

TUGAS MAKALAH

STRUKTUR DAN FUNGSI TUBUH MANUSIA SECARA UMUM



Disusun Oleh:

Dwi Kurniati Fakultas Kesehatan Masyarakat 1206276770

Dessy Anggraeni. S Fakultas Ilmu Keperawatan 1206218770

Yashinta Astia Juniaputri Fakultas Kesehatan Masyarakat 1206211890

Galih Widyasmoro Fakultas Ilmu Keperawatan 1206239970

Nur Laily Putri Fakultas Farmasi 1206210976

FAKULTAS RUMPUN KESEHATAN

UNIVERSITAS INDONESIA

2012/2013

UNIVERSITAS INDONESIA

TUGAS MAKALAH
STRUKTUR DAN FUNGSI TUBUH MANUSIA SECARA UMUM



Disusun Oleh:

Dwi Kurniati Fakultas Kesehatan Masyarakat 1206276770

Dessy Anggraeni. S Fakultas Ilmu Keperawatan 1206218770

Yashinta Astia Juniaputri Fakultas Kesehatan Masyarakat 1206211890

Galih Widyasmoro Fakultas Ilmu Keperawatan 1206239970

Nur Laily Putri Fakultas Farmasi 1206210976

FAKULTAS RUMPUN KESEHATAN
UNIVERSITAS INDONESIA
2012/2013

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat-Nya kami dapat menyelesaikan makalah yang berjudul Genetika Manusia. Makalah ini diajukan untuk memenuhi tugas mata kuliah Ilmu Biomedik Dasar.

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga makalah ini dapat diselesaikan sesuai dengan waktunya. Makalah ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan makalah ini.

Semoga makalah ini bermanfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan semua pihak.

Depok, September 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN 1

Latar Belakang 1

Tujuan Penulisan 1

Ruang Lingkup Materi 1

Bab II PEMBAHASAN 2

BAB III PENUTUP 17

Kesimpulan 17

DAFTAR PUSTAKA 19

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Manusia memiliki banyak sekali gen-gen, dan kumpulan dari gen-gen ini disebut genom yang berada dalam sebuah kromosom. Secara umum struktur utama dari gen manusia adalah DNA. Sehingga kita perlu tau apa fungsi gen, letaknya, serta hal-hal yang terakait dengan gen.

Dengan demikian, kita dapat memahami hal-hal yang terkait dengan genetika manusia. Disamping dalam rangka pembuatan makalah biomedik dasar tentang Genetika Manusia.

B. Tujuan penulisan

- Memahami Definisi, fungsi , dan letak Gen
- Memahami Definisi dan Perbedaan Fenotip dan Genotip
- Memahami Hukum Mendel I dan II
- Memahami Penurunan Sifat dominan dan Resesif
- Memahami Penurunan Sifat secara Poligenik, Multiple allele, dan dominan tidak lengkap
- Memahami Cara mengetahui probabilitas kelainan genetic autosomal
- Memahami Definisi Autosomal dominan, Autosomal resesif, XY-linked
- Memahami Perbedaan kariotipe pria dan wanita

C. Ruang lingkup

- Definisi, fungsi , dan letak Gen
- Definisi dan Perbedaan Fenotip dan Genotip
- Hukum Mendel I dan II
- Penurunan Sifat dominan dan Resesif
- Penurunan Sifat secara Poligenik, Multiple allele, dan dominan tidak lengkap
- Cara mengetahui probabilitas kelainan genetic autosomal
- Definisi Autosomal dominan, Autosomal resesif, XY-linked
- Perbedaan kariotipe pria dan wanita

BAB II

PEMBAHASAN

1. STRUKTUR TUBUH MANUSIA

A. Jaringan Dasar dan Sistem Integument

Jaringan Dasar

Jaringan adalah kumpulan sel sejenis yang memiliki struktur dan fungsi yang sama untuk membentuk suatu organ. Jenis jaringan yang umumnya dimiliki oleh vertebrata dan manusia ada empat macam, yaitu jaringan epitel, jaringan ikat dan penyokong, jaringan otot, serta jaringan syaraf.

1. Jaringan Epitel

Jaringan epitel adalah jaringan yang melapisi atau menutup permukaan tubuh permukaan tubuh dan membatasi rongga tubuh. Jaringan epitel yang melapisi lapisan luar tubuh disebut epitelium, jaringan epitel yang membatasi rongga tubuh disebut mesotelium, dan jaringan epitel yang membatasi organ disebut endotelium.

Ciri-ciri jaringan epitel, yaitu:

- a. Sel-selnya tersusun rapat sehingga hampir tidak ada ruang antarsel.
- b. Tidak mengandung pembuluh darah, tetapi mengandung ujung syaraf.
- c. Memiliki kemampuan regenerasi cukup tinggi.

Berdasarkan strukturnya, jaringan epitel dibagi menjadi tiga macam. Ketiga macam jaringan epitel tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Epitel pipih, berbentuk seperti lapisan pipih, nukleusnya bulat yang terletak di tengah.
- b. Epitel batang (silindris), berbentuk seperti batang, nukleusnya bulat yang terletak di dasar sel.
- c. Epitel kubus, berbentuk seperti kubus, nukleusnya bulat besar yang terletak di tengah.

Macam-macam jaringan epitel manusia, lokasi ditemukan, dan fungsinya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Macam-macam Jaringan Epitel, Lokasi ditemukan dan Fungsinya.

Macam Jaringan	Lokasi	Fungsi
Epitel pipih selapis	Lapisan pada limfe, pembuluh darah kapiler, paru-paru, ginjal, dll.	Memungkinkan difusi melalui permukaan yang selektif permeabel, osmosis, filtrasi dan sekresi.
Epitel pipih berlapis banyak	Epidermis, vagina, mulut, esofagus, saluran anus, dan ujung distal dari uretra.	Proteksi
Epitel silindris selapis	Lambung, usus, kelenjar pencernaan, saluran uterus dan uterus.	Sekresi, absorpsi nutrisi di usus dan proteksi.
Epitel silindris berlapis banyak	Epitelium laring, faring, trakea dan kelenjar ludah.	Sekresi, pergerakan dan pelindung.
Epitel kubus selapis	Epitelium ovarium, lensa mata, nefron ginjal dan kelenjar tiroid.	Sekresi dan absorpsi
Epitel kubus berlapis banyak	Epitelium folikel ovarium, testis, saluran kelenjar minyak dan kelenjar keringat pada kulit.	Sekresi dan absorpsi.
Epitel transisi	Epitelium ureter, uretra, saluran pernapasan, dan kantung kemih.	Memungkinkan perubahan dalam bentuk.
Epitel kelenjar	Kelenjar kulit, kelenjar pencernaan, dan kelenjar endokrin	Sintesis, penyimpanan, dan sekresi produknya.

2. Jaringan Otot

Jaringan otot merupakan kumpulan sel-sel otot yang berfungsi untuk menggerakkan berbagai bagian tubuh. Jaringan otot dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu otot polos, otot lurik dan otot jantung.

Tabel 2. Perbedaan Otot Polos, Otot Lurik dan Otot Jantung

Pembeda	Otot Polos	Otot Lurik	Otot Jantung
Bentuk	Gelendong	Silinder yang panjang dan tidak bercabang.	Seperti otot lurik namun bercabang.
Inti sel	Satu di tengah	Banyak di pinggir	Satu atau dua di tengah
Sifat kerja	Tidak menurut kemauan (gerak tak sadar), bekerja untuk waktu yang lama.	Menurut kemauan (gerak sadar)	Tidak menurut kemauan (gerak tak sadar), ritmis, dan terus menerus.
Reaksi terhadap rangsang	Lambat	Cepat	Lambat
Letak	Dinding saluran tubuh, pembuluh darah, usus.	Pada rangka	Pada dinding jantung.
Gambar			

3. Jaringan Ikat dan Penyokong

Jaringan ikat tersusun atas matriks dan sel jaringan ikat dan merupakan jaringan yang paling banyak terdapat dalam tubuh. Matriks adalah bahan dasar atau materi dasar tempat sesuatu melekat yang tersusun atas serat dan bahan dasar. Ada beberapa jenis serat, yaitu serat kolagen (kuat, tidak lentur, daya regang tinggi), serat elastin (lentur), dan retikuler (seperti kolagen tetapi ukurannya lebih tipis). Sel-sel jaringan ikat terdiri dari fibroblas, sel lemak, sel plasma, makrofag, dan sel tiang (*mast cell*). Fungsi jaringan ikat adalah menyokong dan memperkuat jaringan lain, melindungi organ-organ tubuh, menyimpan energi, membentuk struktur tubuh, dan menyusun sistem sirkulasi.

Berbagai jenis jaringan ikat dilihat dari struktur, fungsi dan letaknya dapat dibedakan menjadi:

Tabel 3. Jenis Jaringan Ikat dilihat dari Struktur, Fungsi dan Letaknya

Nama Jaringan	Struktur	Fungsi	Letak
Ikat longgar	Matriks mengandung serat kolagen, retikuler, dan elastin.	Membungkus organ dan menghubungkan bagian-bagian organ.	Mesentrium, lapisan mukosa saluran pencernaan, pembuluh darah, akson saraf dan jaringan di bawah kulit.
Ikat padat	Matriks mengandung serat kolagen yang bersifat tidak elastis. Sel terdiri dari sel fibroblas.	Menghubungkan bagian-bagian organ.	Tendon, ligamen, pembungkus tulang dan lapisan dermis kulit.
Lemak (adiposa)	Tidak mempunyai serat/matriks tetapi sudah terspesialisasi untuk menimbun lemak.	Bantalan organ, sebagai persediaan cadangan makanan, dan mengatur suhu tubuh.	Di bawah kulit, persendian, dan sekitar organ.
Tulang rawan dapat dibedakan menjadi	Matriks berupa karbohidrat dan protein yang disebut kondromukoid, sel-sel tulang rawan disebut kondrosit.		
1. Hialin			

2. Elastis 3. Fibroblas	Berwarna putih kebiruan dan mengandung serat elastis.		Rangka sementara pada janin, persendian, ujung tulang rusuk, dan saluran pernapasan. Daun telinga, bagian telinga luar dan laring. Epiglottis, antartulang belakang dan tendon.
	Berwarna kuning dan mengandung serat elastin.		
	Berwarna gelap dan keruh serta mengandung serat kolagen.		
Tulang	Tersusun atas sel-sel tulang (osteosit) yang membentuk sistem Havers.	Alat gerak, penyokong tubuh, tempat melekatnya otot, dan melindungi organ lunak.	Rangka tubuh dan tengkorak.
Darah	Jaringan ikat khusus berbentuk sel-sel bebas pada matriks cair (plasma darah). Sel-sel terdiri dari sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit) dan keping darah (trombosit)	Membawa sari-sari makanan, hormon, oksigen dan sisa metabolisme serta mencegah infeksi.	Disirkulasikan ke seluruh tubuh.
Limfe	Terdiri dari sel-sel dan serat retikuler yang membentuk	Sistem kekebalan tubuh.	Nodus pada limfe, tonsil, dan timus, serta

	timbunan limfosit dan makrofag.		sepanjang saluran pencernaan.
--	---------------------------------	--	-------------------------------

4. Jaringan Saraf

Tersusun atas sel-sel saraf yang dinamakan neuron. Neuron tersusun atas:

a. Dendrit

Dendrit merupakan penjurulan ke arah luar badan sel, berfungsi membawa impuls ke arah badan sel.

b. Badan sel

Badan sel merupakan bagian utama yang memiliki inti sel.

c. Akson

Penjurulan ke arah luar badan sel, berfungsi membawa impuls keluar badan sel.

