuk keseimbangan fisika dan kimia. Ginjal mensekresi hormone dan enzim yang membantu pengaturan produksi eritrosit, tekanan darah,serta metabolisme kalsium dan fosfor. Ginjal membuang sisa metabolisme dan menyesuaikan ekskresi air dan pelarut, mengatur volume cairan, asiditas dan elektrolit, sehingga dapat mempertahankan cairan yang normal (Bardero et al, 2009)

Ginjal berbentuk seperti kacang merah, dan masing-masing seukuran kepalan tangan, ginjal memiliki panjang sekitar 11 cm , lebar 5 cm , tebal 3 cm dengan berat sekitar

130g. Ginjal tersusun oleh dua area utama yaitu korteks dan medula. Medula ini terdiri dari struktur kerucut yang disebut piramida ginjal.



Gambar 1. Struktur Ginjal dan organ-organ di sekitar pada sisi ventral.

a. Fungsi Ginjal

Fungsi ginjal selain sebagai filtrasi ginjal berfungsi untuk :

- 1) Mengatur volume air (cairan) dalam tubuh
- 2) Ekskresi sisa hasil metabolisme (ureum, asam urat dan kreatinin)
- 3) Pengaturan volume dan tekanan darah.
- 4) Mengatur keseimbangan osmotik dan keseimbangan ion
- 5) Mengatur keseimbangan asam basa cairan tubuh
- 6) Fungsi Hormonal dan Metabolisme
- 7) Pengaturan sintesis vitamin D

b. Struktur Ginjal

Nefron adalah unit struktural dan fungsional dari ginjal, masing-masing ginjal mengandung lebih dari 1 juta unit kecil nefron. Setiap nefron terdiri dari Kapsula Bowman, yang mengitari rumbai kapiler glomerulus, Tubulus Proksimal, Lengkung Henle, dan Tubulus distal, yang mengosongkan diri ke dalam Duktus Kolektifus. Glomerulus memproduksi ultra filtrate dari plasma.



Gambar 2. Tubulus Nefron dan Struktur Pembuluh Darah

Tubulus proksimal berkelok-kelok saat keluar dari kapsula bowman, akan tetapi menjadi lurus sebelum menjadi ansa henle bagian desendens dari medulla. Dinding tubulus proksimal tersusun dari sel epitel kolumnar dengan brush-border microvilli pada permukaan lumen yang meningkatkan luas permukaan hingga kurang lebih 40 kali lipat. Tight Junction (persambungan erat) yang berada di dekat sisi lumen, membatasi difusi melalui celah antar sel. Fungsi utama dari tubulus proksimal adalah reabsorpsi.

Ansa henle bagian tipis (tebal 20um) terbentuk dari sel-sel squamosal tipis tanpa mikrovili. Ansa henle asendens tebal memiliki sel epitel kolumnar yang serupa dengan tubulus proksimal, namun dengan sedikit microvilli. Pada titik dimana ansa henle berhubungan dengan apparatus jukstaglomerulus, setelah memasuki korteks kembali, dinding ansa terbentuk dari sel macula densa yang telah dimodifikasi. Ansa henle penting untuk produksi urine yang pekat.

Tubulus distal secara fungsional serupa dengan duktus kolektivus kortikal. Keduanya mengandung sel-sel yang serupa dengan sel-sel pada ansa henle asendens tebal. Di duktus kolektivus, sel-sel principal terletak berselang-seling dengan sel interkalasi yang memiliki

morfologi dan fungsi berbeda. Susunan ini berperan untuk keseimbangan asam-basa. Duktus kolektivus berperan penting dalam homeostasis air (Ward et.all, 2009)

c. Filtrasi Glomerulus

Kapiler glomerulus secara relative bersifat impermeable terhadap protein plasma yang lebih besar dan permeable terhadap air dan larutan yang lebih kecil seperti elektrolit, asam amino, glukosa dan sisa nitrogen. Glomerulus mengalami kenaikan tekanan darah 90 mmHg. Kenaikan ini terjadi karena arteriole aferen yang mengarah ke glomerulus mempunyai diameter yang lebih besar dan memberikan sedikit tahanan dari kapiler yang lain. Darah didorong ke ruangan yang lebih kecil, sehingga darah, air dan partikel yang terlarut dalam plasma masuk kedalam kapsula bowman. Tekanan darah terhadap dinding pembuluh darah, disebut tekanan hidrostatik. Gerakan masuknya kedalam kapsula bowman disebut sebagai filtrasi glomerulus. Isi kapsula bowman disebut sebagai Filtrasi glomerulus dan kecepatan pembentukan cairan disebut laju filtrasi glomerulus (Glomerulus Filtrasi Rate :GFR). Pada orang dewasa GFR normal berkisar antara 0,5-1 cc/KgBB/Jam atau sekitar 125 ml/mnt.

Tiga faktor yang menentukan laju filtrasi glomerulus yakni :

- 1) Tekanan osmotik (TO). Yakni tekanan yang dikeluarkan oleh
- 2) air (sebagai Pelarut) pada membrane semipermeabel sebagai usaha untuk menembus membrane semipermeable ke dalam area yang mengandung lebih banyak molekul yang dapat melewati membrane semipermeable. Pori-pori dalam kapiler glomerulus membuat membrane semipermeable memungkinkan untuk melewati yang lebih kecil dari air tetapi

mencegah lebih besar misalnya protein dan plasma.

- 3) Tekanan Hidrostatik (TH). Sekitar 15 mmHg dihasilkan oleh adanya filtrasi dalam kapsula dan berlawanan dengan tekanan hidrostatik darah. Filtrasi juga mengeluarkan tekanan osmotik 1-3 mmHg yang berlawanan dengan osmotik darah.
 - 4) Perbedaan tekanan osmotik plasma dengan cairan dalam kapsula bowman mencerminkan perbedaan konsentrasi protein, perbedaan ini menimbulkan pori-pori kapiler mencegah protein plasma untuk difiltrasi.
- d. Proses Pembentukan Urine

Glomerulus berfungsi sebagai ultrafiltrasi pada simpai bowman, berfungsi untuk menampung hasil filtrasi dari glomerulus. Pada tubulus ginjal akan terjadi penyerapan kembali zat-zat yang sudah disaring pada glomerulus. Sisa cairan akan diteruskan kepada ginjal terus berlanjut ke ureter.

Urine berasal dari darah yang dibawa arteri renalis masuk kedalam ginjal, darah ini terdiri dari bagian yang padat yaitu sel darah dan bagian plasma darah. Terdapat tiga (3) tahap pembentukan urine yakni :

1) Proses Filtrasi

Proses filtrasi terjadi di glomerulus, proses ini terjadi karena permukaan aferen lebih besar dari permukaan eferen maka terjadi penyerapan darah. Sedangkan sebagian yang tersaring adalah bagian cairan darah kecuali protein karena protein memiliki ukuran molekul yang lebih besar, tidak tersaring oleh glomerulus. Cairan yang tersaring ditampung oleh simpai bowman yang terdiri dari glucose, air, natrium, chloride, sulfat, bicarbonate dan lain-lain, yang diteruskan ke tubulus ginjal.

2) Proses Reabsorpsi

Proses terjadi penyerapan kembali sebagian besar bahan-bahan yang masih berguna bagi tubuh,

diantaranya : glucose, natrium, klorida, fosfat dan ion bikarbonat, terjadi secara pasif yang dikenal sebagai obligator reabsorpsi terjadi pada tubulus distalis. Penyerapan terjadi secara aktif disebut reabsorpsi fakultatif dan sisanya dialirkan pada papilla renalis. Hormone yang dapat ikut berperan dalam proses reabsorpsi yakni anti diuretic hormone (ADH).

3) Proses Sekresi

Sisa penyerapan urine kembali ke tubulus dan diteruskan ke piala ginjal selanjutnya diteruskan ke ureter masuk ke vesika urinaria. Komposisi urine normal yakni : air 96 %, Urea 2 %, Ureum 30 mg, Asam urat 1,5-2 mg, benda padat lainnya 2 % (Luklukaningsih, 2011)

e. Sirkulasi Ginjal

Sebanyak 20 % darah berasal dari curah jantung akan memasuki ginjal pada orang dewasa, darah dari aorta abdominalis yang mempunyai percabangan arteri renalis akan masuk ke ginjal. Arteri ini berpasangan kiri dan kanan. Arteri renalis bercabang menjadi arteri interlobularis yang berada ditepi ginjal bercabang menjadi kapiler membentuk gumpalan –gumpalan yang disebut Glomerulus. Disini terjadi penyaringan yang pertama dan kapiler darah yang meninggalkan simpai bowman. Di sini terjadi penyaringan pertama dan kapiler darah yang meninggalkan simpai bowman kemudian menjadi vena renalis masuk ke vena kava inferior. Sembilan puluh persen darah yang memasuki ginjal akan memperdarahi korteks, menyebabkan aliran darah yang tinggi dan sedikit perbedaan O₂ intervensa.

2. Ureter

Merupakan perpanjangan dari tubular yang terdiri dari 2 saluran pipa berotot, masing-masing bersambung dari ginjal ke kandung kemih (vesika, urinaria), panjangnya ± 25-30cm, dengan penampang ± 0,5 cm. ureter sebagian terletak

dalam rongga abdomen dan sebagian terletak dalam rongga pelvis. Lapisan dinding ureter terdiri dari : dinding luar jaringan ikat (jaringan fibrosa), lapisan tengah lapisan otot polos dan lapisan sebelah dalam adalah lapisan mukosa.

Lapisan dinding ureter menimbulkan gerakan- gerakan peristaltic tiap 10 detik yang akan mendorong air kemih masuk ke dalam kandung kemih (vesika urinaria). Gerakan peristaltic mendorong urine melalui ureter yang di ekskresikan oleh ginjal dan disemprotkan dalam bentuk pancaran, melalui ostium uretralis masuk ke dalam kantung kemih.

Pars abdominalis ureter dalam kavum abdomen ureter terletak di belakang peritoneum sebelah media anterior m. psoas mayor dan ditutupi oleh fascia subserosa. Vasa spermatica/ ovarica intrinseca menyilang ureter secara oblique, selanjutnya ureter akan mencapai kavum pelvis dan menyilang arteri iliaka eksterna.

Ureter kanan terletak pada pars descendens duodenum. Sewaktu turun ke bawah terdapat di kanan bawah dan di silang oleh kolon dekstra dan vasa iliaka iliokolika, dekat apertura pelvis akan dilewati oleh bagian bawah mesenterium dan bagian akhir ileum. Ureter kiri disilang oleh vasa koplika sinistra dekat apertura pelvis superior dan berjalan di belakang kolon sigmoid dan mesenterium.

Pars pelvis ureter berjalan pada bagian dinding lateral pada kavum pelvis sepanjang tepi anterior dari insura ischiadikamayor dan tertutup oleh peritoneum. Ureter dapat di temukan di depan arteri hipogastrika bagian dalam nervus obturatoris atervi vasalia anterior dan arteri hemoroidalis media. Pada bagian bawah insura ischiadika mayor, ureter agak miring ke bagian medial untuk mencapai sudut lateral dari vesika urinaria.

Ureter pada pria terdapat di dalam visura seminalis atas dan disilang oleh duktus deferens dan dikelilingi oleh pleksus vesikalis. Selanjutnya ureter berjalan oblique

sepanjang 2 cm di dalam dinding vesika urinaria pada sudut lateral dari trigonum vesika. Sewaktu menembus vesika urenaria, dinding atas dan dinding bawah ureter akan tertutup dan pada waktu vesika urenaria penuh akan membentuk katuk (valvula) dan mencegah pengambilan urine dari vesika urinaria.

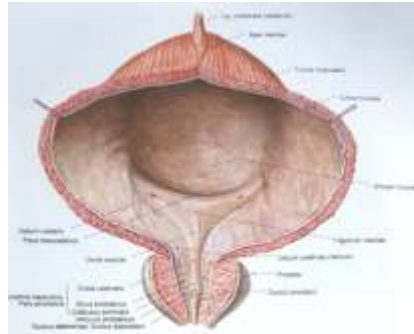
Ureter pada wanita terdapat di belakang fossa ovarika urinaria dan berjalan kebagian medial dan kedepan bagian lateralis serviks uteri bagian atas, vagina untuk mencapai fondus vesika urinaria. Dalam perjalanannya, ureter di damping oleh arteri uterine sepanjang 2,5 cm dan selanjutnya arteri ini menyilang ureter dan menuju ke atas di antara lapisan ligamentum. Ureter mempunyai 2 cm dari sisi serviks uteri. Ada tiga tempat yang penting dari ureter yang mudah terjadi penyumbatan yaitu pada sambungan ureter pelvis diameter 2 mm, penyilangan vasa iliaca diameter 4 mm dan pada saat masuk ke vesika urinaria yang berdiameter 1-5 cm.

3. Vesika Urinaria

Vesika urinaria (kandung kemih) dapat mengembang dan mengempis seperti balon karet, terletak di belakang simfisis pubis di dalam rongga panggul. Bentuk kandung kemih seperti kerucut yang dikelilingi oleh otot yang kuat, berhubungan dengan ligamentum vesika umbilicalis medius.

Bagian vesika urinaria terdiri dari:

- a. Fundus yaitu, bagian yang menghadap ke arah belakang dan bawah, bagian ini terpisah dari rectum oleh spatium rectovesikale yang terisi oleh jaringan ikat duktus deferens, vesika seminalis dan prostat.
- b. Korpus, yaitu bagian antara vertex dan fundus.
- c. Verteks, bagian yang mancung ke arah muka dan berhubungan dengan ligamentum vesika umbilicalis.



Gambar 3. Kandung Kemih (Vesica Urinaria).

Kandung kemih juga terdiri dari otot polos dan berfungsi sebagai penampung urine. Kandung kemih dikosongkan secara intermitten dibawah pengaruh kesadaran. Reseptor regang didalam otot dan trigonum menghasilkan sinyal yang mengisyaratkan kandung kemih sudah penuh. Kapasitas normal kandung kemih adalah sekitar 700-800 ml, namun keinginan alami untuk berkemih sudah muncul apa bila jumlah urine didalam kandung kemih mencapai sekitar 300 ml. Sedangkan pada wanita, karena kandung kemih terletak dibelakang uterus, maka kapasitas kandung kemih bisa terganggu oleh semakin membesarnya uterus semasa hamil (Sunarto, 2019).

4. Uretra

Uretra merupakan saluran sempit yang berpangkal pada kandung kemih yang berfungsi menyalurkan air kemih keluar.

a. Uretra Pria

Pada laki-laki uretra berjalan berkelok kelok melalui tengah-tengah prostat kemudian menembus lapisan fibrosa yang menembus tulang fubis ke bagian penis panjangnya ± 20 cm. Uretra pada laki-laki terdiri dari:

- 1) Uretra prostatica
- 2) Uretra membranosa
- 3) Uretra cavernosa

Lapisan uretra laki-laki terdiri lapisan mukosa (lapisan paling dalam), dan lapisan submukosa. Uretra mulai dari orifisium uretra interna di dalam vesika urinaria sampai orifisium eksterna. Pada penis panjangnya 17,5-20 cm yang terdiri dari bagian-bagian berikut:

- 1) *Uretra prostatica* merupakan saluran terlebar panjangnya 3 cm, berjalan hampir vertikal melalui glandula prostat, mulai dari basis sampai ke apiks dan lebih dekat ke permukaan anterior.
- 2) *Uretra pars membranacea* ini merupakan saluran yang paling pendek dan paling dangkal, berjalan mengarah ke bawah dan ke depan di antara apiks glandula prostate dan bulbus uretra. Panjangnya kira-kira 2,5 cm, di belakang simfisis pubis diliputi oleh jaringan sfingter uretra membranacea. Di depan saluran ini terdapat vena dorsalis penis mencapai pelvis di antara dan ligamentum arcuatum pubis.
- 3) *Uretra pars cavernosa* merupakan saluran terpanjang dari uretra dan terdapat di dalam korpus cavernosa uretra, panjangnya kira-kira 15 cm, mulai dari pars membranacea sampai ke orifisium dari diafragma urogenitalis. Pars cavernosa uretra berjalan ke depan dan ke atas menuju bagian depan simfisis pubis. Pada keadaan penis berkontraksi, pars cavernosa akan membelok ke bawah dan ke depan. Pars cavernosa ini dangkal sesuai dengan korpus penis 6 mm dan berdilatasi ke belakang. Bagian depan berdilatasi di dalam glans penis yang akan membentuk fossa navicularis uretra.
- 4) *Orifisium uretra eksterna* merupakan bagian erektor yang paling berkontraksi berupa sebuah celah vertical

ditutupi oleh kedua sisi bibir kecil dan panjangnya 6 mm. glandula uretralis yang akan bermuara ke dalam uretra dibagi dalam dua bagian, yaitu glandula dan lacuna. Glandula terdapat di bawah tunika mukosa di dalam korpus kavernous uretra (glandula pars uretralis). Lakuna bagian dalam epitelium. Lakuna yang lebih besar dipermukaan atas di sebut lakuna magma orifisium dan lakuna ini menyebar ke depan sehingga dengan mudah menghalangi ujung kateter yang dilalui sepanjang saluran.

b. Uretra wanita

Uretra pada wanita terletak di belakang simfisis pubis berjalan miring sedikit ke arah atas, panjangnya $\pm$ 3-4 cm. lapisan uretra wanita terdiri dari tunika muskularis (sebelah luar), lapisan spongioza merupakan pleksus dari vena-vena, dan lapisan mukosa (lapisan sebelah dalam). Muara uretra pada wanita terletak di sebelah atas vagina (antara klitoris dan vagina) dan uretra di sini hanya sebagai saluran ekskresi. Apabila tidak berdilatasi diameternya 6 cm. uretra ini menembus fascia diafragma urogenitalis dan orifisium eksterna langsung di depan permukaan vagina, 2,5 cm di belakang glans klitoris. Glandula uretra bermuara ke uretra, yang terbesar diantaranya adalah glandula pars uretralis (skene) yang bermuara kedalam orifisium uretra yang hanya berfungsi sebagai saluran ekskresi.

Diafragma urogenitalis dan orifisium eksterna langsung di depan permukaan vagian dan 2,5 cm di belakang glans klitoris. Uretra wanita jauh lebih pendek dari pada pria dan terdiri lapisan otot polos yang diperkuat oleh sfingter otot rangka pada muaranya penonjolan berupa kelenjar dan jaringan ikat fibrosa longgar yang ditandai dengan banyak sinus venosus merip jaringan kavernosus.

DAFTAR PUSTAKA

- Carol P. 2011. *Essentials of Pathophysiology*. Philadelphia :Wolters Kluwer Health : Lippincott William &Wilkins
- Evelyn C. Pears. 2011. *Anatomi dan fisiologi untuk paramedis* - Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Kowalak et all.2011. *Buku Ajar Patofisiologi*. Jakarta : EGC
- Nursalam,dkk, 2008. *Asuhan Keperawatan pada Pasien dengan Gangguan Sistem Perkemihan*. Jakarta. Salemba Medika.
- Pears.EC.2011, *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*, Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama
- Perry, Potter.2009, *Fundamental Keperawatan*, Jakarta Salemba Medika.
- Purnomo B.2022,*Dasar -Dasar Urologi*. Jakarta : CV Sagung Seto
- Putz & Pabst, 2006, *SOBOTTA : Batang Badan,Panggul , Ekstremitas Bawah*, Edisi 21, Jakarta : EGC
- Tambayong J, 2000. *Patofisiologi Untuk Keperawatan*. Jakarta. EGC
- Sylvia,Lorraine,2006,*Patofisiologi :Konsep Klinis dan Proses - Proses Penyakit*, Edisi 6, Jakarta : EGC
- Sunarto, dkk, 2019. *Modul Ajar Anatomi Fisiologi, Prodi Kebidanan*, Poltekes Kemenkes Surabaya
- Syafuddin. 1997. *Anatomi fisiologi untuk siswa perawat edisi 2* - Jakarta : EGC.
- Syafuddin. 2006. *Anatomi fisiologi untuk mahasiswa perawat edisi 3* - Jakarta : EGC.
- Ward.J.et.all. 2009. *At a Glance Fisiologi*. Jakarta. Erlangga
- .

BIODATA PENULIS



Nurseha S.Djaafar,
SPd,Skep,Ns,MKes lahir di Kintom, pada 12 Oktober 1961. Seorang perawat Pendidik, yang telah bekerja selama lebih dari 38 tahun, dibidang keperawatan, baik sebagai clinical instructor, maupun dosen pada jurusan keperawatan politeknik Kesehatan Manado. Penulis adalah lulusan Akademi Keperawatan Kemenkes Makasar tahun 1983, IKIP Manado tahun 1995, PSIK FK UGM tahun 2003 dan S2 Kesehatan Masyarakat Unsrat manado tahun 2010, Pendidikan formal penulis dilengkapi dengan pelatihan dan temu ilmiah baik didalam maupun diluar negeri antara lain Davao Philipina dan China. Penulis juga aktif pada organisasi profesi Persatuan Perawat nasional Indonesia sebagai Wakil Ketua MKEK Prop.Sulut

BAB 14

Panca Indra

Ns. Faradilla Miftah Suranata, S.Kep., M.Kep

A. Pendahuluan

Alat Indera yang ada pada makhluk hidup, memiliki sel-sel reseptor khusus. Sel-sel reseptor inilah yang berfungsi untuk mengenali perubahan lingkungan yang berdasarkan fungsinya, sel-sel reseptor ini dibagi menjadi dua, yaitu interoreseptor dan eksoreseptor. Interoreseptor ini berfungsi untuk mengenali perubahan-perubahan yang terjadi di dalam tubuh. Sel-sel interoreseptor terdapat pada sel otot, tendon, ligamentum, sendi, dinding pembuluh darah, dinding saluran pencernaan, dan lain sebagainya. Sel-sel ini dapat mengenali berbagai perubahan yang ada di dalam tubuh seperti terjadi rasa nyeri di dalam tubuh, kadar oksigen menurun, kadar glukosa, tekanan darah menurun/naik dan lain sebagainya (Maulidasari; Muamar, 2020).