Berdasarkan fungsinya neuron dapat dibedakan menjadi:

a. Neuron sensorik

Neuron sensorik berfungsi menerima rangsang dan mengirimnya ke pusat saraf.

b. Neuron motorik

Neuron motorik berfungsi mengirimkan perintah dari pusat saraf ke efektor (organ tubuh).

Sistem Integument

Kulit adalah indra peraba yang sering disebut *tangereseptor*. Kulit merupakan alat yang digunakan untuk meraba. Kulit mempunyai reseptor yang peka terhadap sentuhan, tekanan, panas, dingin, dan rasa nyeri. Fungsi kulit antara lain sebagai alat peraba (sentuhan), alat pengeluaran, alat pelindung tubuh dari luar (proteksi), dan alat pengatur suhu tubuh.

Lapisan kulit manusia terdiri atas beberapa lapisan, yaitu :

1. Epidermis (Kutikula)

Epidermis merupakan lapisan terluar dari kulit, yang memiliki struktur tipis dengan ketebalan sekitar 0,07 mm terdiri atas beberapa lapisan, yaitu a) Stratum korneum yang disebut juga lapisan zat tanduk, b) Stratum lusidum, yang berfungsi

melakukan “pengecatan” terhadap kulit dan rambut, c) Stratum granulosum, yang menghasilkan pigmen warna kulit, yang disebut melamin, d) Stratum germinativum, sering dikatakan sebagai sel hidup karena lapisan ini merupakan lapisan yang aktif membelah.

2. Dermis

Jaringan dermis memiliki struktur yang lebih rumit daripada epidermis, yang terdiri atas banyak lapisan. Jaringan ini lebih tebal daripada epidermis yaitu sekitar 2,5 mm. Dermis dibentuk oleh serabut-serabut khusus yang membuatnya lentur, yang terdiri atas kolagen, yaitu suatu jenis protein yang membentuk sekitar 30% dari protein tubuh. Kolagen akan berangsur-angsur berkurang seiring dengan bertambahnya usia. Itulah sebabnya seorang yang sudah tua tekstur kulitnya kasar dan keriput. Lapisan dermis terletak di bawah lapisan epidermis. Lapisan dermis terdiri atas beberapa bagian, yaitu akar rambut, pembuluh darah, kelenjar minyak (glandula sebacea), dan kelenjar keringat (glandula sudorifera).

3. Serabut Saraf

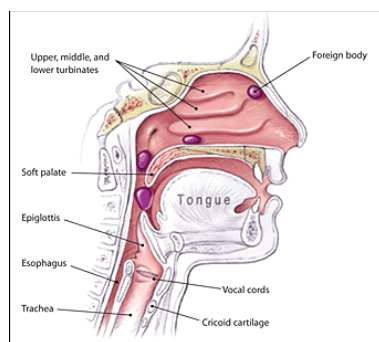
Pada lapisan dermis kulit terdapat puting peraba yang merupakan ujung akhir saraf sensoris. Permukaan kulit mengandung saraf-saraf yang memiliki bentuk dan fungsi yang berbeda-beda. Ujung saraf tersebut yaitu sebagai berikut :

- a. Paccini, merupakan ujung saraf pada kulit yang peka terhadap rangsangan berupa tekanan, letaknya di sekitar akar rambut.
- b. Ruffini, merupakan ujung saraf pada kulit yang peka terhadap rangsangan panas.
- c. Meisner, merupakan ujung saraf perasa pada kulit yang peka terhadap sentuhan.
- d. Krause, merupakan ujung saraf perasa pada kulit yang peka terhadap rangsangan dingin.
- e. Lempeng Merkel, merupakan ujung perasa sentuhan dan tekanan ringan, terletak dekat permukaan kulit.
- f. Ujung saraf tanpa selaput, merupakan ujung saraf perasa nyeri.

B. Penginderaan

Sensasi adalah tahap pertama stimuli mengenai indra kita. Sensasi berasal dari kata “sense” yang artinya alat pengindraan, yang menghubungkan organisme dengan lingkungannya. Definisi sensasi, fungsi alat indera dalam menerima informasi dari lingkungan sangat penting. Kita mengenal lima alat indera atau pancaindera. Kita mengelompokkannya pada tiga macam indera penerima, sesuai dengan sumber informasi. Sumber informasi boleh berasal dari dunia luar (eksternal) atau dari dalam diri (internal). Informasi dari luar diindra oleh *eksteroceptor* (misalnya, telinga atau mata). Informasi dari dalam diindra oleh *interoceptor* (misalnya, system peredaran darah). Gerakan tubuh kita sendiri diindra oleh *proprioceptor* (misalnya, organ vestibular). Indra memiliki sel-sel reseptor khusus untuk mengenali perubahan lingkungan luar. Berdasarkan strukturnya reseptor dibagi menjadi 2, yaitu reseptor saraf yang dapat ditemukan pada reseptor rasa nyeri dan reseptor bukan saraf yang dapat ditemukan pada organ pendengaran vertebrata (berupa sel rambut) dan pada organ penglihatan (berupa sel batang dan sel kerucut). Berdasarkan jenis rangsangannya, dibedakan menjadi kemoreseptor (peka terhadap rangsang kimia), termoreseptor (peka terhadap rangsang suhu), dll. Sedangkan berdasarkan lokasi sumber rangsang, reseptor dibedakan menjadi interreseptor (reseptor yang berfungsi untuk menerima rangsang dari dalam tubuh dan eksteroseptor (reseptor yang berfungsi untuk menerima rangsang dari lingkungan di luar tubuh) contohnya reseptor pada alat pendengaran dan alat penglihatan. Lima alat indra yaitu:

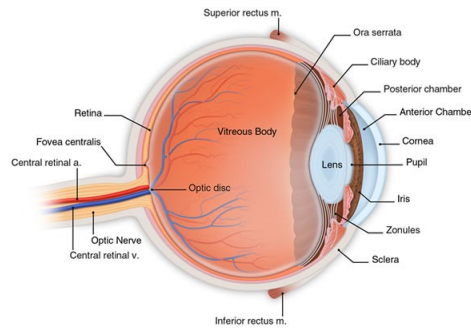
1. Indra pembau



Hidung merupakan alat untuk membaui. Area sensitif untuk membaui terletak di rongga atas hidung. Mekanisme pengenalan bau yaitu:

Gas/uap mencapai reseptor bau melalui udara (inspirasi) – pengikatan gas oleh lendir dan selaput membran dendrit – timbul impuls ke nervous olfaktorius – impuls masuk ke traktus olfaktorius – otak.

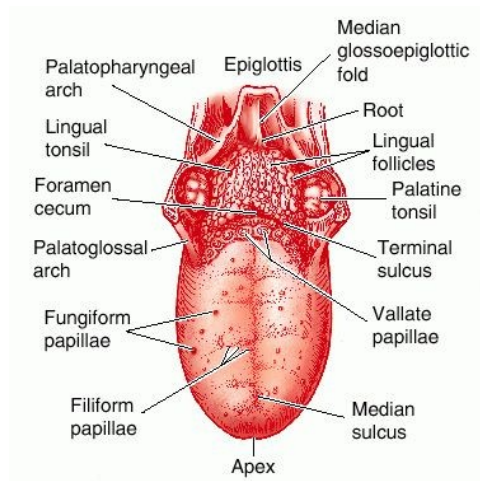
2. Indra penglihat



Mata yang peka terhadap cahaya merupakan alat untuk melihat. Mekanisme penglihatan yaitu:

Cahaya masuk melalui pupil – kornea – aqueuos humor – lensa – vitreuos humor – retina – impuls – saraf otak – otak.

3. Indra pengecap



Indera pengecap pada manusia adalah lidah. Pada permukaan lidah terdapat tonjolan kecil yang disebut papila, sehingga permukaan lidah terlihat kasar. Berdasarkan bentuknya papila dibedakan menjadi tiga jenis yaitu:

a. Papila Filiformis

Papila filiformis adalah Papila yang berbentuk seperti benang halus, papila ini banyak terdapat pada bagian depan lidah.

b. Papila Fungiformis

Papila fungiformis adalah papila yang berbentuk tonjolan seperti kepala jamur, papila ini terdapat pada bagian depan lidah dan bagian sisi lidah.

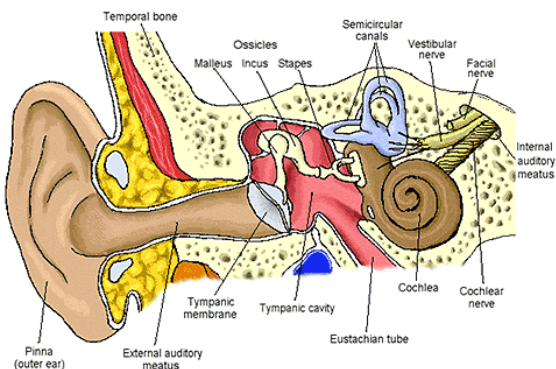
c. Papila Sirkumvalata

Papila Sirkumvalata adalah Papila yang bentuknya seperti huruf v terbalik dan terdapat pada pangkal lidah.

Di dalam setiap papila terdapat banyak tunas pengecap atau kuncup pengecap. Setiap tunas pengecap terdiri dari dua jenis sel yaitu sel penyokong yang berfungsi untuk menopang dan sel pengecap yang berfungsi sebagai reseptor dan memiliki tonjolan seperti rambut yang keluar dari tunas pengecap.

Setiap tunas pengecap akan merespon secara maksimal terhadap salah satu rasa. Tunas pengecap dapat membedakan empat macam rasa, yaitu rasa manis, rasa pahit, rasa asam, dan rasa asin. Tunas pengecap rasa manis lebih banyak terdapat di ujung lidah, tunas pengecap rasa pahit terletak di pangkal lidah, tunas pengecap rasa asam terletak di tepi belakang kiri dan kanan lidah, serta tunas pengecap rasa asin terletak di tepi depan kiri dan kanan lidah. Sejumlah tunas pengecap juga terdapat pada tenggorok dan langit-langit rongga mulut.

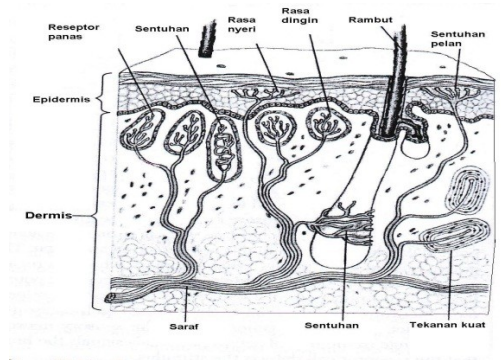
4. Indra pendengar dan Keseimbangan



Pada manusia, telinga merupakan alat untuk mendengar dan menjaga keseimbangan. Mekanisme pendengaran:

Gelombang suara ditangkap oleh daun telinga – saluran telinga luar – menggetarkan membran timpani – menggetarkan tulang martil – landasan – sanggurdi – tingkap oval bergetar – perlimfe pada skala vestibuli bergetar – membran basiliaris bergetar – sel rambut bergetar – impuls dijalarkan ke saraf otak – otak.