Eksoreseptor adalah kebalikan dari interoreseptor, eksoreseptor berfungsi untuk mengenali perubahan-perubahan lingkungan yang terjadi di luar tubuh. Yang termasuk dalam eksoreseptor adalah alat indra. Alat Indra adalah alat-alat tubuh yang berfungsi mengetahui keadaan luar, Terdapat 5 alat indra sehingga sering disebut dengan panca indra. Panca Indra terdiri dari indra penglihatan, indra pendengaran, indra penciuman, indra perasa dan indra peraba. Organ-organ indra tersebut adalah meliputi mata, telinga, hidung, lidah dan kulit (Yulia, 2019).

B. Anatomi Fisiologi

1. Indra Penglihatan (Mata)

Indra penglihatan merupakan bagian dari organ tubuh yang memiliki fungsi untuk melihat yang mendeteksi cahaya. Indera penglihatan mempersepsikan berkas cahaya yang masuk untuk menafsirkan apa yang dilihat atau memberikan pengertian visual. Mata merupakan alat indra penglihatan. Pada mata terdapat reseptor khusus untuk mengenali perubahan cahaya dan warna. Mata tampak bulat menyerupai bola dan didalamnya terdapat juga otot-otot penggerak bola mata, rongga mata, kelopak dan bulu mata.

a. Anatomi Mata

1) Organ luar (organ okuli asesoria)

Organ luar pada mata disebut juga dengan organ aksesoris mata diantaranya:

a) Bulu mata (siliae)

Bulu mata merupakan rambut-rambut halus yang tumbuh di sekitar mata. Tumbuh pada ujung dari palpebrae superior dan inferior. Bulu mata berfungsi untuk menghalau benda asing maupun keringat masuk ke mata.



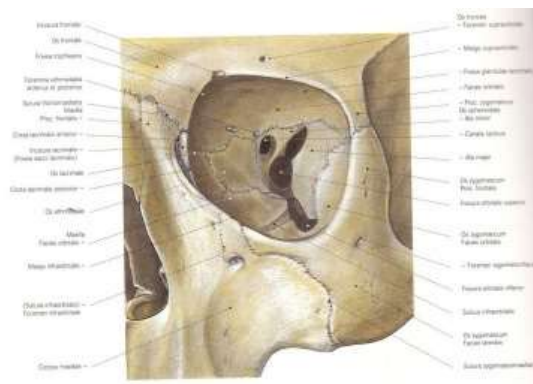
Gambar 1. Bulu Mata (siliae)

b) Rongga mata (cavum orbita)

Orbita berbentuk suatu rongga yang digambarkan sebagai piramida yang berkonvergensi ke arah belakang. Puncaknya adalah foramen optikum, dan dasarnya menghadap ke depan luar dan terbuka disebut aditus orbitae. Sedangkan dinding-dindingnya meliputi dinding medial, dinding lateral, dinding atas (atap orbita), dan dinding bawah (dasar orbita). Orbita terletak di kanan dan kiri basis nasi (pangkal hidung)

Orbita terdiri dari beberapa tulang mata yang menyerupai kerucut terdiri dari:

- (1) os frontalis,
- (2) os zigomatikum,
- (3) os spenoidal,
- (4) os etmoidalis,
- (5) os maxilaris,
- (6) os lakrimal



Gambar 2. Tulang-tulang mata yang membentuk cavum orbita

c) Alis mata (Supersilium)

Rambut kasar yang terdapat di atas mata secara melintang dan tersusun rapi, alis mata ini

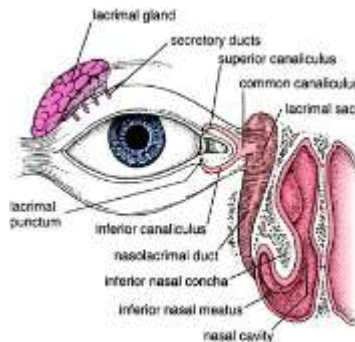
berfungsi untuk memperindah dan melindungi mata dari keringat.

d) Kelopak mata (Palpebra)

Bagian mata yang dapat digerakkan untuk membuka dan menutup mata. Kelopak mata ini ada bagian atas dan bagian bawah. Kelopak mata bagian atas mempunyai otot yang disebut levator palpebrae yang dapat menarik mata untuk terbuka, sedangkan kelopak mata bawah mempunyai otot orbikularis okuli untuk menutup mata.

e) Kelenjar air mata (Aparatus lakrimalis)

Saluran yang mengalirkan air mata menuju konjunktiva kelopak mata atas. Air mata ini berfungsi untuk membasahi dan membersihkan bola mata, kedipan mata pun dapat membantu penyebaran air mata. Sebagian air mata akan menguap dan sebagian lagi masuk ke dalam punkta lakrimalis di kelopak mata atas dan bawah di sudut dalam mata. Air mata ini mengalir ke kanalis lakrimalis dan bermuara di rongga hidung, maka apabila seseorang sedang menangis akan mengeluarkan cairan dari hidung.

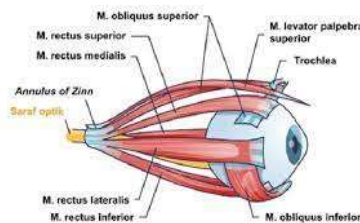


Gambar 3. Kelenjar Air Mata

f) Otot mata (musculus okuli)

Otot-otot mata terdiri dari dua tipe; ekstrinsik dan intrinsik. Otot-otot ekstrinsik bersifat volunter (dibawah sadar), diluar bola mata yang mengontrol pergerakan diluar mata. Otot-otot intrinsik bersifat involunter (tidak disadari) berada dalam badan ciliary yang mengontrol ketebalan dan ketipisan lensa, iris dan ukuran pupil.

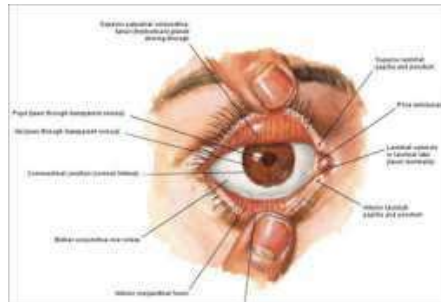
Otot-otot mata diantaranya: Nervus III : adalah oculomotorius yang terdiri dari : 1) MRM (Musculus Rektus Media), menggerakkan bola mata ke arah dalam. 2) MRS (Musculus Rektus Superior), adalah menggerak-kan bola mata ke arah dalam mata. 3) MR I (Musculus Rektus Inferior), adalah menggerak-kan bola mata ke arah dalam bawah. a) MR II (Musculus Oblicus Inferior), adalah menggerak- kan bola mata ke arah luar bawah. b. Nervus IV : adalah : Trokleavis MOS (Muskullus Obliquus Superior), adalah menggerak-kan bola mata ke arah luar atas. c. Nervus VI : adalah Abducent MRL (Muskullus Rektus Lateral), adalah menggerak-kan bola mata ke arah luar atau samping. Pada mata normal ketiga otot penggerak bola mata ini akan bekerja secara lingkaran, yang dinamakan "ORTHOPORIA"



Gambar 4. Otot-otot Mata

g) Selaput bening mata (konjungtiva)

Struktur ini adalah lapisan bening yang melapisi bagian dalam kelopak mata dan sebagian mata pada bagian depan. Konjungtiva terdiri dari dua macam, yaitu konjungtiva bulbar yang menutupi bagian sklera dan konjungtiva palpebra yang melapisi bagian dalam kelopak mata.



Gambar 5. Konjungtiva

2) Organ Dalam

a) Kornea

Pada bagian depan skera terdapat bagian bening yang terlihat cembung, bagian ini disebut kornea. Kornea berfungsi untuk melindungi lensa mata dan meneruskan cahaya yang masuk ke mata. Kornea selalu dibasahi oleh air mata, tidak memiliki pembuluh darah dan bersifat tembus cahaya (Maulidasari; Muamar, 2020).

Berbeda dengan jaringan tubuh lain, kornea tidak memiliki pembuluh darah. Fungsi pembuluh darah pada kornea digantikan oleh air matadanaqueous humor (cairan bening berlendir pada mata). Fungsi utama kornea adalah membiaskan dan memfokuskan cahaya yang masuk ke mata, dalam proses melihat

cahaya masuk perlu dibiaskan oleh kornea menuju lensa mata, kemudian diteruskan ke retina. Kornea juga memiliki fungsi lain, yaitu melindungi mata dari partikel asing seperti kuman, kotoran, dan paparan sinar UV yang dapat membahayakan mata, untuk melakukan berbagai fungsi tersebut, kornea terdiri dari lima bagian, yaitu jaringan epitel, lapisan bowman, stroma, membran descemet, dan lapisan endotel (Saputro, 2021).

b) Sklera

Sklera adalah bagian berwarna putih dan keras pada bola mata. Sklera terbentuk dari jaringan ikat yang berfungsi untuk mempertahankan bola mata dan melindungi bagian penting di dalam mata, seperti retina dan lensa mata. Posisi sklera ditutupi oleh konjungtiva, yakni selaput lendir berwarna bening yang berfungsi untuk melumasi mata. Sklera terdiri dari tiga bagian, yaitu episklera, sklera, dan lamina fusca.

- (1) Episklera merupakan jaringan ikat longgar yang letaknya tepat di bawah konjungtiva.
- (2) Sklera yaitu bagian putih pada mata.
- (3) Lamina fusca yang terdiri dari serat elastis dan berada di lapisan dalam bola mata. Selain memberi bentuk dan mempertahankan struktur bola mata, sklera juga memiliki fungsi lainnya, yaitu untuk melindungi bagian dalam mata dari cedera dan paparan benda asing. Sklera mata juga merupakan tempat dimana otot-otot mata menempel, sehingga memungkinkan bola mata untuk bergerak.

c) Iris

Iris adalah bagian yang menentukan warna mata, warna iris mata ditentukan oleh pigmen melanin. Pigmen melanin merupakan warna alami yang juga menentukan warna kulit dan rambut. Iris bertugas mengatur cahaya yang masuk ke mata dengan mengubah ukuran pupil. Iris berfungsi sebagai pengontrol ukuran pupil untuk mengatur sinar yang masuk. Badan siliaris membentuk ligamentum yang berfungsi mengikat lensa mata. Kontraksi dan relaksasi dari otot badan siliaris akan mengatur cembung pipihnya lensa.

d) Pupil

Pupil merupakan bagian di tengah mata yang berbentuk bulat dan berwarna hitam. Fungsi pupil adalah untuk mengatur berapa banyak cahaya yang masuk ke dalam mata. Guna menjalankan fungsinya, pupil akan melebar saat mata berada di tempat gelap untuk menangkap lebih banyak cahaya. Sebaliknya, pupil akan mengecil saat mata berada di tempat yang terang. Selain dipengaruhi oleh cahaya, kedua pupil biasanya mengecil saat mata terfokus melihat objek yang dekat. Pada keadaan terang, pupil mata orang dewasa normalnya berdiameter 2 – 4 mm, sedangkan dalam kondisi gelap, pupil akan melebar dan berdiameter 4 - 8 mm.

e) Lensa

Lensa berada tepat di belakang iris dan pupil. Lensa yang normal akan tampak bening atau transparan dan berbentuk lonjong. Lensa berfungsi membiaskan cahaya yang masuk dan memfokuskannya ke retina.

f) Retina

Lapisan ini peka terhadap sinar. Pada seluruh bagian retina berhubungan dengan badan sel-sel saraf yang serabutnya membentuk saraf optik yang memanjang sampai ke otak. Bagian yang dilewati saraf optik tidak peka terhadap sinar dan daerah ini disebut bintik buta. Adanya lensa dan ligamentum pengikatnya menyebabkan rongga bola mata terbagi dua, yaitu bagian depan terletak di depan lensa berisi cairan yang disebut aqueous humor dan bagian belakang terletak di belakang lensa berisi vitreous humor. Kedua cairan tersebut berfungsi menjaga lensa agar selalu dalam bentuk yang benar (Sepe, 2023).

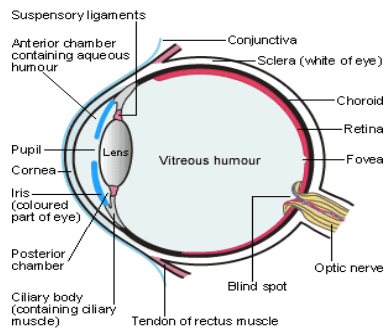
g) Koroid

Lapisan koroid atau lapisan tengah terletak diantara sklera dan retina. Koroid berwarna coklat kehitaman sampai hitam. Merupakan lapisan yang berisi banyak pembuluh darah yang memberi nutrisi dan oksigen terutama untuk retina. Warna gelap pada koroid berfungsi untuk mencegah refleksi (pemantulan sinar). Di bagian depan, koroid membentuk badan siliaris yang berlanjut ke depan membentuk iris yang berwarna.

h) Saraf optik

Nervus opticus dari mata kanan dan mata kiri setelah keluar dari bola mata akan saling bersilangan pada suatu tempat yang dinamakan "Chiasma Opticus". Persilangannya bersifat parsial Crossing, hanya nervus opticus bagian tengah yang saling menyilang, sedangkan nervus opticus bagian tepi tidak menyilang. Dari Chiasma Opticus, saraf optikus (saraf

penglihatan) melanjutkan diri sebagai traktus opticus. Secara anatomi fisiologi, traktus opticus berbeda dengan nervus opticus. Kalau nervus opticus unsur-unsur sarafnya hanya berasal dari satu bola mata bila ini mengalami kerusakan, maka hanya satu bola mata yang mengalami kerusakan. Sedangkan tractus opticus unsur-unsur sarafnya berasal dari kedua bola mata. Bila ini mengalami gangguan maka kedua bola mata akan mengalami kerusakan. Traktus opticus akan berganti saraf pada cospus geniculatum (CGL), dari CGL akan keluar suatu saraf yang menyebar berbentuk kipas yang dinamakan “Radiatio Optical Gratiolet (ROG)”. ROG akan berakhir di otak pada cortex cerebri occipitalis Area Broadman 17,18,19 pada fissura calcarina. Apabila rangsang penglihatan sampai pada pusat ini maka kita akan sadar dengan apa yang kita lihat. Nama lain dari jalan tersebut adalah Tractus Geniculo Calcarina (Iswari, 2018).



Gambar 6. Struktur Mata

3) Lapisan mata

Terdiri dari tiga lapisan, yaitu :

- a) Tunica Vibrosa (lapisan Bagian luar), adalah merupakan suatu jaringan pengikat, terdiri dari 2 bahagian yaitu : 1) bagian depan disebut Cornea yang tembus cahaya, dan 2) bahagian belakang disebut sclera yang tidak tembus cahaya. Keduanya merupakan pelindung bola mata serta membentuk bola mata.
- b) Tunica Vasculosa (Lapisan bahagian tengah) Lapisan ini banyak mengandung pembuluh darah. Bahagian belakang disebut koroid yang banyak mengandung pigmen. Ke arah depan koroid melanjutkan diri sebagai iris dan korpus siliare yang mengandung otot polos dinamakan musculus ciliaris. Kedua ujung iris membatasi lubang yang dinamakan pupil yang berfungsi sebagai diafragma pada alat kamera untuk mengatur banyaknya cahaya yang masuk ke dalam bola mata. Dari korpus siliaris kita dapatkan batang jaringan ikat yang dinamakan zonula zoonii yang berfungsi untuk mengikat lensa mata.
- c) Tunica nervosa (Lapisan bahagian dalam) Merupakan lapisan yang terpenting terdiri dari jaringan saraf. Didalamnya ada reseptor penglihatan yaitu : sel batang (bacili) yang berfungsi melihat senja/gelap dan sel kerucut (conii) berfungsi untuk melihat terang/warna. Kedua ini terletak dalam suatu lapisan yang dinamakan Retina. Lapisan retina terbentang dari bahagian depan tepat pada corpus ciliares yang dinamakan ota serata dan ke arah belakang akan keluar dari bola mata melalui

papila nervopici sebagai nervus opticus. Pada bagian retina ini ada dua yang terpenting, yaitu:

- (1) Bintik kuning (fovea centralis) Bagian ini merupakan yang paling peka terhadap kemampuan melihat atau kemampuan menerima reaksi penglihatan paling cepat.
- (2) Bintik buta (blind spot) Disebut demikian karena bagian ini tidak mengandung reseptor penglihatan baik sel batang maupun sel kerucut sehingga tidak berfungsi untuk melihat. Nama lain dari bintik buta adalah papila nervus optice yaitu tempat keluarnya nervus opticus.

b. Fisiologi Mata

Penglihatan dimulai dari masuknya cahaya ke dalam mata dan difokuskan pada retina. Cahaya yang datang dari sumber titik jauh, ketika difokuskan di retina menjadi bayangan yang sangat kecil. Cahaya masuk ke mata direfraksikan atau dibelokkan ketika melalui kornea dan bagian-bagian lain dari mata (aqueous humor, lensa, dan vitreous humor). Bagian-bagian tersebut mempunyai kepadatan yang berbeda-beda sehingga cahaya yang masuk dapat difokuskan ke retina. Cahaya yang masuk melalui kornea diteruskan ke pupil.

Pupil merupakan lubang bundar anterior di bagian tengah iris yang mengatur jumlah cahaya yang masuk ke mata. Pupil membesar bila intensitas cahaya kecil, misalnya saat berada di tempat gelap. Apabila berada di tempat terang atau intensitas cahaya tinggi maka pupil akan mengecil. Pengatur perubahan pupil tersebut adalah iris yang merupakan cincin otot yang berpigmen dan tampak dalam aqueous humor. Setelah melalui pupil dan iris, maka cahaya sampai ke lensa.

Ketika kita melihat benda pada jarak lebih dari 6 m (20 ft), lensa akan memipih hingga ketebalan sekitar 3,6 mm. Sedangkan ketika kita melihat sesuatu pada jarak kurang dari 6 m, lensa akan menebal hingga 4,5 mm pada pusatnya dan membelokkan cahaya (refraksi) dengan lebih kuat. Perubahan ketebalan lensa tersebut dikenal dengan lens accommodation (akomodasi lensa). Selain daya akomodasi, lensa juga berfungsi untuk memfokuskan bayangan agar jatuh tepat di retina (Bila cahaya sampai ke retina, maka sel-sel batang dan sel-sel kerucut (sensitif terhadap cahaya) akan meneruskan sinyal-sinyal cahaya tersebut ke otak melalui saraf optik. Bayangan atau cahaya yang tertangkap oleh retina adalah terbalik, nyata, lebih kecil, tetapi pada persepsi otak terhadap benda tetap tegak, karena otak mempunyai mekanisme menangkap bayangan yang terbalik itu sebagai keadaan normal (Guyton, 2012).

2. Indra Pendengaran (Telinga)

Indra pendengaran termasuk indra yang terletak di dalam telinga. Telinga merupakan alat untuk menerima getaran yang berasal dari benda yang bergetar, dan memberikan kesan suara pada kita. Getarannya dapat berasal dari udara dan dapat pula berasal dari benda padat atau benda cair, antara benda yang bergetar dengan telinga harus ada medium yaitu udara.

a. Anatomi Telinga

Terdiri dari tiga bagian yaitu telinga bagian luar, telinga bagian tengah dan telinga bagian dalam.

2) Telinga bagian tengah (auris media)

Telinga tengah berupa rongga kecil yang berisi udara, terletak di dalam tulang temporal dan dindingnya dilapisi sel epitel. Antara Auris Eksterna dan Auris Media dibatasi oleh gendang pendengaran dinamakan membran tympani. Membran tympani ini membatasi suatu ruangan bagian tengah yang disebut cavum tympani, dan di dalamnya terdapat tulang pendengaran (ossicula auditiva) yang terdiri dari : Maleus (tulang martil), Incus (tulang landasan), dan stapes (tulang sanggurdi). Ketiga tulang pendengaran ini saling berhubungan, sehingga getaran- getaran bunyi dapat dihantarkan dari gendang pendengaran ke telinga bagian dalam. Fungsinya adalah :

- a) Sebagai penyalur getaran suara
- b) Memperkuat suara
- c) Melindungi alat pada telinga bagian dalam

Bila getaran suara diantar melalui A, maka sampai B getaran tersebut diperkuat 1,31 kali. Membran tympani mempunyai diameter 20 kali lebih luas dari pada membran foramen ovale. Secara teoritis, suara sampai di foramen ovale akan diperkuat kurang lebih $20 \times 1,31 = 26,2$ kali, ternyata suara sampai di foramen ovale hanya diperkuat 15 kali karena selama penghantaran tenaga tadi banyak hilang karena tahanan-tahanan.

Proteksi adalah tulang pendengaran, hanya berkontraksi untuk nada-nada suara yang tidak merusak otot-otot dalam telinga dalam. Melalui suara dengan nada rendah telinga akan dinetralisir oleh gerakan-gerakan stape. Gerakan-gerakan tadi merupakan suatu reflek, dinamakan tympani reflex yang bertujuan untuk melindungi organ- organ telinga dalam. Tekanan udara dalam cavum timpani

selalu sama dengan udara luar (1 atmosfer). Cavum timpani berhubungan dengan rongga mulut melalui tuba eustachii. Setiap menelan, mengunyah atau menguap, muara tuba eustachii selalu terbuka sehingga tekanan udaranya seimbang. Tuba Eustachii berfungsi untuk mempertahankan agar tekanan udara di dalam cavum tympani tetap sama dengan tekanan udara luar. Membran tympani berfungsi menangkap getaran suara, memperkuat getaran suara, dan melindungi alat di dalam liang telinga dalam. Membran timpani mempunyai sifat spesifik dibandingkan dengan alat musik. Gendang alat musik hanya memberikan nada tertentu dengan frekuensi tertentu, tetapi membran tympani dapat bergetar atau beresonansi terhadap berbagai nada yang masih dapat kita dengar. Frekuensi nada 16/detik sampai dengan 2000/detik karena sifat membran tympani merupakan alat yang periodik, yaitu alat yang tidak mempunyai frekuensi tersendiri. Membran tympani setelah getaran suara hilang, ia akan berhenti bergetar sedangkan pada gendang musik meskipun pukulan telah berhenti ia masih bergetar untuk beberapa saat.