5. Indra peraba



Kulit merupakan alat yang digunakan untuk meraba. Kulit mempunyai reseptor yang peka terhadap sentuhan, tekanan, panas, dingin dan rasa nyeri.

Beberapa struktur yang merupakan turunan dari kulit adalah:

a. Rambut

Rambut merupakan serabut epidermis yang telah bermodifikasi. Rambut melakukan fungsi sebagai alat penutup, pelindung dan penerima rangsangan. Rambut berkembang sebagai penebalan setempat epidermis, selanjutnya mengadakan invaginasi kedalam lapisan jaringan ikat dan kemungkinan meluas sampai ke hypodermis.

Secara morfologis rambut terbagi atas:

- 1) Batang rambut : Bagian rambut yang tampak dari luar, bertanduk dan berpigmen terdiri atas: kutikula rambut, berbentuk epitel pipih bertanduk dengan sisa inti yang tampak. Medulla: jumlah sel nya sedikit mengandung pigmen tapi banyak mengandung butir tikhohialin.
- 2) Akar rambut dan folikel rambut. Folikel rambut merupakan invaginasi epidermis dan korium, dibagian tengah menjulur papil rambut dan dibedakan

atas : Selubung akar dalam (kutikula, lapis huxley, lapis henle), Selubung akar luar, Lapis basal (*Glassy membrane*)

b. Kuku

Kuku merupakan lempeng sel epitel berkeratin pada permukaan dorsal setiap falang distal. Lempeng kuku terletak pada stratum korneum, sedangkan dasar kuku terletak pada stratum basal dan spinosum. Sayatan melintang dinding sepatu kuku dapat dibedakan atas:

- 1) Stratum tektorium : Merupakan ratis kuku yang paling luar dan tipis, bentuk sel sudah lenyap lebih-lebih pada kuku tua. Terdiri atas buluh tanduk yang masih lunak dan tidak berpigmen.
- 2) Stratum medium : Bagian kuku yang paling tebal, keras kuat karena padat. Didalamnya terdapat buluh tanduk yang mengandung bahan tanduk. Tiap buluh tanduk mengandung bagian korteks dan medulla. Stratum germinativum pada ujung dua papil didaerah kroon membentuk buluh tanduk, sedang selebihnya membentuk bahan tanduk intertubuler yang tumbuh kearah distal. Daerah ini berpigmen.
- 3) Stratum lamellatum : Pada kuku yang masih hidup dikenal adanya : lamel epidermal yang merupakan kuku sebenarnya dan lamel korium yang merupakan pododerm. Struktur pododerm berbeda dengan korium kulit, karena pada pododerm terdapat pembuluh darah besar. Pododerm banyak mengandung serabut kolagen dan elastis juga terdapat stratum papilare dan stratum reticulare. Didaerah koroner korium paling tebal, sebaliknya dipinggiran tipis. Pododerm daerah dinding kuku membentuk lamine coriales, primer dan sekunder. Di bagian depan lamine relatif lebih subur dibandingkan dengan daerah belakang.

c. Kelenjar Sebacea

Kelenjar sebacea disebut juga kelenjar palit, membentuk semacam lobulus yang memiliki membran basal. Alat penyalurnya terdiri atas sel epitel pipih atau kubis rendah selapis dan bermuara didaerah folikel. Cara rekresi kelenjar ini

adalah holokrin, sel tua hancur dan menjadi sebum (minyak) yang berguna untuk meminyaki rambut atau bulu, sebum mengandung protein dan kholestrin. Bentuk kelenjar palit ini tergantung dari lebat atau jarangya rambut, besar atau kecilnya rambut, jenis hewan dan daerah pada tubuh.

d. Kelenjar Keringat

Kelenjar keringat menghasilkan keringat yang di dalamnya terlarut berbagai macam garam. Keringat dialirkan melalui saluran kelenjar keringat dan dikeluarkan dari dalam tubuh melalui poripori. Di dalam kantong rambut terdapat akar rambut dan batang rambut. Kelenjar minyak berfungsi menghasilkan minyak yang berfungsi meminyaki rambut agar tidak kering.

2. SISTEM MUSKULAR

Jaringan otot yang mencapai 40% sampai 50% berat tubuh, pada umumnya tersusun dari sel-sel kontraktil yang disebut serabut otot.melalui kontraksi, sel-sel otot menghasilkan pergerakan dan melakukan pekerjaan.

A. Fungsi sistem muskular

1. Pergerakan

Otot menghasilkan gerak pada tulang tempat otot tersebut melekat dan bergerak dalam bagian-bagian organ internal tubuh.

2. Penopang tubuh dan mempertahankan postur

Otot menopang rangka dan mempertahankan tubuh saat berada dalam posisi berdiri atau saat duduk terhadap gaya gravitasi.

3. Produksi panas

Kontraksi otot secara metabolisme menghasilkan panas untuk mempertahankan suhu normal tubuh.

B. Ciri-ciri otot

1. Kontraktilitas

Serabut otot berkontraksi dan menegang, yang dapat atau mungkin juga tidak melibatkan pemendekan otot. Serabut akan terelongasi karena kontraksi pada setiap diameter sel berbentuk kubus atau bulat hanya akan menghasilkan pemendekan yang terbatas.

2. Eksitabilitas

Serabut otot akan merespon dengan kuat jika distimulasi oleh impuls saraf.

3. Ekstensibilitas

Serabut otot memiliki kemampuan untuk meregang melebihi panjang otot saat relaks.

4. Elastisitas

Serabut otot dapat kembali keukurannya semula setelah berkontraksi atau meregang.

C. Klasifikasi jaringan otot

Otot diklasifikasikan secara struktural berdasarkan ada tidaknya seriasi silang (lurik), dan secara fungsional berdasarkan kendali konstruksinya, volunter (sadar) atau involunter (tidak sadar), dan juga berdasarkan lokasinya seperti otot jantung yang hanya ditemukan di jantung.

D. Jenis-Jenis otot

1. Otot rangka

Otot rangka merupakan otot yang melekat dan menggerakkan tulang rangka. Otot rangka mampu menggerakkan tulang karena otot dapat memanjang (relaksasi) dan memendek (kontraksi). Hasil pergerakan otot menyebabkan tulang-tulang yang menjadi tempat pelekatan otot dapat digerakan. Gerak apapun yang dilakukan oleh tubuh dikarenakan kedua ujung otot melekat pada tulang-tulang sejati maupun tulang-tulang rawan. Kedua ujung otot merekat pada dua tulang yang berbeda. Kedua tulang tersebut dihubungkan oleh sendi.

Otot rangka jika dilihat dengan menggunakan mikroskop terlihat berupa sel-sel otot berbentuk serabut-serabut halus panjang (miofibrin). Otot rangka mengandung banyak inti sel (multinuklei) dan tampak garis-garis terang diselingi garis-garis gelap yang melintang. Oleh karena itu, otot rangka disebut juga otot lurik atau otot serat lintang. Sel-sel serabut otot bersatu dalam suatu kelompok membentuk berkas-berkas yang disebut fasikuli. Berkas-berkas otot diliputi oleh selaput (Fasial) yang disebut fasial propria. Beberapa berkas otot bergabung membentuk otot. Setiap otot dibungkus lagi oleh selaput yang disebut fasial superfisial. Gabungan otot membentuk kumparan yang menggembung pada bagian tengahnya yang disebut empal atau ventrikel otot. Ventrikel otot memiliki daya kontraksi dan elastisitas yang tinggi sehingga dapat memanjang dan memendek.

2. Otot polos

Otot polos terdiri dari sel-sel otot yang berbentuk glondongan dengan satu inti sel yang terletak ditengah. Pengamatan dengan mikroskop menunjukkan bahwa otot polos tidak memiliki garis-garis melintang seperti otot rangka. Otot polos tidak melekat pada tulang rangka tubuh. Aktivasinya lambat, namun gerakannya beruntun. Otot polos mampu berkontraksi dalam waktu lama dan tidak cepat mengalami kelelahan, otot polos juga disebut sebagai oto tidak sadar karena dikontrol oleh saraf otonom. Otot polos dapat dijumpai pada dinding penyusun organ-organ tubuh bagian dalam. Misalnya pada saluran pernapasan, saluran pencernaan, saluran reproduksi, pembuluh darah dan getah bening.

3. Otot jantung

Otot jantung hanya dijumpai pada dinding jantung dan vena kava yang memasuki jantung. Sayatan dinding otot jantung menunjukkan sel-sel otot jantung menyerupai otot rangka dengan satu inti sel setiap satu sel otot jantung yang membentuk anyaman dengan percabangan. Pada setiap percabangan sel otot jantung terdapat jaringan ikat yang disebut diskus interkalaris. Otot jantung mampu berkontraksi secara ritmis dan terus-menerus sebagai akibat dari aktivitas sel otot jantung yang berpautan.

E. Perikatan dan penyusunan otot rangka

Gerakan dihasilkan melalui penarikan otot rangka pada tulang. Sebagian besar otot dalam tubuh melekat pada suatu tulang. Menjangkau sedikitnya satu persendian, dan melekat pada tulang artikulasi lainnya. Ketika otot berkontraksi, pemendekan menarik otot pada tulang ke arah otot lainnya pada persendian. Beberapa otot tidak merekat ke tulang, diwajah otot melekat pada kulit yang bergerak saat otot berkontraksi. Origo (pangkal) otot adalah titik perlekatan yang lebih kuat pada tulang dan biasanya merupakan ujung proksimal. Inseri otot adalah titik perlekatan yang lebih dapat bergerak dan biasanya merupakan ujung distal. Bagian otot (bagian kontraktile) adalah bagian otot antara origo dan inseri.

F. Sendi

Sendi merupakan hubungan antar tulang-tulang sehingga tulang mampu digerakan. Hubungan antara dua tulang atau lebih disebut persendian atau artikulasi.

1. Komponen penunjang sendi

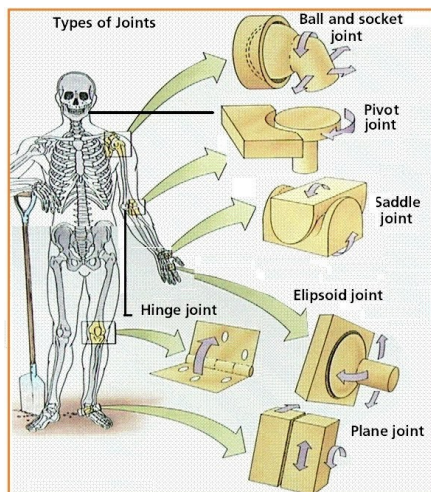


Untuk memperkuat sendi dan memudahkan pergerakan dibutuhkan beberapa komponen komponen penunjang seperti berikut.

- a. Ligament, merupakan jaringan ikat yang berfungsi mengikat bagian luar ujung tulang yang membentuk persendian dan mencegah berubahnya posisitulang.
- b. Kapsul sendi, merupakan lapisan serabut yang berfungsi melapisi sendi dan menghubungkan dua tulang yang membentuk persendian. Di bagian persendian yang memiliki kapsul sendi terdapat rongga.
- c. Cairan sinoval, merupakan cairan pelumas pada ujung-ujung tulang yang terdapat pada bagian kapsul sendi.
- d. Tulang rawan hialin, merupakan jaringan tulang rawan yang menutupi kedua ujung tulang yang membentuk persendian. Perlindungan ini penting untuk menjaga benturan yang keras.