Membran tympani akan terganggu fungsinya bila membran tympani mengalami kelainan, yaitu membran tympani tertarik ke dalam. Ini terjadi apabila tekanan cavum tympani lebih rendah dari udara luar atau bila posisi membran tympani menonjol ke luar, hal ini disebabkan karena dalam cavum tympani tertimbun cairan (otitis serosa). Di dalam telinga bagian tengah terdapat otot, yaitu otot gendang pendengaran (tensor tympani), otot sanggurdi (stapedius). Tensor tympani berkaitan dengan martil, stapedius berkaitan dengan kepala sanggurdi. Ujung lain dari kedua otot itu berkaitan

pada dinding rongga telinga bagian tengah. Kedua otot ini berfungsi untuk: Memperkuat rantai tulang pendengaran, Meredam bunyi yang terlalu keras, Melindungi telinga bagian dalam (Iswari, 2018).

3) Telinga bagian dalam

Telinga bagian dalam (Labyrin) itu merupakan bagian terpenting dari telinga, labyrin adalah suatu rongga berisi cairan perilimpe dan letaknya di tulang pelipis yang berfungsi melindungi bagian dalam. Dilihat dari segi anatomi, telinga bagian dalam terdapat serambi (vestibule), saluran-saluran gelung (canalis semi circularis), rumah siput (cochlea). Serambi ini berhubungan dengan saluran-saluran gelung dan dengan cochlea, saluran-saluran gelung ini merupakan alat keseimbangan, sedangkan cochlea merupakan bagian dari indra pendengaran.

Dalam telinga bagian dalam yang terpenting adalah organ corti. Organ corti ini merupakan suatu reseptor pendengaran yang terletak di dalam cochlea bagian scala media tepatnya di atas membran basilaris. Organ corti berupa suatu deretan sel-sel rambut yang jumlahnya berkisar antara 24.000 – 31.000 ke atas atau lebih. Deretan rambut-rambut tersebut dinamakan tali pendengaran. Ukuran dari sel rambut organ corti dan ujung apex tidak sama bagian basis/pangkal cochlea tali pendengaran ini pendek dan tebal. Tali pendengaran ini penting untuk menyeleksi berbagai nada suara. Perbedaan ukuran dan bentuk ini berperan untuk menentukan berbagai nada suara.

b. Saraf Pendengaran

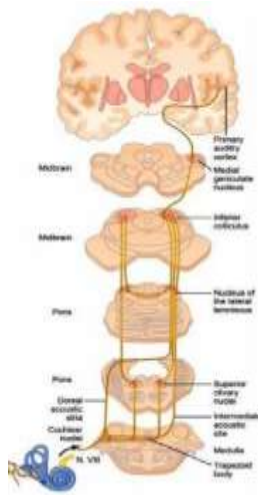
Saraf pendengaran (nervus auditorius) terdiri dari dua bagian. Salah satunya pengumpulan sensibilitas dari bagian vestibuler rongga telinga dalam yang memiliki hubungan dengan keseimbangan. Serabut-

serabut saraf ini bergerak menuju nucleus vestibularis yang berada pada titik pertemuan antara pons dan medulla oblongata, kemudian bergerak menuju serebelum. Bagian koklea pada saraf pendengaran adalah saraf sebenarnya. Serabut saraf mula-mula dipancarkan pada sebuah nucleus khusus yang berada tepat di belakang thalamus, kemudian dilanjutkan ke pusat penerima dalam korteks otak yang terletak pada bagian bawah lobus temporalis (Pearce, 2009).

c. Fisiologi Pendengaran

Proses pendengaran dimulai dengan daun telinga menyerap energi suara dalam bentuk gelombang. Gelombang ditransmisikan ke koklea melalui udara. Getaran tersebut menyebabkan gendang telinga bergetar dan diteruskan ke telinga tengah melalui jaringan tulang-tulang pendengaran. Ini memperkuat getaran dengan getaran tulang-tulang pendengaran dan peningkatan proporsional di area gendang telinga dan *foramen ovale*. Energi getaran yang diperkuat ini diteruskan ke stapes, yang menggerakkan *foramen ovale* sampai cairan perilimfe bergerak pada skala vestibular. Getaran akibat getaran perifer terjadi melalui membrane *Reissner*, yang menginduksi endolimfe sehingga terjadi pergerakan relative antara membrane basal dan membrane tektorial.

Proses ini merupakan stimulus mekanis yang membelokkan stereosilia sel rambut, membuka saluran ion dan melepaskan ion bermuatan dari perikaryon. Situasi ini memicu proses depolarisasi sel-sel rambut, melepaskan neurotransmitter pada sinapsis, menyebabkan potensial aksi di saraf pendengaran dan kemudian nukleus pendengaran ke korteks pendengaran (wilayah 39-40) lobus temporal (Guyton, 2012).



Gambar 6. Jaras Saraf Pendengaran

3. Indera Penciuman (Hidung)

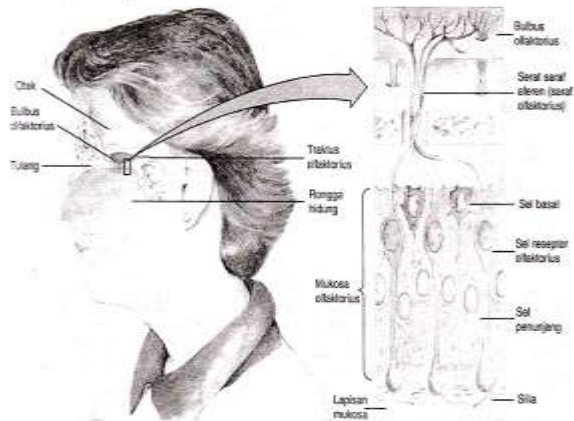
a. Anatomi Hidung

Reseptor penciuman terletak pada selaput lendir hidung bagian atas (Concha superior). Daerah ini mempunyai luas kurang lebih 2 cm yang berwarna kekuning - kuning yang disebut area olfaktoria. Daerah ini selalu berlendir karena ada sekresi daripada kelenjar Bowmann. Sekresi inilah yang akan melarutkan gas yang sampai pada ara olfaktoria sehingga dapat merangsang saraf penciuman. Makin rendah titik didih suatu gas atau cairan makin kuat rangsangannya (Iswari, 2018)

b. Fisiologi Penciuman

Alat penciuman erat hubungannya dengan alat pengecap bahkan disebut sebagai pengecap jarak jauh. Alat penciuman mempunyai kepekaan yang luar biasa karena kadar zat-zat yang dimiliki rendah sudah mampu merangsang reseptor penciuman. Reseptor penciuman terletak di bagian atas dari rongga hidung,

pada gerak pernafasan biasa aliran gerak udara pernafasan hanya melalui bagian bawah rongga hidung, oleh karena itu kita bernafas biasa suatu zat tidak tercium oleh kita. Supaya udara pernafasan dapat mencapai rongga hidung bagian atas (area olfaktorik) maka kita harus menarik nafas dalam- dalam. Dengan demikian terjadi arus memutar dari udara pernafasan sehingga gas yang mengandung zat yang berbau tadi akan sampai pada ara olfaktorik akan bau akan tercium. Penciuman disarafi oleh Nervus I (Nervus Olfaktorius) juga disaraf oleh Nervus VI (Nervus Trigeminus) yang berfungsi sebagai reflek perlindungan tubuh terhadap saluran pernafasan (reflek bersin, batuk dan sebagainya) (Iswari, 2018).



Gambar 6. Bagian Hidung

4. Indra Perasa/Pengecapan (Lidah)
 - a. Anatomi Lidah

Lidah merupakan salah satu organ dari tubuh manusia yang sangat sensitif dan memiliki fungsi sebagai pengecap rasa, sebagai alat pengucap rasa dan organ yang kita gunakan untuk membolak-balik makanan ketika mengunyah. Lidah terletak dalam rongga mulut, lidah juga memiliki fungsi sebagai

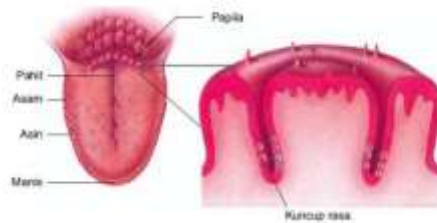
pembersih gigi dan mulut alami. Lidah terdiri atas otot lurik, otot lurik adalah otot yang digunakan untuk pergerakan. Selain otot lurik, lidah juga terdiri dari membran mukosa. Pada permukaan lidah, reseptornya berupa tonjolan-tonjolan kecil yang dinamakan papila filiformis, papila fungiformis dan papila circumfata. Reseptornya berbentuk piala pengecap yang disebut gemma sustentoera.

Pengecapan ini juga disarafi oleh Nervus VII (fasialis) dan Nervus IX (glossofaringeus), disamping itu pada lidah terdapat Nervus V (trigeminus), yaitu untuk mensarafi rasa, sakit dan suhu. Lidah manusia terdiri atas dua bagian lidah, yaitu bagian anterior dan bagian posterior. Bagian anterior adalah bagian yang terlihat dan terletak di depan. Dua pertiga bagian dari panjang lidah merupakan bagian anterior. Puncak anterior lidah berciri sempit dan tipis dan mengarah kedepan. Bagian posterior merupakan bagian lidah yang paling dekat dengan tenggorokan. Mengisi sepertiga bagian dari panjang keseluruhan lidah kita. Bagian posterior terhubung dengan tulang hyoid oleh otot-otot hyoglossi dan genioglossus, serta membran hyoglossal. Tulang hyoid disebut juga sebagai tulang lingual, berbentuk seperti sepatu kuda. Tulang ini pada umumnya bisa ditemukan pada mamalia dan memungkinkan lidah memiliki pergerakan yang luas. Keberadaan tulang hyoid dan otot genioglossi membuat lidah bisa menjulur.

1) Papila

Permukaan lidah memiliki tekstur karena terdapat tonjolan-tonjolan yang disebut papila. Terdapat tiga jenis papila yaitu papila filiformis, papila sirkumvalata, dan papila fungiformis.

- a) Papila filiformis, merupakan papila yang berada di dorsum linguae (punggung lidah) dan bentuknya serupa dengan benang halus.
- b) Papila sirkumvalata, merupakan papila yang berbentuk bulat dan tersusun membentuk huruf V dibagian belakang lidah.
- c) Papila fungiformis, merupakan papila yang berbentuk seperti jamur dan berada dibagian depan lidah. Terdapat satu jenis papila yang tidak dimiliki oleh manusia, yaitu papila folliata. Papila folliata hanya ditemukan pada hewan pengerat, pada papila terdapat taste bud atau tunas pengecap yang membantu kita dalam mengidentifikasi rasa yang berbeda-beda pada makanan. Papila sirkumvala dan fungi formis adalah papila yang berperan utama dalam mengidentifikasi rasa, sedang papila filiform memiliki tugas untuk mencengkram makanan. Setiap papila terdapat banyak ujung pengecap dimana disetiap ujung pengecap ini masing-masing terdapat tiga jenis sel. a) Sel penyokong atau pendukung sustentacular yang berfungsi menopang. b) Sel pengecap yang berupa tonjolan seperti rambut yang keluar dari lubang pengecap atau reseptor. c) Sel basal yang mampu menghasilkan sel penyokong sustentacular dan sel pengecap.



Gambar 7. Papila Lidah

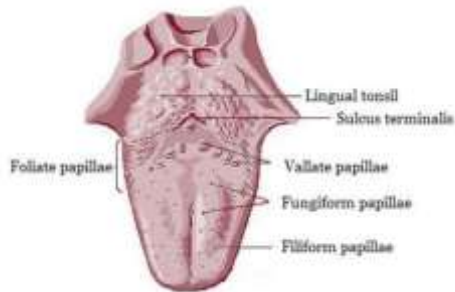
2) Sulcus terminalis

Sulcus terminalis memiliki bentuk seperti huruf V dan merupakan bagian lidah yang memisahkan anterior dan posterior lidah. Permukaan anterior terdiri atas puncak dan ujung lidah, sedangkan posterior terdiri atas akar lidah yang berkaitan dengan tulang hyoid dan saraf glossopharyngeal.

3) Tonsil

Tonsil merupakan kumpulan dari jaringan getah bening (limfoid) yang terletak dalam rongga mulut. Tonsil memiliki fungsi sebagai penyaring bakteri dan kuman yang masuk ke tubuh baik melalui jalur udara dan alat pernapasan maupun melalui makanan. Berdasarkan letaknya dalam rongga mulut, tonsil terbagi menjadi tiga jenis, yaitu tonsil palatina, tonsil faring, dan tonsil lingual.

- a) Tonsil palatina, merupakan tonsil yang sering disebut sebagai amandel dan terletak di kiri dan kanan rongga mulut.
- b) Tonsil faring, disebut juga sebagai adenoid dan terletak dibagian dinding belakang nasofaring.
- c) Tonsil lingual, merupakan tonsil yang terletak pada daerah pintu masuk saluran nafas dan saluran pencernaan.



Gambar 8. Sulcus terminalis dan tonsil

b. Fisiologi Perasa

Persarafan pada lidah terdiri atas serabut saraf motorik, serabut saraf sensorik khusus untuk mengecap rasa dan serabut saraf sensorik umum untuk sensasi. Saraf motorik untuk otot intrinsik dan ekstrinsik lidah, sebagian besar disuplai oleh serabut saraf motorik eferent yang berasal dari saraf hypoglossal, terkecuali otot palatoglossus yang persarafannya dikendalikan oleh saraf vagus. Persarafan rasa dan sensasi berbeda pada lidah anterior dan posterior. Hal ini disebabkan karena masing-masing bagian lidah tersebut berasal dari struktur embriologi yang berbeda. Peredaran darah pada lidah terjadi melalui arteri linguinal, yang merupakan cabang dari arteri karotis eksternal dan vena linguinal yang terhubung dengan vena jugularis internal. Suplai darah sekunder lidah didapat dari cabang tonsilar yang merupakan bagian dari arteri wajah dan arteri faringeal.

5. Indra Peraba (Kulit)

Kulit merupakan salah satu organ terbesar pada tubuh manusia yang meliputi hampir seluruh permukaan tubuh. Kulit memiliki berbagai fungsi, salah satunya adalah melindungi otot, tulang dan organ internal. Selain itu kulit

juga berfungsi melindungi tubuh dari kuman, virus, hingga paparan zat kimia, memelihara keseimbangan cairan elektrolit, membantu sintesis vitamin D, dan menjaga suhu tubuh tetap stabil. Jika direntangkan, kulit pada laki-laki dewasa dengan berat badan 68 kg bisa mencapai 1.7 meter persegi dengan total berat 4 kg. Lapisan kulit paling tipis terdapat pada kelopak mata, sedangkan lapisan kulit paling tebal terdapat pada telapak kaki. Berikut merupakan fungsi dari kulit.

a. Anatomi Kulit

Kulit tersusun atas 3 lapisan utama yaitu:

1) Lapisan Epidermis atau Kutikel

Lapisan luar kulit yang berasal dari ektoderm, tersusun atas epitel berlapis gepeng berkeratin dan lebih tipis dibanding lapisan dermis. Lapisan epidermis terdiri atas:

a) Stratum Korneum (Lapisan Tanduk)

Lapisan kulit paling luar dimana eleidin berubah menjadi keratin yang tersusun tidak teratur sedangkan serabut elastis dan retikuleranya lebih sedikit. Terdiri atas 15-20 lapis sel gepeng berkeratin tanpa inti dengan sitoplasma yang dipenuhi keratin filamentosa birefringen.

b) Stratum Lusidum

Terletak langsung di bawah stratum korneum, merupakan lapisan tipis translusen sel eosinofilik yang sangat pipih. Organel dan inti menghilang serta sitoplasma hampir sepenuhnya berisi filamen keratin padat yang berhimpitan dalam matriks padat elektron. Lapisan ini hanya dijumpai pada kulit tebal

c) Stratum Granulosum

(Lapisan Keratohialin) Terdiri 3-5 lapis sel-sel poligonal gepeng dengan sitoplasma berbutir

kasar dan terdapat inti di antaranya. Butir-butir kasar ini terdiri atas keratohialin. Mukosa biasanya tidak mempunyai lapisan ini. Tampak jelas pada telapak tangan dan kaki

d) Stratum Spinosum (Stratum Malpighi)

Lapisan epidermis paling tebal terdiri dari sel kuboid dengan inti di tengah, nukleolus dan sitoplasma aktif menyintesis filamen keratin. Intinya besar dan oval

e) Stratum Basale (Stratum Germinativum)

Stratum basale terdiri atas selapis sel kuboid atau kolumnar basofilik. Ditandai dengan tingginya aktivitas mitosis. Terdapat pula sel pembentuk melanin (melanosit) dengan sel berwarna muda, sitoplasma basofilik, inti gelap dan mengandung butir pigmen.

2) Lapisan Dermis (korium, kutis vera, true skin)

Lapisan yang lebih tebal daripada epidermis. Terdiri atas lapisan elastik dan fibrosa padat dengan elemen selular dan folikel rambut. Terbagi menjadi dua bagian yaitu:

a) Pars Papilare (Stratum Spongiosum)

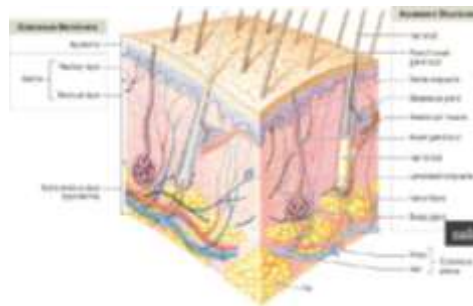
Lapisan tipis terdiri dari jaringan ikat longgar dengan fibroblas, sel mast dan makrofag serta terdapat bagian yang menonjol ke epidermis yang disebut papila dermis. Lapisan ini berisi ujung serabut saraf dan pembuluh darah

b) Pars Retikulare (Stratum Kompaktum)

Lapisan yang lebih tebal terdiri atas jaringan ikat padat iregular (terutama kolagen tipe I) tersusun atas serabut penunjang seperti serabut kolagen, elastin, dan retikulin. Dasar lapisan ini terdiri atas cairan kental asam hialuronat dan kondroitin sulfat serta fibroblast

3) Lapisan Subkutis (hipodermis)

Tidak ada garis tegas yang memisahkan antara dermis dan subkutis. Lapisan ini ditandai dengan adanya jaringan ikat longgar dan adanya sel serta jaringan lemak. Terdiri atas jaringan ikat longgar berisi sel-sel lemak di dalamnya. Lapisan sel lemak (panikulus adiposa) yang berfungsi sebagai cadangan makanan merupakan sel bulat, besar, dengan inti terdesak ke pinggir. Pada lapisan ini terdapat ujung-ujung saraf tepi, pembuluh darah dan getah bening. Vaskularisasi diatur oleh pleksus superfisial yang terletak di bagian atas dermis dan pleksus profunda yang terletak di subkutis.



Gambar 9. Lapisan Kulit

b. Fisiologi Peraba

1) Fungsi Proteksi

Kulit menjaga bagian dalam tubuh terhadap gangguan fisis atau mekanis seperti gaya gesekan, tekanan, tarikan, gangguan infeksi luar terutama bakteri maupun jamur, zat-zat kimia yang bersifat iritan seperti lisol, karbol, asam, dan alkali kuat lainnya, serta adanya pigmen melanin gelap yang dapat melindungi sel dari radiasi ultraviolet

- 2) Fungsi Absorpsi
Kulit sehat tidak mudah menyerap air, larutan dan benda padat, tetapi lebih mudah menyerap pada cairan yang mudah menguap. Permeabilitas kulit terhadap O_2 , CO_2 , dan uap air memungkinkan kulit ikut mengambil bagian pada fungsi respirasi. Kemampuan ini dipengaruhi oleh tebal tipisnya kulit, hidrasi, kelembaban, metabolisme, dan jenis vehikulum. Penyerapan lebih banyak melalui sel-sel epidermis daripada melalui muara kelenjar
- 3) Fungsi Ekskresi
Kulit berfungsi untuk pengeluaran keringat
- 4) Fungsi Persepsi
Kulit sangat peka terhadap berbagai rangsang sensorik karena mengandung ujung-ujung saraf sensorik di dermis dan subkutis. Rangsang panas diperankan oleh badan ruffini di dermis dan subkutis. Badan krause di dermis berperan terhadap rangsang dingin. Rangsang raba diperankan oleh badan meissner di papila dermis.
- 5) Fungsi Pengaturan Suhu Tubuh
Temperatur kulit dikontrol dengan dilatasi atau kontriksi pembuluh darah kulit. Temperatur yang meningkat menyebabkan vasodilatasi pembuluh darah, kemudian tubuh melepas panas dari kulit dengan cara mengirim sinyal kimia yang dapat meningkatkan aliran darah di kulit. Sedangkan temperatur yang menurun, pembuluh darah kulit akan vasokonstriksi untuk mempertahankan panas
- 6) Fungsi Pembentukan Pigmen
Sel pembentuk pigmen (melanosit) ini terletak dilapisan basal. Jumlah melanosit dan besarnya butiran pigmen (melanosomes) menentukan warna kulit ras maupun individu. Paparan sinar matahari mempengaruhi produksi melanosom