2. Tipe persendian

- a. Diartosis, merupakan persendian yang memungkinkan terjadinya gerak yang sangat bebas. Persendian ini memiliki komponen pendukung seperti kapsul sendi dan cairan synovial. Berdasarkan arah pergerakannya persendian diartosis dapat dikelompokkan menjadi sendi pluru, sendi putasr, sendi plana, sendi engsel dan sendi luncur.



- 1) Sendi peluru merupakan persendian yang memungkinkan bergerak ke segala arah.
 - 2) Sendi putar merupakan persendian yang memungkinkan gerak berputar atau rotasi.
 - 3) Sendi pelana merupakan persendian yang memungkinkan beberapa gerakan rotasi, namun tidak ke semua arah.
 - 4) Sendi engsel merupakan persendian yang memungkinkan gerakan ke satu arah.
 - 5) Sendi luncur merupakan persendian yang memungkinkan gerak rotasi pada satu bidang datar saja.
- b. Sinartrosis, merupakan persendian yang tidak memungkinkan adanya pergerakan. Persendian sinartrosis digolongkan menjadi dua, yaitu sinartrosis sinkondrosis dan sinartrosis sinfibrosis. Sinartrosis sinkondrosis merupakan sinartrosis yang tulangnya dihubungkan oleh tulang rawan (kartilago). Sinartrosis sinfibrosis merupakan sinartrosis yang tulangnya dihubungkan oleh jaringan ikat serabut (fibrosa).
3. Gerak karena adanya persendian
- Adanya persendian memungkinkan gerak yang bervariasi. Berbagai gerak dengan adanya persendian dikontrol juga oleh adanya kontraksi otot. Gerak yang muncul akibat adanya persendian adalah sebagai berikut.
- a. Fleksi dan ekstensi, fleksi merupakan gerak menekuk atau membongkokkan, sebaliknya ekstensi merupakan gerak meluruskan.
 - b. Adduksi dan abduksi, adduksi merupakan gerak mendekati tubuh, sebaliknya abduksi merupakan gerak menjauhi tubuh.
 - c. Elevasi dan depresi, elevasi merupakan gerak mengangkat, sebaliknya depresi merupakan gerak menurunkan.
 - d. Supinasi dan pronasi, supinasi merupakan gerak menengadahkan tangan, sebaliknya pronasi merupakan gerak menelungkupkan tangan.
 - e. Inversi dan eversi, inversi merupakan gerak memiringkan (membuka) telapak kaki ke arah dalam tubuh, sedangkan eversi merupakan gerak memiringkan (membuka) telapak kaki ke arah luar.

G. Rangka

Rangka tubuh manusia tersusun dari 206 tulang dengan berbagai bentuk dan ukuran, namun tulang-tulang tersebut saling berhubungan.

1. Pengelompokan rangka manusia

Secara garis besar, rangka tubuh manusia digolongkan menjadi dua kelompok tulang, yaitu rangka aksial dan rangka apendikular.

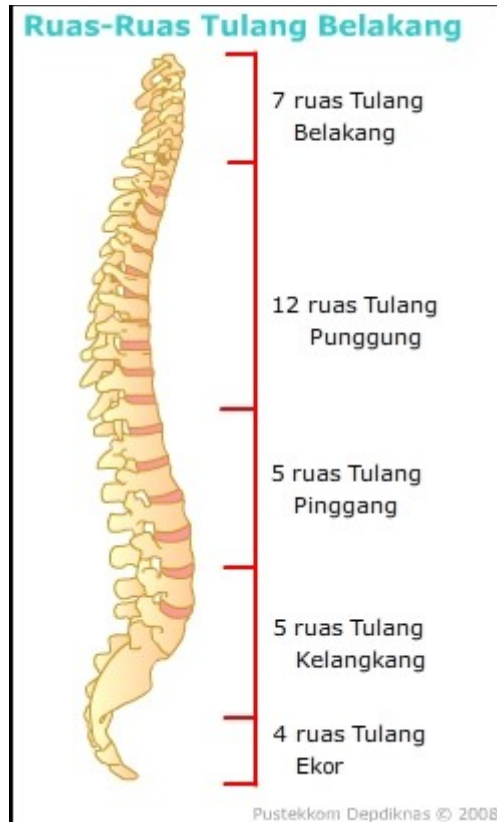
- a. Rangka aksial, rangka aksial merupakan rangka yang terdiri dari tulang tengkorak, tulang belakang, tulang dada, dan tulang rusuk.

1) Tulang tengkorak

Tengkorak manusia terdiri dari 22 buah tulang yang merupakan gabungan tulang-tulang tempurung kepala (kranium) dan tulang muka. Tulang tempurung kepala berfungsi untuk melindungi otak. Tulang tempurung kepala tersusun dari tulang dahi, tulang kepala belakang, tulang ubun-ubun, tulang baji, tulang tapis, dan tulang pelipis. Dibagian bawah tempurung kepala terdapat rongga khusus yang disebut foramen magnum, foramen magnum berfungsi sebagai tempat masuk dan keluarnya pembuluh saraf serta darah yang kemudian menuju ke sumsum tulang belakang.



2) Tulang belakang

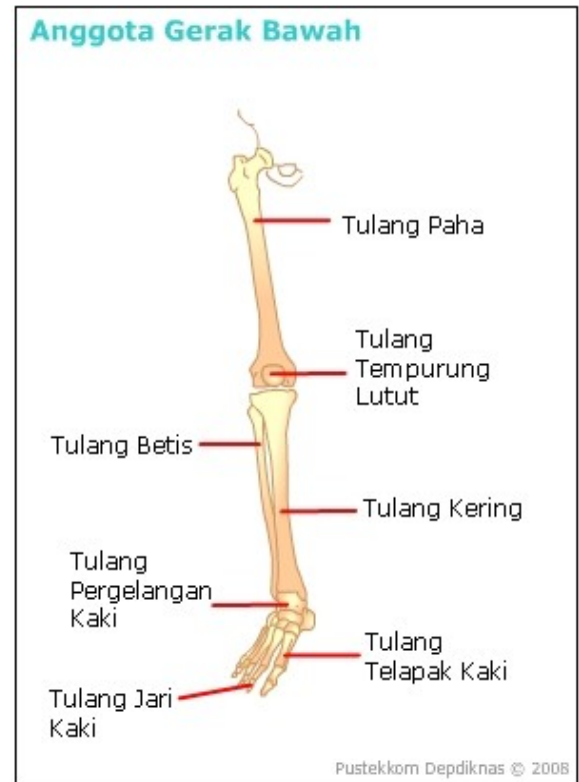
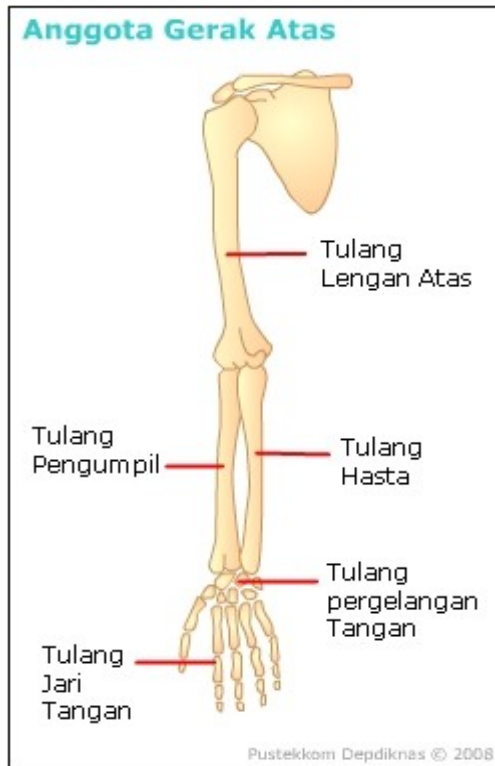


Tulang belakang berada dibagian tengah tubuh berfungsi untuk menopang seluruh tubuh, melindungi organ dalam tubuh, serta merupakan tempat melekatnya tulang rusuk. Setiap segmen tulang belakang dapat bergerak sedikit. Seluruh gerakan tiap segmen dapat digabung sehingga memungkinkan orang untuk membungkukkan tubuh.

3) Tulang dada



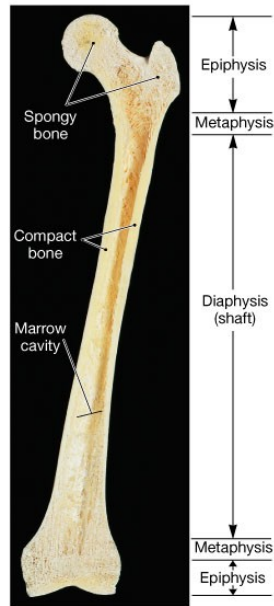
- b. Rangka apendikuler, merupakan rangka pelengkap yang terdiri dari tulang-tulang anggota gerak atas dan tulang-tulang anggota gerak bawah.



2. Bentuk tulang

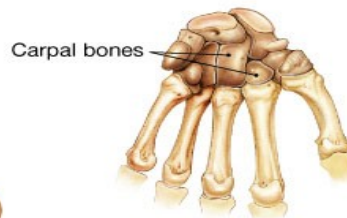
Berdasarkan bentuk dan ukurannya tulang yang menyusun manusia dibagi menjadi beberapa kelompok. Yaitu tulang pipa, tulang pendek, tulang pipih, dan tulang tidak beraturan.

a. Tulang pipa



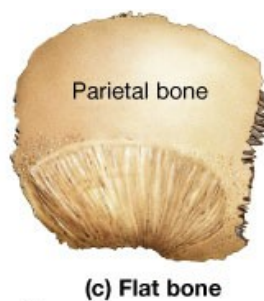
- Bentuknya seperti pipa panjang silindris (diafise)
- Ujungnya membulat (epifise) tersusun atas tulang rawan
- Bagian tengah bernama metafise dan berongga yang berisi sumsum tulang
 - Sumsum tulang merah → pembentukan eritrosit
 - Sumsum tulang kuning → pembentukan sel lemak

b. Tulang pendek

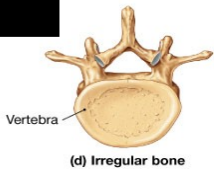


- Tulang yang lebih kecil
- Bentuk hampir seperti kubus atau bulat
- Dapat bergerak bebas
- Ditemukan pada tulang yelapak tangan dan kaki

c. Tulang pipih



- Tulang berbentuk lempengan pipih yang lebar.
- Fungsi melindungi struktur tubuh di bagian bawahnya
- Ditemukan pada tulang kepala
 - d. Tulang tidak beraturan



- Tulang bentuk kompleks yang berhubungan dengan fungsi khusus
- Ditemukan pada tulang rahang, ruas tulang belakang

3. Jenis tulang

Tulang manusia dan vertebrata lainnya tersusun dari tulang rawan atau kartilago dan tulang sejati atau tulang keras (osteon).

H. Otot memberikan kekuatan, tulang berfungsi sebagai tuas (pengungkit), dan sendi berfungsi sebagai fulcrum (penumpu) dari pengungkit.

Sistem pengungkit ini terdiri dari tuas, batang keras yang bebas bergerak disekitar titik tumpu yang dinamakan fulcrum, suatu objek atau beban untuk dipindah dan sumber energi atau kekuatan (tenaga) yang memindahkan beban. Ada tiga jenis sistem pengungkit pada tubuh berdasarkan posisi dari komponen-komponennya.

1. Pengungkit tipe 1. Fulcrum terletak diantara kekuatan dan beban, seperti pada papan jungkit-jungkit. Jenis pengungkit ini terdapat antara tengkorak dan columna vertebra.
2. Pengungkit tipe 2. Fulcrum berada di salah satu ujung, kekuatan diujung berlawanan, dan beban berada diantara keduanya, jenis pengungkit ini terjadi saat kita berjinjit.
3. Pengungkit tipe 3. Fulcrum berada disalah satu ujung, beban di ujung lawannya, dan tenaga diantara keduanya. Contohnya adalah fleksi lengan bawah.

3. SISTEM ENDOKRIN

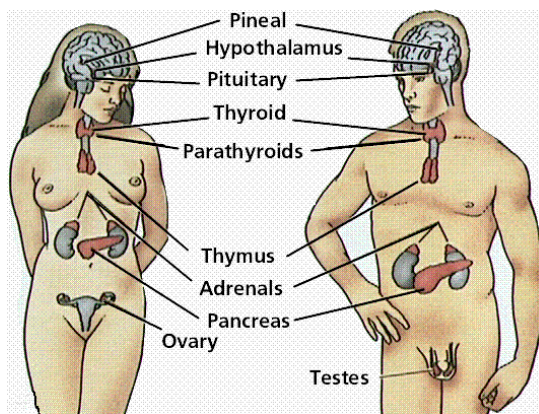
Sistem endokrin adalah sistem kontrol [kelenjar](#) tanpa saluran *ductless* yang menghasilkan [hormon](#) yang tersirkulasi di tubuh melalui aliran [darah](#) untuk mempengaruhi [organ-organ](#) lain. Hormon bertindak sebagai "pembawa pesan" dan dibawa oleh aliran darah ke berbagai sel dalam tubuh, yang selanjutnya akan menerjemahkan "pesan" tersebut menjadi suatu tindakan. Sistem endokrin tidak memasukkan [kelenjar eksokrin](#) seperti [kelenjar ludah](#), [kelenjar keringat](#), dan kelenjar-kelenjar lain dalam [saluran gastrointestinal](#). Hormon adalah suatu zat yang diproduksi oleh

kelenjar endokrin. Produk ini langsung dimasukkan kedalam saluran pembuluh darah karena kelenjar endokrin adalah suatu kelenjar yang tidak mempunyai saluran. Kelenjar endokrin ini bekerja secara integral terhadap semua alat tubuh dan tidak tergantung ada atau tidaknya persarafan atau pembuluh darah yang mengalir keorgan atau jaringan tersebut.

Hormon berfungsi dalam mengatur homeostatis, metabolisme, reproduksi, dan tingkah laku. Homeostatis adalah pengaturan secara otomatis dalam tubuh agar kelangsungan hidup dapat dipertahankan. Contohnya pengendalian tekanan darah, kadar gula darah, dan kerja jantung. Banyak hal terlaksana karena kerja pengendalian otomatis dari dalam tubuh yang melibatkan sistem koordinasi, yaitu sistem saraf dan hormon.

Hormon bekerja atas perintah dari sistem saraf. Sistem yang mengatur kerjasama antara saraf dan hormon terdapat pada daerah hipotalamus. Daerah hipotalamus sering disebut daerah kendali saraf endokrin (neuroendocrine contro). Oleh karena hormon mempengaruhi kerja organ atau alat tubuh yang sifatnya spesifik, kelainan yang timbul akan mudah ditelusuri. Pengaruh yang ditimbulkan oleh kerja hormon tidak secepat pengaruh saraf.

A. Kelenjar endokrin.



1. Kelenjar hipofisis (kelenjar pituitary)

Kelenjar hipofisis adalah organ berbentuk oval, sebesar kacang dengan berat sekitar 0,5g. organ ini melekat dibagian dasar hipotalamus otak pada batang yang disebut infundibulum (batang hipotalamus). Hipofisis terletak pada lekukan berbentuk pelana di tulang sfenoid (sela tusika) dan terbungkus dalam perpanjangan dura mater.

Berdasarkan struktur dan fungsinya, kelenjar hipofisis dibagi menjadi hipofisis lobus anterior dan hipofisis lobus posterior. Kedua lobus tersebut dihubungkan dengan hipotalamus. Di antara kedua lobus terdapat suatu daerah yang relative tidak ada pembuluh darahnya. Daerah ini disebut hipofisis pars intermedia.

- a. Hipofisis lobus anterior, hormon yang dihasilkan adalah ACTH, TSH, FSH, LH, PRL.
- b. Hipofisis pars intermedia, hormon yang dihasilkan adalah MSH, hormon ini berpengaruh dalam meningkatkan pigmentasi kulit dengan cara menyebarkan butir melanin, sehingga kulit menjadi berwarna hitam.
- c. Hipofisis lobus posterior, menghasilkan oksitosin dan vasopressin. Oksitosin berperan dalam merangsang otot polos yang terdapat di uterus dan sel yang menyelubungi saluran yang terdapat di kelenjar susu. Sedangkan vasopressin atau hormon antidiuretic (ADH) berpengaruh pada proses reabsorpsi urin pada tubulus distal, sehingga mencegah pengeluaran urin yang terlalu banyak.

2. Kelenjar tiroid

Kelenjar tiroid terdiri dari dua lobus lateral dihubungkan melalui sebuah isthmus yang sempit. Organ ini terletak diatas permukaan anterior kartilago tiroid trakea, tepat dibawah laring. Kelenjar tiroid menghasilkan menghasilkan dua macam hormon, yaitu tiroksin yang mencapai 90% dari seluruh sekresi kelenjar tiroid, dan triyodotironin yang disekresi dalam jumlah kecil.

3. Kelenjar paratiroid

Kelenjar paratiroid terdiri dari 4 organ kecil. Masing-masing berukuran sebesar biji apel terletak pada permukaan posterior kelenjar tiroid dan dipisahkan dari kelenjar dari kelenjar tiroid oleh kapsul-kapsul jaringan ikat. Dari sisi histologi, ada dua jenis sel dalam kelenjar paratiroid, sel utama yang menghasilkan hormon paratiroid (PTH), dan sel oksifilik yang merupakan tahap perkembangan sel *chief*. Hormon PTH mengendalikan keseimbangan kalsium dan fosfat dalam tubuh melalui peningkatan kadar kalsium dan penurunan kadar fosfat darah.

4. Kelenjar adrenal

Kelenjar adrenal adalah dua massa triangular pipih berwarna kuning yang tertanam pada jaringan adipose. Organ ini berada dikutub atas ginjal. Masing-masing kelenjar adrenal terdiri dari korteks di bagian luar dan medula di bagian dalam.

Korteks mengsekresi hormon steroid. Korteks terbagi menjadi tiga lapisan, dari luar ke dalam. Zona glomerulus, zona fasikulata, dan zona retikularis. Modula yang secara embriologik berasal dari jenis neuroektodermis sama (sel-sel krista saraf) yang menjadi asal neuron simpatis. Sel medula sebenarnya adalah neuron postganglionic simpatis yang bermodifikasi. Kelenjar adrenal bagian medulla menghasilkan hormon adrenalin dan hormon noradrenalin.

5. Pankreas endokrin

Pancreas adalah organ pipih yang terletak dibelakang dan sedikit dibawah lambung dalam abnomen. Organ ini memiliki dua fungsi, fungsi endokrin dan fungsi eksokrin. Kelenjar pankreas yang berfungsi sebagai kelenjar endikrin menghasilkan hormon insulin dan glukagon.

6. Kelenjar pineal

Kelenjar pineal terbentuk dari jaringan saraf dan terletak dilangit-langit ventrikel ketiga otak. Kelenjar ini terdiri dari pinealosit dan sel neuroglia penopang. Seiring pertambahan usia kelenjar mengakumulasi cadangan kalsium yang disebut sebagai "brain sand". Hormon yang disekresi kelenjar pineal adalah melatonin.

7. Kelenjar timus

Timus terletak dibagian posterior toraks terhadap sternum dan melapisi bagian atas jantung. Hormon yang dihasilkan adalah timosin, timosin mengendalikan perkembangan sistem imun dependen timus dengan menstimulasi diferensiasi dan proliferasi sel limfosit-T.

8. Kelenjar gonad

Gonad adalah organ endokrin yang memproduksi dan mengeluarkan steroid yang mengatur pembangunan tubuh dan mengendalikan karakteristik seksual sekunder. Gonad adalah organ yang memproduksi sel kelamin.

a. Ovarium

Ovarium merupakan kelenjar kelamin wanita yang berfungsi menghasilkan ovum, hormon estrogen dan hormon progesterone. Estrogen berfungsi menimbulkan dan mempertahankan tanda-tanda kelamin sekunder pada wanitam misalnya perkembangan pinggul. Progesterone berfungsi

mempersiapkan dinding uterus agar dapat menerima ovum yang sudah dibuahi.

b. Testis

Testis pada manusia terdiri dari tubulus yang dilapisi oleh sel-sel benih (sel germinal). Tubulus ini dikenal dengan nama tubulus seminiferous. Testis sebagai kelenjar kelamin pria akan menskresikan hormon testosteron yang berfungsi merangsang pematangan sperma dan pembentukan tanda-tanda kelamin sekunder pada pria.

B. Jenis Hormon

1. Hormon endokrin

Hormon endokrin adalah hormon yang di sekresi oleh organ atau jaringan utama yang termasuk bagian sistem endokrin.

- a. Hormon tidak bekerja secara lokal, zat ini dibawa aliran darah menempuh jarak yang jauh untuk mempengaruhi jaringan target.
- b. Hormon endokrin dapat disekresi oleh satu sel atau oleh sekelompok sel yang ditemukan dalam jaringan non-endokrin, misalnya insulin dan glucagon diproduksi oleh sel pulau-pulau eksokrin pancreas.
- c. Beberapa hormon, seperti hormon plasenta yang ditemukan selama masa kehamilan, hanya diproduksi untuk sementara.

2. Neurohormon

Neurohormon disintesis dalam sel-sel saraf neurosekresi. Zat ini berfungsi dan disekresi seperti hormon. Tetapi biasanya bekerja dalam jarak yang lebih pendek dan jelas. Salah satu contoh neurohormon adalah neuropeptide yang diproduksi neuron dalam SSP. Neurotransmitter yang beroperasi melalui sinaps atau neuromodulator yang meningkatkan atau menghambat respon neuron ke neurotransmitter juga disebut sebagai hormon.

3. Prostaglandin

Zat seperti hormon yang merupakan derivat asam lemak asam arakidonat. Zat ini terbentuk dalam jumlah kecil pada jaringan tubuh baik saat kondisi normal atau patologis. Prostaglandin disintesis dan dilepas untuk bekerja secara lokal pada sel-sel tetangga. Hormon ini mempengaruhi berbagai fungsi tubuh, antara lain efek terhadap

tekanan darah, kontraksi otot polos, pembekuan darah, pencernaan, reproduksi, dan respon inflamatori.

C. Mekanisme cara kerja hormon

Ada dua mekanisme utama pada hormon dan molekul yang berkaitan dengan hormon tersebut untuk menghasilkan efeknya. Pertama melalui simulasi kerja enzim yang ada dalam sel, dan kedua, mengaktifasi gen yang terlibat melalui transkripsi dan translasi.