7) Fungsi Pembentukan Vitamin D

Kulit dapat membuat vitamin D dari bahan 7-dihidroksi kolesterol dengan pertolongan sinar matahari

DAFTAR PUSTAKA

- Guyton, A. & H. J. (2012). *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran* (11th ed.). EGC.
- Iswari, M. & N. (2018). *Anatomi, Fisiologi dan Genetika*. Repository UNP.
<http://repository.unp.ac.id/20541/1/BUKU%20Anatomi,%20Fisiologi%20dan%20Genetika%20edit.pdf>
- Maulidasari; Muamar, R. & N. F. (2020). *Alat Indera Manusia*. LMS Spada Kemdikbud.
https://lmsspada.kemdikbud.go.id/pluginfile.php/651063/mod_resource/content/1/8.%20Alat%20Indra%20Pada%20Manusia.pdf
- Pearce, E. C. (2009). *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Saputro, N. T. & U. A. N. T. & P. A. E. (2021). *Anatomi dan Fisiologi Sistem Panca Indera*.
<http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/11284/1/Modul%20Kodefikasi%20terkait%20Sistem%20Penginderaan%20C%20Syaraf%20dan%20Gangguan%20Jiwa%20dan%20Perilaku.pdf>
- Sepe, Y. F. & S. St. (2023). *Buku Ajar Anatomi Fisiologi Manusia*. Zahir Publishing.
- Yulia, N. (2019). *Modul Patofisiologi 2*. LMS Paralel Universitas Esa Unggul.
https://lms-paralel.esaunggul.ac.id/pluginfile.php?file=/280715/mod_resource/intro/MODUL%20PATOLOGI%202%20PERTEMUAN%207.pdf

BIODATA PENULIS



Ns. Faradilla Miftah Suranata, S.Kep., M.Kep lahir di Jakarta, 26 Februari 1989. Saat ini penulis bekerja di Universitas Muhammadiyah Manado dan menjabat sebagai Kepala Lembaga Pengembangan Pendidikan dan Kurikulum sekaligus sebagai Dosen Pengajar. Mengajar Mata Kuliah Keperawatan Medikal Bedah, Komunikasi Dasar Keperawatan, Proses Keperawatan dan Berpikir Kritis dan Psikososial dan Budaya dalam Keperawatan di Program Studi S1 Ilmu Keperawatan serta membimbing stase Keperawatan Medikal Bedah dan Keperawatan Gawat Darurat di Program Studi Profesi Ners. Penulis merupakan alumni S1 Keperawatan STIKES Muhammadiyah Manado serta Profesi Ners dan S2 Keperawatan di Universitas Muhammadiyah Jakarta. Penulis merupakan pengurus DPW HIPGABI Sulawesi Utara dan DPK PPNI Universitas Muhammadiyah Manado

BAB 15

Vitamin dan Mineral

Tutik Setyowati, S.Kep., Ners, M.Kes

A. Pendahuluan

Vitamin dan mineral adalah unsur penting dalam menjaga kesehatan dan keseimbangan tubuh kita. Keduanya merupakan nutrisi esensial yang diperlukan dalam jumlah yang kecil, tetapi memiliki peran yang sangat besar dalam menjaga fungsi tubuh yang optimal. Dalam tulisan ini, kami akan menjelaskan secara singkat tentang vitamin dan mineral, peran mereka dalam tubuh, serta sumber-sumber makanan yang mengandung nutrisi-nutrisi ini.

Kami akan membahas lebih lanjut tentang masing-masing vitamin dan mineral, peran mereka dalam tubuh, serta sumber-sumber makanan yang dapat membantu Anda memenuhi kebutuhan nutrisi harian. Mengetahui tentang vitamin dan mineral adalah langkah awal penting dalam menjaga kesehatan dan kesejahteraan tubuh kita.

B. Konsep Vitamin

1. Pengertian Vitamin

Vitamin adalah senyawa organik yang diperlukan oleh tubuh dalam jumlah kecil untuk menjalankan berbagai fungsi biologis yang penting. Secara umum, vitamin adalah nutrisi esensial yang harus diperoleh dari makanan, karena tubuh manusia tidak dapat mensintesis sebagian besar vitamin dalam jumlah yang cukup. Vitamin berperan dalam berbagai proses biokimia dan fisiologis dalam tubuh, termasuk metabolisme, pertumbuhan, sistem kekebalan, dan fungsi saraf.

2. Klasifikasi Vitamin

Vitamin dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama berdasarkan kelarutannya dalam air atau lemak:

- a. Vitamin Larut dalam Air (Water-Soluble Vitamins): Termasuk vitamin B kompleks (seperti B1, B2, B3, B6, B12, dan asam folat) dan vitamin C (asam askorbat). Vitamin ini larut dalam air dan biasanya tidak disimpan dalam tubuh dalam jumlah besar. Mereka harus dipasok secara teratur melalui makanan.
- b. Vitamin Larut dalam Lemak (Fat-Soluble Vitamins): Termasuk vitamin A, D, E, dan K. Vitamin ini larut dalam lemak dan dapat disimpan dalam jaringan lemak tubuh. Kelebihan vitamin larut dalam lemak dapat menyebabkan toksisitas karena tubuh kesulitan mengeluarkannya.

3. Anatomi Vitamin

Anatomi vitamin mengacu pada struktur dan komponen vitamin. Vitamin adalah senyawa organik yang penting bagi kesehatan manusia dan hewan. Mereka umumnya dibutuhkan dalam jumlah kecil, tetapi esensial untuk berbagai fungsi biologis dalam tubuh. Berikut ini adalah beberapa komponen anatomi vitamin:

- a. Saluran Pencernaan: Proses awal dalam anatomi vitamin terjadi di saluran pencernaan. Vitamin dari makanan yang dikonsumsi pertama kali harus dipecah, dicerna, dan diserap. Ini terjadi terutama di lambung dan usus.
- b. Struktur Kimia: Vitamin memiliki beragam struktur kimia. Beberapa vitamin larut dalam air (misalnya, vitamin C dan sebagian vitamin B) dan beberapa larut dalam lemak (misalnya, vitamin A, D, E, dan K). Struktur kimianya bervariasi dari satu vitamin ke vitamin lainnya.

- c. Fungsi Biologis: Setiap vitamin memiliki fungsi biologis yang unik dalam tubuh. Misalnya, vitamin A penting untuk kesehatan mata, vitamin D diperlukan untuk penyerapan kalsium dan kesehatan tulang, dan vitamin C berperan dalam sistem kekebalan tubuh.
- d. Sumber: Vitamin dapat ditemukan dalam berbagai makanan, dan kekurangan vitamin tertentu dapat mengakibatkan masalah kesehatan. Misalnya, vitamin C banyak ditemukan dalam buah-buahan dan sayuran, sementara vitamin D bisa diproduksi oleh kulit saat terpapar sinar matahari.
- e. Metabolisme: Metabolisme vitamin mengacu pada cara tubuh memproses, mengangkut, dan menggunakan vitamin. Beberapa vitamin harus diubah menjadi bentuk aktif sebelum digunakan oleh tubuh, sedangkan yang lain dapat digunakan langsung.

4. Fisiologi Vitamin

Fisiologi vitamin mengacu pada cara tubuh memproses, menggunakan, dan mengatur vitamin setelah mereka diserap melalui makanan atau suplemen. Proses fisiologi vitamin ini sangat penting karena vitamin adalah komponen esensial yang dibutuhkan untuk berbagai fungsi biologis dalam tubuh. Berikut adalah beberapa aspek penting dalam fisiologi vitamin:

- a. Aktivasi dan Penggunaan: Setelah vitamin mencapai organ atau jaringan yang memerlukannya, mereka harus diaktifkan. Ini sering melibatkan konversi dari bentuk tidak aktif menjadi bentuk aktif. Contohnya, vitamin D tidak aktif akan diubah menjadi bentuk aktifnya di ginjal.
- b. Fungsi Biologis: Setelah diaktifkan, vitamin tersebut digunakan dalam berbagai fungsi biologis. Vitamin memiliki berbagai fungsi biologis yang berbeda dalam tubuh. Misalnya, vitamin C adalah berperan dalam

sintesis kolagen dan sistem kekebalan tubuh/ antioksidan yang melindungi sel-sel dari kerusakan oksidatif, sementara vitamin K diperlukan untuk pembekuan darah yang normal.

- c. **Metabolisme dan Ekskresi:** Vitamin yang tidak digunakan dalam tubuh kemungkinan diekskresikan melalui ginjal. Sebagian juga bisa disimpan dalam jaringan tubuh untuk digunakan nanti. Banyak vitamin perlu mengalami proses metabolisme dalam tubuh sebelum dapat digunakan. Proses metabolisme dapat mencakup konversi vitamin menjadi bentuk aktif atau mengubahnya menjadi bentuk yang dapat dieliminasi dari tubuh. Contohnya, vitamin A yang diambil dalam bentuk beta-karoten harus diubah menjadi bentuk aktifnya, retinol, oleh tubuh.
- d. **Interaksi dengan Nutrien Lain:** Vitamin sering bekerja bersama dengan mineral dan nutrien lain dalam tubuh. Contohnya, vitamin C meningkatkan penyerapan zat besi, sementara vitamin D memengaruhi penyerapan kalsium.
- e. **Pencegahan Kekurangan dan Toksisitas:** Keseimbangan yang tepat dalam asupan vitamin sangat penting untuk mencegah kekurangan vitamin atau bahkan toksisitas. Kekurangan vitamin dapat mengganggu fungsi tubuh, sedangkan toksisitas bisa berbahaya.
- f. **Metabolisme:** Banyak vitamin perlu mengalami proses metabolisme dalam tubuh sebelum dapat digunakan. Proses metabolisme dapat mencakup konversi vitamin menjadi bentuk aktif atau mengubahnya menjadi bentuk yang dapat dieliminasi dari tubuh. Contohnya, vitamin A yang diambil dalam bentuk beta-karoten harus diubah menjadi bentuk aktifnya, retinol, oleh tubuh.

- g. Fungsi Biologis: Vitamin memiliki berbagai fungsi biologis yang berbeda dalam tubuh. Misalnya, vitamin C adalah antioksidan yang melindungi sel-sel dari kerusakan oksidatif, sementara vitamin K diperlukan untuk pembekuan darah yang normal.
- h. Penyimpanan dan Ekskresi: Tubuh juga dapat menyimpan beberapa vitamin, terutama vitamin yang larut dalam lemak, dalam jaringan lemak atau hati. Kekurangan vitamin ini dapat diatasi dengan menggunakan cadangan ini. Namun, vitamin yang larut dalam air jarang disimpan dalam jumlah besar, dan kelebihanannya biasanya dikeluarkan melalui urin.