1. Aktivasi enzim melibatkan sistem respon terikat membran. Molekul-molekul dari berbagai dari berbagai hormon protein dan polipeptida berikatan dengan reseptor tetap pada permukaan sel yang spesifik untuk hormon tersebut. Kompleks hormon reseptor menstimulasi pembentukan adenosine 3',5'-Monofosfat siklik (cAMP) sebagai pengantar pesan kedua, yang dapat menyampaikan pesan pertama dari berbagai hormon.
 - a. Sintesis cAMP melibatkan lebih dari satu G-protein terkait membrane, yang termasuk keluarga protein regulator pengingat nukleotida guanine.
 - b. G-protein mengalami perubahan bentuk, sehingga guanosin difisfat (GDP) yang tidak aktif dapat diganti dengan enzim pengaktifasi, guanosin trifosfat (GTP).
 - c. Kompleks G-protein-GTP mengaktifasi enzim adenilat siklase, untuk memproduksi cAMP.

Aktivasi enzim oleh protein kinase mengakibatkan efek fisiologis dan reaksi kimia, bergantung pada sifat bawaan sel. cAMP terurai dengan cepat oleh enzim intrasekuler fosfoditerase. Ini akan membatasi durasi efek cAMP.

2. Senyawa selain cAMP yang berperan sebagai pembawa pesan kedua untuk hormon tertentu telah ditemukan. Senyawa ini meliputi inositol trifosfat, guanosin monofosfat siklik, dan kompleks kalsium yang terikat dengan kalmodulin. Suatu protein regulator intrasekuler.
3. Aktivasi gen melibatkan sistem reseptor intrasekuler. Hormon steroid, hormon tiroid, dan beberapa jenis hormon polipeptida, menembus membran untuk masuk ke dalam sel. Hormon tersebut berkaitan dengan reseptor internal bergerak dalam sitoplasma atau nucleus sel. Kompleks reseptor hormon bergerak ke DNA di sisi atau di dekat gen yang transkripsinya disimulasi oleh hormon. Di sisi ini, kompleks akan berikatan dengan reseptor DNA spesifikasi untuk hormon. Gen kemudian diaktivasi oleh kompleks ini untuk membentuk transkripsi mRNA, yang akan berdifusi kedalam

sitiplasma. mRNA kemudian ditranslasi menjadi protein dan enzim yang memicu respon selular terhadap hormon.

D. Pengaturan kecepatan dan Jumlah Sekresi Hormon

Sekresi hormon oleh kelenjar endokrin mungkin dapat distimulasi atau dihambat oleh kadar sejenis hormon dalam darah (diproduksi oleh kelenjar itu sendiri atau oleh kelenjar endokrin lain) atau oleh kandungan non hormon (misalnya glukosa atau kalsium). Mekanisme control umpan balik juga terlibat dalam stimulasi atau inhibisi sekresi hormon.

1. Umpan balik negatif, jika peningkatan kadar zat hormon atau nonhormon dalam darah mengakibatkan inhibisi sekresi hormon selanjutnya, maka mekanisme ini disebut sistem umpan balik negatif.
2. Umpan balik positif, jika kadar zat hormon atau non hormon dalam darah mengakibatkan peningkatan sekresi pada kelenjar endokrin, mekanisme ini disebut sistem umpan balik positif.

Pelepasan hormon dari kelenjar endokrin juga dapat distimulasi oleh impuls saraf yang menjalar sepanjang serabut saraf dan langsung berakhir pada sel kelenjar, atau seperti pada bagian posterior kelenjar hipofisis, distimulasi oleh neurosekresi yang tersimpan dalam kelenjar sebagai hormon.

E. Kelainan

1. Hipotiroidisme, adalah penurunan produksi hormon tiroid. Hal ini mengakibatkan penurunan aktivasi metabolik, konstipasi, letargi, reaksi mental lambat, dan peningkatan simpanan lemak.
2. Hiporsekresi, mengakibatkan penurunan kadar kalsium darah dan peningkatan iritabilitas sistem neuromuskular. Jika hipersekresi berlebihan dapat menyebabkan tetanus (kejang otot rangka), yang berakibat fatal jika tidak segera ditangani.
3. Hiposekresi, terjadi karena destruksi jaringan kortikal akibat penyakit atau atrofi, dikenal sebagai penyakit Addison. Penyakit ini mengakibatkan ketidakseimbangan natrium-kalium darah, penghitaman kulit, dan penurunan kemampuan untuk merespon stress fisiologis.

4. SISTEM REPRODUKSI

Sistem reproduksi adalah suatu rangkaian organ-organ dan zat dalam tubuh suatu organisme yang berfungsi untuk berkembang biak. Sistem reproduksi pada manusia dibedakan berdasarkan alat perkembangbiakan pria dan alat perkembangbiakan wanita.

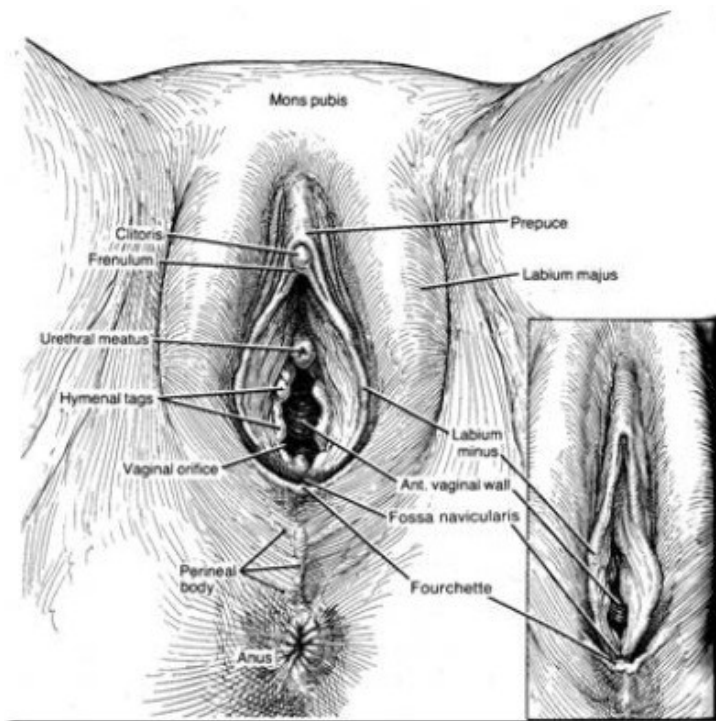
A. Reproduksi Wanita

System reproduksi wanita dibedakan menjadi system reproduksi genitalia eksternal dan genitalia internal.

1. Genitalia Eksternal Wanita

Genitalia eksternal memiliki 3 fungsi utama :

- a. Jalan masuk sperma kedalam tubuh
- b. Melindungi organ genitalia interna dari mikroorganisme
- c. Seksual

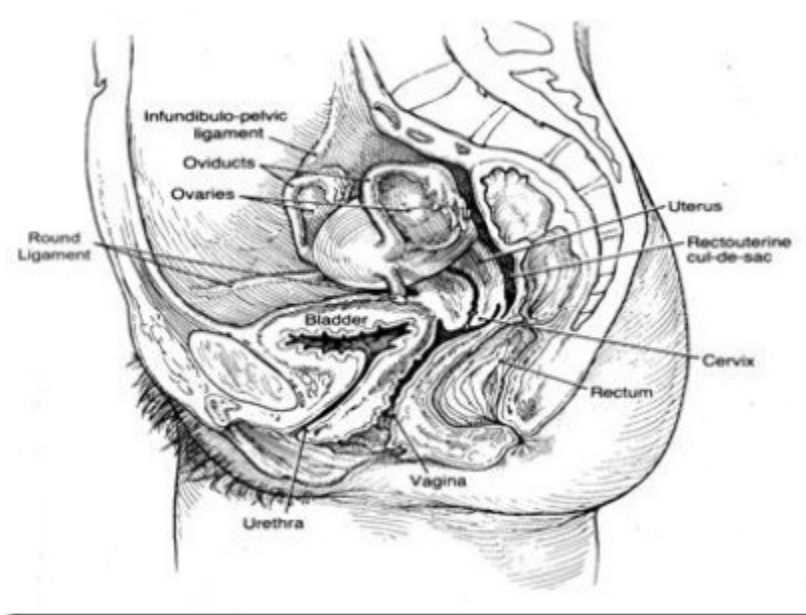


Gambar1. Organ reproduksi eksternal pada wanita. Dinding vagina anterior terbawah terlihat di balik labium minus. Pada nulipara, orifisium vaginae tidak mudah terlihat (inset) oleh karena kedua labium minus yang saling mendekat

- 1) Pudenda sering disebut sebagai *vulva* dan meliputi semua struktur yang terlihat diantara pubis sampai perineum.
- 2) Mons Pubis (*mons veneris*) terdiri dari jaringan lemak yang berada pada dinding depan abdomen diatas simfisis pubis.
- 3) Labium Majus. Terdiri dari 2 buah lipatan kulit memanjang dari mons pubis kearah postero-inferior dan menyatu dibagian posterior membentuk *commisura posterior*. Secara morfologis struktur ini identik dengan *skrotum* pada laki-laki.
- 4) Labium Minus. Berupa dua buah lipatan kulit yang berjalan dari klitoris dan menyatu dibagian posterior untuk membentuk *frenulum labia minora* atau *fourchette*.

- 5) Klitoris. Berada di ujung anterior labia minor. Terdiri dari 2 buah corpus cavernosum yang merupakan jaringan erektile di dalam selaput tipis jaringan ikat dan sebagian diantaranya menyatu sepanjang tepi medial untuk membentuk korpus klitoris.
- 6) Vestibulum vaginae. Berupa cekungan memanjang antara labia minor dan orifisium vaginae. Lokasi klitoris berada dibagian ujung anterior vestibulum yang berbentuk segitiga. Pada orang dewasa memiliki 6 buah lubang yaitu :
 - Urethra
 - Vagina
 - 2 buah saluran kelenjar Bartholine
 - 2 buah saluran kelenjar paraurethral (Skene)
- 7) Meatus urethra eksternus (MUE). Terletak 2 – 2.5 cm dibagian posterior basis klitoris. Pada kedua sisi MUE terdapat 2 pasang saluran kelenjar paraurethralis (*Skene's*) yang mempunyai arti klinis dalam infeksi Gonococcus atau infeksi non-spesifik lain. Ductus paraurethralis identik dengan *kelenjar Prostate* pada laki-laki.
- 8) Bulbus vestibule, adalah truktur jaringan erektile yang berada dikedua sisi orifisium vaginae yang menempel dengan permukaan inferior diafragma urogenitalis dan tertutup oleh *musculus Bulbocavernosus*(sfingter vaginae). Bulbus vestibuli berukuran panjang 3 – 4 cm dan diameter 1 – 2 cm. Mudah cedera saat persalinan dan menyebabkan hematoma vulva atau perdarahan eksternal. Struktur ini homoloog dengan *corpus cavernosus urethrae* pada laki-laki.
- 9) Glandula Bartholine. Sepasang kelenjar yang terletak pada kedua sisi orifisium vaginae. Berupa masa bulat dengan ukuran bervariasi antara 0.5 – 1 cm. Masing-masing kelenjar memiliki saluran sepanjang 2 cm dengan orifisium yang terletak diantara labia minor dan orifisium vagina. Fungsinya adalah menghasilkan sekret pada saat libido meningkat. Struktur ini identik dengan *glandula Bulbourethral (Cowper's)* pada laki-laki.
- 10) Orifisium Vaginae. Terletak postero-inferior dari Meatus Urethrae Eksternus dengan bentuk dan lebar yang derajatnya sesuai dengan virginitas – usia dan paritas.
- 11) Himen. Lipatan selaput membran tipis yang melingkari orifisium vagina. Terdapat berbagai jenis lubang hymen: annular – cribiformis – septum – imperforatus. Sisa-sisa himen pada multipara disebut sebagai *caruncula Myritiformis*.
- 12) Vagina. Saluran musculo-membrane yang terbentang dari vestibulum sampai uterus. Berjalan kearah postero-superior dan membentuk sudut tajam dengan servik uteri sehingga dinding posterior vagina akan lebih panjang (sekitar 1.5 – 3 cm) dibandingkan

dengan dinding anterior (6 – 7.5 cm). Penonjolan servik kedalam vagina akan membentuk Cavum Douglassi dan membagi puncak vagina menjadi *fornix anterior - posterior* dan *lateralis*.



Gambar 3. Penampang sagital panggul wanita dewasa yang memperlihatkan hubungan antara organ viscera panggul

Di bagian anterior, vagina berbatasan dengan *trigonum vesicalis* ; dan di bagian posterior dengan rektum. Dibagian posterior, $\frac{1}{4}$ bagian distal vagina terpisah dari saluran anus dengan *corpus perinealis* ; $\frac{2}{4}$ bagian tengah vagina berhimpitan dengan *ampula recti* ; $\frac{1}{4}$ bagian proksimal vagina dibelakang fornix posterior tertutup dengan peritoneum membentuk *Cavum Douglassi*. Lendir yang membasahi vagina berasal dari servik yang menjadi asam akibat fermentasi glikogen epitel oleh bakteri vagina. Vagina terdiri dari lapisan epitel pipih bertatah, otot dan jaringan ikat dibagian luar. Fungsi vagina : organ copulasi, saluran keluar (darah haid), dan sebagai jalan lahir.

13) Perineum. Perineum dibentuk oleh sejumlah struktur. Sebagian besar fungsi penyangga perineum merupakan tugas dari *diafragma pelvik* dan *diafragma urogenitalis*

Diafragma pelvik terdiri dari :

- *Levator Ani*
- *Coccygeus* (dibagian posterior)

Diafragma urogenitalis terletak diluar diafragma pelvis dan meliputi daerah segitiga antara tuberischiadica dan simfisis pubis. *Diafragma urogenitalis* terdiri dari :

- *Tranversus perinealis profunda*
- *Constrictor urethrae*
- fascia penutup bagian superfisial dan profunda.

2. Genitalia internal wanita

Genitalia internal wanita terdiri dari :

- 1) Uterus, merupakan organ muskuler yang tebal, memiliki rongga dan berada di antara vesika urinaria disebelah anterior dan rektum disebelah posterior. Panjang uterus 7.5 cm dan lebar 4 – 5 cm dengan berat sekitar 60 gram. Bagian uterus diatas isthmus disebut *corpus uteri* dan bagian dibawah isthmus disebut *servik*. Dalam keadaan normal posisi uterus adalah *antefleksi – anteversi*. Servik uteri dibagi menjadi 2 bagian, yaitu *pars vaginalis* dan *pars supravaginalis* ; dibagian dalam servik terdapat kanalis servikalis.

Corpus uteri merupakan bagian terbesar uterus. Pada bagian anterior menempel pada vesika urinaria dan dibagian posterior menempel pada intestinum. Dibagian lateral menempel pada berbagai struktur yang berada didalam ligamentum latum (tuba falopii – ligamentum rotundum – ligamentum ovarii proprium – vasa uterina dan ureter).

Arteria uterina menyilang ureter sebelum berjalan di dinding lateral uterus. Titik persilangan tersebut kira-kira 1.5 cm dari fornix lateralis.

Cavum uteri berbentuk segitiga dengan kubah yang berada pada bidang setinggi kedua ostium tuba falopii dan apex bagian bawah setinggi ostium uteri internum.

Dinding uterus terdiri dari 3 lapisan:

- Serosa (peritoneum visceralis)
- Miometrium
- Endometrium

Selama kehamilan, serabut otot tersebut tidak bertambah banyak namun mengalami hipertrofi. Endometrium adalah lapisan berongga yang lunak yang mengandung sejumlah kelenjar dan dilapisi dengan “*ciliated collumnar epithelium*” ; bentuk kelenjar dan stroma bervariasi sesuai dengan siklus haid ; ketebalan pasca menstruasi dini $\pm 1 - 2$ mm dan menjelang menstruasi $\pm 4 - 7$ mm.

2) TUBA FALLOPII

Dua buah saluran muskuler yang terbentang dari sudut superior uterus ke arah lateral dengan panjang masing-masing sekitar 8 – 14 cm. Saluran ini menghubungkan cavum uteri dengan cavum peritoneale.

Tuba dapat dibagi menjadi 4 bagian :

1. Pars uterina / interstitialis
2. Pars Isthmica (penampang melintang paling sempit)
3. Pars Ampullaris
4. Pars Infundibularis (fimbriae)

Dinding Tuba Falopii terdiri dari 3 lapisan :

- Lapisan *serosa*
- Lapisan *muskularis*
- Lapisan *mucosa*

Mukosa tuba dilapisi selapis sel kolumnar yang sebagian memiliki bulu-getar (*silia*) dan sebagian lain memiliki kelenjar.

3) Ovarium.

Ovarium (indung telur) adalah sepasang organ berbentuk seperti *buah almond* yang berada disamping uterus di dekat dinding lateral pelvis dan berada pada lapisan posterior ligamentum latum, postero-caudal tuba falopii. Panjang kira-kira 2.5 – 5.0 cm dengan lebar kira-kira 1.5 – 3.0 cm. Masing-masing memiliki permukaan medial dan lateral.

Masing-masing ovarium memiliki tepi anterior (*mesovarium*) dan tepi posterior yang bebas.

Ligamentum penyangga ovarium adalah :

1. *ligamentum suspensorium ovarii* (*ligamentum infundibulo-pelvicum*) dan
2. *ligamentum Ovarii Proprium*.

Pembuluh darah ovarium terutama berasal dari *arteri ovarica* yang merupakan cabang *aorta abdominalis* dan selanjutnya dialirkan keluar ovarium melalui vena ovarica. Ovarium terbungkus oleh tunica albuginea yang mirip dengan yang dijumpai pada testis. Bagian luar ovarium disebut *cortex* yang memiliki gameet dan dibagian dalam disebut *medula* yang mengandung banyak pembuluh darah besar serta syaraf.

Cortex ovarium relatif avaskular dan dijumpai sejumlah folikel ovarium kecil. Masing-masing folikel mengandung ovum immature (*oosit*) yang terbungkus dengan satu atau beberapa lapisan sel. Bila oosit hanya dilapisi oleh satu lapisan sel, sel tersebut dinamakan *sel folikel*, bila dilapisi oleh beberapa lapisan sel-sel tersebut dinamakan *sel granulosa*

Dibagian cortex terdapat sejumlah folikel dengan berbagai derajat maturasi. Pada folikel primordial, oosit dilapisi oleh satu lapisan sel pipih (*sguamoues epithelium*). Folikel primer memiliki dua atau lebih lapisan sel granulosa kubis yang mengitari oosit. Folikel sekunder mengandung ruang-ruang berisi cairan diantara sel granulosa. Ruangan tersebut sering mengalami penyatuan (*coalesence*) membuat *cavum* sentral yang disebut sebagai *antrum*. Folikel d'graf atau folikel vesikuler yang matur memiliki *antrum* yang sangat dominan dan folikel biasanya menonjol keluar permukaan ovarium. Setiap bulan, pada wanita dewasa, satu dari folikel yang masak mengeluarkan oosit dari ovarium, peristiwa ini disebut *ovulasi*.

4) Glandula mammae

Glandula mammae ada pada laki dan perempuan, tetapi dalam keadaan normal hanya memiliki fungsi pada wanita. Glandula mamma berada di payudara diantara *fascia superfisialis* dan *m.pectoralis*.

Sedikit dibawah daerah sentral terdapat lingkaran hiperpigmentasi kulit dan disebut sebagai *areola mammae* yang mengitari puting susu. Masing-masing glandula mammae terdiri dari 15 – 25 lobus yang berbentuk radial dan memiliki muara di puting payudara.

Masing-masing lobus dipisahkan oleh jaringan ikat dan lemak. Jaringan ikat berfungsi sebagai *ligamentum suspensorium* yang mendekatkan payudara pada muskulus dibelakangnya dan epidermis diatasnya. Dalam lobus terdapat unit yang lebih kecil disebut sebagai *lobules* yang mengandung *glandula alveolaris* dengan fungsi memproduksi air susu selama masa laktasi.

Glandula alveolaris mengeluarkan susu melalui *ductus lactiferous* yang bermuara di puting payudara. Dibagian dalam *areola mammae* masing-masing *ductus lactiferous* memiliki daerah yang melebar.

Menstruasi

Menstruasi atau haid adalah pengeluaran secara periodik darah dan sel-sel tubuh dari vagina yang berasal dari dinding rahim wanita. Menstruasi dimulai saat pubertas dan menandai kemampuan seorang wanita untuk mengandung anak. Biasanya menstruasi dimulai antara umur 10 dan 16 tahun, tergantung pada berbagai faktor, termasuk kesehatan wanita, dan berat tubuh relatif terhadap tinggi tubuh.

Menstruasi berlangsung kira-kira sekali sebulan sampai wanita mencapai usia 45-50 tahun. Akhir kemampuan wanita bermenstruasi disebut menopause, ini juga yang menandai akhir dari masa-masa kehamilan seorang wanita. Siklus menstruasi adalah tiap 28 hari. Panjang siklus dapat bervariasi pada satu wanita selama saat-saat yang berbeda dalam hidupnya, dan bahkan dari bulan ke bulan bergantung pada berbagai hal, termasuk kesehatan fisik, emosi, dan nutrisi wanita yang bersangkutan.

Siklus Menstruasi

Siklus menstruasi terbagi menjadi tiga fase, yaitu :

1. Fase folikuler

Dimulai dari hari 1 sampai sesaat sebelum kadar LH meningkat dan terjadi pelepasan sel telur (ovulasi). Dinamakan fase folikuler karena pada saat ini terjadi pertumbuhan folikel di dalam ovarium. Pada pertengahan fase folikuler, kadar FSH sedikit meningkat sehingga merangsang pertumbuhan sekitar 3-30 folikel yang masing-masing mengandung 1 sel telur. Tetapi hanya 1 folikel yang terus tumbuh, yang lainnya hancur.

Pada suatu siklus, sebagian endometrium dilepaskan sebagai respon terhadap penurunan kadar hormon estrogen dan progesteron. Endometrium terdiri dari 3 lapisan. Lapisan paling atas dan lapisan tengah dilepaskan, sedangkan lapisan dasar tetap dipertahankan dan menghasilkan sel-sel baru untuk kembali membentuk kedua lapisan yang telah dilepaskan. Perdarahan menstruasi berlangsung selama 3-7 hari, rata-rata selama 5 hari. Darah menstruasi biasanya tidak membeku kecuali jika perdarahannya sangat hebat.