5. Defisiensi Vitamin

Defisiensi vitamin adalah kondisi di mana tubuh mengalami kekurangan atau kekurangan serius dalam asupan vitamin tertentu. Hal ini dapat terjadi karena berbagai alasan, termasuk diet yang tidak seimbang, gangguan penyerapan, atau kondisi medis yang mempengaruhi metabolisme vitamin. Defisiensi vitamin dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan. Berikut adalah beberapa contoh defisiensi vitamin yang umum:

- a. **Skorbut (Vitamin C):** Defisiensi vitamin C dapat menyebabkan skorbut, yang ditandai oleh gejala seperti gusi berdarah, kulit kering dan kasar, nyeri otot, lemah, dan kesulitan menyembuhkan luka.
- b. **Rakhitis (Vitamin D):** Defisiensi vitamin D dapat menyebabkan rakhitis, terutama pada anak-anak. Gejala rakhitis mencakup tulang lemah, pertumbuhan terhambat, dan deformitas tulang.
- c. **Berbagai Defisiensi Vitamin B:** Vitamin B kompleks terdiri dari berbagai vitamin B, seperti B1 (tiamin), B2 (riboflavin), B3 (niacin), B6 (piridoksin), B12 (kobalamin), dan asam folat. Defisiensi dalam vitamin ini dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti anemia, gangguan saraf, dan gangguan kulit.

- d. **Xerophthalmia (Vitamin A):** Defisiensi vitamin A dapat mengakibatkan xerophthalmia, yang merupakan gangguan mata yang menyebabkan mata kering, merusak kornea, dan bahkan kebutaan.
- e. **Berbagai Defisiensi Vitamin K:** Defisiensi vitamin K dapat mengganggu kemampuan pembekuan darah dan mempengaruhi proses penyembuhan luka.
- f. **Pellagra (Niacin atau Vitamin B3):** Defisiensi niacin dapat menyebabkan pellagra, yang ditandai oleh gejala seperti kulit meradang, diare, dan gangguan mental.

Penting untuk diingat bahwa defisiensi vitamin dapat dicegah dan diobati dengan meningkatkan asupan makanan yang kaya akan vitamin yang dibutuhkan atau dengan penggunaan suplemen vitamin jika diperlukan. Jika Anda memiliki gejala yang mencurigakan defisiensi vitamin, sebaiknya konsultasikan dengan profesional kesehatan Anda untuk diagnosis dan perawatan yang sesuai. Selalu berbicara dengan dokter atau ahli gizi sebelum mengonsumsi suplemen vitamin untuk memastikan bahwa Anda memenuhi kebutuhan nutrisi Anda dengan aman.

C. Konsep Mineral

1. Pengertian Mineral

Mineral adalah unsur kimia yang ditemukan dalam bentuk alami di kerak bumi dan merupakan komponen penting dalam berbagai proses biologis dan fungsi tubuh. Mereka adalah nutrisi esensial yang diperlukan dalam jumlah tertentu oleh organisme, termasuk manusia, untuk menjalankan berbagai fungsi biologis yang krusial. Mineral memiliki beberapa peran penting dalam tubuh, termasuk pembentukan jaringan, pengaturan keseimbangan air, kontraksi otot, transmisi impuls saraf, dan komponen enzim.

2. Macam Mineral

Berikut ini beberapa contoh mineral yang penting dan peran utama mereka dalam tubuh manusia:

- a. **Kalsium (Ca):** Kalsium adalah mineral penting untuk pembentukan dan pemeliharaan tulang dan gigi, serta berperan dalam kontraksi otot, transmisi impuls saraf, dan pengaturan detak jantung.
- b. **Fosfor (P):** Fosfor adalah mineral yang berkolaborasi dengan kalsium dalam pembentukan tulang dan gigi. Selain itu, fosfor juga penting dalam penyimpanan dan transfer energi (misalnya, ATP) serta banyak proses biokimia dalam tubuh.
- c. **Natrium (Na) dan Kalium (K):** Natrium dan kalium adalah elektrolit yang penting untuk menjaga keseimbangan air dalam tubuh dan berperan dalam kontraksi otot, fungsi saraf, dan pengaturan tekanan darah.
- d. **Besi (Fe):** Besi diperlukan untuk pembentukan hemoglobin, yang mengangkut oksigen dalam darah, serta berperan dalam sejumlah reaksi biokimia dalam tubuh.
- e. **Magnesium (Mg):** Magnesium adalah kofaktor bagi banyak enzim dalam tubuh dan penting dalam kontraksi otot, transmisi impuls saraf, dan metabolisme energi.
- f. **Seng (Zn):** Seng berperan dalam pertumbuhan, perbaikan sel, dan sistem kekebalan tubuh. Ini juga merupakan kofaktor untuk banyak enzim yang terlibat dalam reaksi biokimia.
- g. **Yodium (I):** Yodium diperlukan untuk produksi hormon tiroid dan pengaturan metabolisme.

3. Anatomi Mineral

Mineral adalah unsur kimia yang esensial untuk kesehatan dan fungsi tubuh manusia. Mereka memainkan peran penting dalam berbagai proses biologis dan struktur

tubuh. Berikut adalah beberapa komponen dasar anatomi mineral:

- a. **Komposisi Kimia:** Mineral terdiri dari unsur-unsur kimia, dan setiap mineral memiliki komposisi kimia yang unik. Misalnya, mineral kalsium (Ca) adalah komponen utama tulang dan gigi, sementara mineral besi (Fe) diperlukan untuk pembentukan hemoglobin, yang mengangkut oksigen dalam darah.
- b. **Fungsi Biologis:** Mineral memiliki berbagai fungsi biologis dalam tubuh. Beberapa di antaranya digunakan untuk pembentukan jaringan, pengaturan keseimbangan air, kontraksi otot, transmisi sinyal saraf, dan sebagai komponen dalam berbagai enzim dan molekul penting. Misalnya, magnesium (Mg) adalah mineral yang diperlukan untuk banyak reaksi enzimatik, sedangkan natrium (Na) dan kalium (K) penting dalam menjaga keseimbangan elektrolit dan fungsi saraf dan otot.
- c. **Sumber:** Mineral dapat ditemukan dalam berbagai makanan dan sumber alam. Contohnya, kalsium dapat ditemukan dalam susu dan produk susu, besi dapat ditemukan dalam daging merah, dan kalium dapat ditemukan dalam buah-buahan dan sayuran.
- d. **Absorpsi dan Metabolisme:** Proses penyerapan mineral dalam tubuh melibatkan saluran pencernaan, dan penyerapan mineral dapat dipengaruhi oleh faktor seperti pH lambung, ketersediaan nutrisi lainnya, dan kondisi kesehatan individu. Setelah diserap, mineral akan beredar melalui aliran darah ke jaringan yang memerlukannya.
- e. **Kelebihan dan Kekurangan:** Keseimbangan mineral yang tepat dalam tubuh sangat penting. Kelebihan atau kekurangan mineral tertentu dapat menyebabkan masalah kesehatan. Misalnya, kekurangan zat besi

dapat menyebabkan anemia, sedangkan kelebihan seng (Zn) dapat menyebabkan keracunan.

- f. **Ekskresi:** Mineral yang tidak diperlukan oleh tubuh akan diekskresikan melalui urine atau tinja. Proses ekskresi dapat bervariasi tergantung pada jenis mineral.

Dalam menjaga kesehatan, penting untuk mendapatkan jumlah mineral yang cukup melalui makanan yang seimbang. Jika ada kekhawatiran tentang kekurangan atau kelebihan mineral tertentu, konsultasikan dengan profesional kesehatan atau dokter untuk saran lebih lanjut. Juga, faktor individu seperti usia, jenis kelamin, dan kondisi kesehatan dapat memengaruhi kebutuhan mineral yang diperlukan oleh setiap individu.

4. Fisiologi Mineral

Fisiologi mineral mengacu pada berbagai proses biologis yang melibatkan mineral dalam tubuh manusia. Mineral adalah unsur kimia yang diperlukan dalam jumlah tertentu untuk fungsi normal tubuh, dan mereka berperan dalam banyak proses biologis yang penting. Berikut beberapa aspek dalam fisiologi mineral:

- a. **Fungsi Biologis:** Setiap mineral memiliki fungsi biologis khusus dalam tubuh. Beberapa mineral penting untuk pembentukan dan pemeliharaan jaringan, seperti tulang dan gigi. Contohnya, kalsium dan fosfor diperlukan untuk pertumbuhan dan pemeliharaan tulang yang kuat. Mineral lainnya berperan dalam fungsi kardiovaskular, saraf, dan otot. Misalnya, natrium dan kalium memainkan peran penting dalam kontraksi otot dan transmisi impuls saraf.
- b. **Keseimbangan Elektrolit:** Sejumlah mineral, seperti natrium, kalium, klorida, dan kalsium, berfungsi sebagai elektrolit dalam tubuh. Mereka mempertahankan keseimbangan air dan elektrolit

dalam sel-sel tubuh dan berperan dalam menjaga tekanan darah yang normal dan kontraksi otot yang tepat.

- c. **Hemoglobin dan Transport Oksigen:** Besi adalah komponen utama dalam molekul hemoglobin dalam sel darah merah. Hemoglobin mengikat dan mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh. Kekurangan besi dapat menyebabkan anemia, yang mengakibatkan kurangnya transport oksigen.
- d. **Fungsi Enzim:** Beberapa mineral, seperti seng, tembaga, dan magnesium, adalah kofaktor enzim, yang diperlukan untuk reaksi kimia dalam tubuh. Enzim adalah protein yang mempercepat reaksi kimia biologis, dan mereka membutuhkan mineral tertentu untuk berfungsi.
- e. **Pertumbuhan dan Perkembangan:** Selama pertumbuhan dan perkembangan, mineral sangat penting. Misalnya, seng diperlukan untuk pertumbuhan sel, dan yodium diperlukan untuk perkembangan kelenjar tiroid dan fungsi hormon tiroid.
- f. **Detoksifikasi dan Pertahanan Tubuh:** Beberapa mineral, seperti selenium, berperan dalam sistem antioksidan tubuh dan membantu dalam detoksifikasi senyawa beracun.
- g. **Asam Basa dan pH Tubuh:** Mineral seperti kalsium dan fosfor memainkan peran dalam menjaga keseimbangan asam-basa dalam tubuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, Sunita, Prinsip Dasar Ilmu Gizi, Gramedia Pustaka utama, Jakarta, 2011
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 51 Tahun 2016, Standar Produk Suplementasi Gizi, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor 1600, JakartaPusat
- Data dan Informasi, 2018, Situasi Balita Pendek (Stunting) di Indonesia , Semester I, Buletin

BIODATA PENULIS



Tutik Setyowati, SKep., Ners, M.Kes, lahir di Blora, pada 13 Desember 1970. Menyelesaikan pendidikan S1 dan Profesi di Fakultas Kedokteran Universitas Gajah Mada Yogyakarta dan S2 di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro Semarang. Sampai saat ini penulis sebagai Dosen di Jurusan Keperawatan Poltekkes Kemenkes Semarang.



PT MEDIA PUSTAKA INDO
Jl. Merdeka RT4/RW2
Binangun, Kab. Cilacap, Provinsi Jawa Tengah
No hp. 0838 6333 3823
Website: www.mediapustakaindo.com
E-mail: mediapustakaindo@gmail.com