2. Fase ovulatoir

Fase ini dimulai ketika kadar LH meningkat dan pada fase ini dilepaskan sel telur. Sel telur biasanya dilepaskan dalam waktu 16-32 jam setelah terjadi peningkatan kadar LH. Folikel yang matang akan menonjol dari permukaan ovarium, akhirnya pecah dan melepaskan sel telur. Pada saat ovulasi ini beberapa wanita merasakan nyeri tumpul pada perut bagian bawah, nyeri ini biasa disebut mittelschmerz, yang berlangsung selama beberapa menit sampai beberapa jam.

3. Fase luteal

Fase ini terjadi setelah ovulasi dan berlangsung selama sekitar 14 hari. Setelah melepaskan telurnya, folikel yang pecah kembali menutup dan membentuk korpus luteum yang menghasilkan sejumlah besar progesteron. Progesteron menyebabkan suhu tubuh sedikit meningkat selama fase luteal dan tetap tinggi sampai siklus yang baru dimulai. Peningkatan suhu ini bisa digunakan untuk memperkirakan terjadinya ovulasi. Setelah 14 hari, korpus luteum akan hancur dan siklus yang baru akan dimulai, kecuali jika terjadi pembuahan. Jika telur dibuahi, korpus luteum mulai menghasilkan HCG (human chorionic gonadotropin). Hormon ini memelihara korpus luteum yang menghasilkan progesteron sampai janin bisa menghasilkan hormonnya sendiri. Tes kehamilan didasarkan kepada adanya peningkatan kadar HCG.

MASA SUBUR

Masa subur adalah waktu di mana sel telur yang telah matang potensial untuk dibuahi oleh sperma. Pada seorang wanita usia subur, setiap bulannya secara teratur akan terjadi pematangan satu atau lebih sel telur. Cara menghitung masa subur misalnya seseorang dengan siklus normal yaitu 28 hari maka ovulasi diperkirakan akan terjadi pada 14 hari sebelum menstruasi berikutnya. Untuk melihat rata-rata siklus menstruasi dicatat selama 3 bulan berturut-turut. Tetapi bila siklus menstruasinya tidak teratur 28 hari maka perlu ada penghitungan khusus.

B. Reproduksi Pria

Sistem reproduksi pria dibedakan menjadi sistem reproduksi genitalia eksternal dan genitalia internal.

1. Genitalia Eksternal Pria

Organ reproduksi luar pria terdiri dari:

1) Penis

Penis terdiri dari tiga rongga yang berisi jaringan spons. Dua rongga yang terletak di bagian atas berupa jaringan spons korpus kavernosa. Satu rongga lagi berada di bagian bawah yang berupa jaringan spons korpus spongiosum yang membungkus uretra. Uretra pada penis dikelilingi oleh jaringan erektile yang rongga-rongganya banyak mengandung pembuluh darah dan ujung-ujung saraf perasa. Bila ada suatu rangsangan, rongga tersebut akan terisi penuh oleh darah sehingga penis menjadi tegang dan mengembang (ereksi).

2) Skrotum

Skrotum (kantong pelir) merupakan kantung yang di dalamnya berisi testis. Skrotum

berjumlah sepasang, yaitu skrotum kanan dan skrotum kiri. Di antara skrotum kanan dan skrotum kiri dibatasi oleh sekat yang berupa jaringan ikat dan otot polos (otot dartos). Otot dartos berfungsi untuk menggerakkan skrotum sehingga dapat mengerut dan mengendur. Di dalam skrotum juga terdapat serat-serat otot yang berasal dari penerusan otot lurik dinding perut yang disebut otot kremaster. Otot ini bertindak sebagai pengatur suhu lingkungan testis agar kondisinya stabil. Proses pembentukan sperma (spermatogenesis) membutuhkan suhu yang stabil, yaitu beberapa derajat lebih rendah daripada suhu tubuh.

2. Genitalia Internal Pria

Organ reproduksi dalam pria terdiri atas :

1) Testis

Testis (gonad jantan) berbentuk oval dan terletak didalam kantung pelir (skrotum). Testis berjumlah sepasang (testes = jamak). Testis terdapat di bagian tubuh sebelah kiri dan kanan. Testis kiri dan kanan dibatasi oleh suatu sekat yang terdiri dari serat jaringan ikat dan otot polos. Fungsi testis secara umum merupakan alat untuk memproduksi sperma dan hormon kelamin jantan yang disebut testoteron.

2) Saluran Pengeluaran

Saluran pengeluaran pada organ reproduksi dalam pria terdiri dari epididimis, vas deferens, saluran ejakulasi dan uretra.

- Epididimis

Epididimis merupakan saluran berkelok-kelok di dalam skrotum yang keluar dari testis. Epididimis berjumlah sepasang di sebelah kanan dan kiri. Epididimis berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara sperma sampai sperma menjadi matang dan bergerak menuju vas deferens.

- Vas deferens

Vas deferens atau saluran sperma (duktus deferens) merupakan saluran lurus yang mengarah ke atas dan merupakan lanjutan dari epididimis. Vas deferens berfungsi sebagai saluran tempat jalannya sperma dari epididimis menuju kantung semen atau kantung mani (vesikula seminalis).

- **Saluran ejakulasi**
Saluran ejakulasi merupakan saluran pendek yang menghubungkan kantung semen dengan uretra. Saluran ini berfungsi untuk mengeluarkan sperma agar masuk ke dalam uretra.
- **Uretra**
Uretra merupakan saluran akhir reproduksi yang terdapat di dalam penis. Uretra berfungsi sebagai saluran kelamin yang berasal dari kantung semen dan saluran untuk membuang urin dari kantung kemih.
- **Kelenjar Asesoris**
Selama sperma melalui saluran pengeluaran, terjadi penambahan berbagai getah kelamin yang dihasilkan oleh kelenjar asesoris. Getah-getah ini berfungsi untuk mempertahankan kelangsungan hidup dan pergerakan sperma. Kelenjar asesoris merupakan kelenjar kelamin yang terdiri dari vesikula seminalis, kelenjar prostat dan kelenjar Cowper.
- **Vesikula seminalis**
Vesikula seminalis atau kantung semen (kantung mani) merupakan kelenjar berlekuk-lekuk yang terletak di belakang kantung kemih. Dinding vesikula seminalis menghasilkan zat makanan yang merupakan sumber makanan bagi sperma.
- **Kelenjar prostat**
Kelenjar prostat melingkari bagian atas uretra dan terletak di bagian bawah kantung kemih. Kelenjar prostat menghasilkan getah yang mengandung kolesterol, garam dan fosfolipid yang berperan untuk kelangsungan hidup sperma.
- **Kelenjar Cowper**
Kelenjar Cowper (kelenjar bulbouretra) merupakan kelenjar yang salurannya langsung menuju uretra. Kelenjar Cowper menghasilkan getah yang bersifat alkali (basa).

Spermatogenesis

Spermatogenesis terjadi di dalam di dalam testis, tepatnya pada tubulus seminiferus. Spermatogenesis mencakup pematangan sel epitel germinal dengan melalui proses pembelahan dan diferensiasi sel, yang mana bertujuan untuk membentuk sperma fungsional. Pematangan sel terjadi di tubulus seminiferus yang kemudian disimpan di epididimis.

Pada tahap pertama spermatogenesis, spermatogonia yang bersifat diploid ($2n$ atau mengandung 23 kromosom berpasangan), membelah secara mitosis menjadi spermatogonia tipe B. Kemudian, setelah beberapa kali membelah, sel-sel ini akhirnya menjadi spermatosit primer yang masih bersifat diploid. Setelah melewati beberapa minggu, setiap spermatosit primer membelah secara meiosis membentuk dua buah spermatosit sekunder yang bersifat haploid. Spermatosit sekunder kemudian membelah lagi secara meiosis membentuk empat buah spermatid. Spermatid merupakan calon sperma yang belum memiliki ekor dan bersifat haploid (n atau mengandung 23 kromosom yang tidak berpasangan). Setiap spermatid akan berdiferensiasi menjadi spermatozoa (sperma). Proses perubahan spermatid menjadi sperma disebut spermiasi.

Ketika spermatid dibentuk pertama kali, spermatid memiliki bentuk seperti sel-sel epitel. Namun, setelah spermatid mulai memanjang menjadi sperma, akan terlihat bentuk yang terdiri dari kepala dan ekor. Kepala sperma terdiri dari sel berinti tebal dengan hanya sedikit sitoplasma. Pada bagian membran permukaan di ujung kepala sperma terdapat selubung tebal yang disebut akrosom. Akrosom mengandung enzim hialuronidase dan proteinase yang berfungsi untuk menembus lapisan pelindung ovum.

Pada ekor sperma terdapat badan sperma yang terletak di bagian tengah sperma. Badan sperma banyak mengandung mitokondria yang berfungsi sebagai penghasil energi untuk pergerakan sperma.

Semua tahap spermatogenesis terjadi karena adanya pengaruh sel-sel sertoli yang memiliki fungsi khusus untuk menyediakan makanan dan mengatur proses spermatogenesis.

Hormon pada Pria

Proses spermatogenesis distimulasi oleh sejumlah hormon, yaitu testoteron, LH (Luteinizing Hormone), FSH (Follicle Stimulating Hormone), estrogen dan hormon pertumbuhan.

a. Testoteron

Testoteron disekresi oleh sel-sel Leydig yang terdapat di antara tubulus seminiferus.

Hormon ini penting bagi tahap pembelahan sel-sel germinal untuk membentuk sperma, terutama pembelahan meiosis untuk membentuk spermatosit sekunder.

b. LH (Luteinizing Hormone)

LH disekresi oleh kelenjar hipofisis anterior. LH berfungsi menstimulasi sel-sel Leydig untuk mensekresi testoteron

c. FSH (Follicle Stimulating Hormone)

FSH juga disekresi oleh sel-sel kelenjar hipofisis anterior dan berfungsi menstimulasi sel-sel sertoli. Tanpa stimulasi ini, pengubahan spermatid menjadi sperma (spermiasi) tidak akan terjadi.

d. Estrogen

Estrogen dibentuk oleh sel-sel sertoli ketika distimulasi oleh FSH. Sel-sel sertoli juga mensekresi suatu protein pengikat androgen yang mengikat testoteron dan estrogen serta membawa keduanya ke dalam cairan pada tubulus seminiferus. Kedua hormon ini tersedia untuk pematangan sperma.

e. Hormon Pertumbuhan

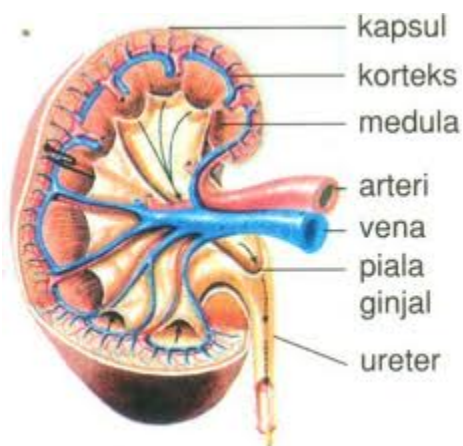
Hormon pertumbuhan diperlukan untuk mengatur fungsi metabolisme testis. Hormon pertumbuhan secara khusus meningkatkan pembelahan awal pada spermatogenesis.

5. SISTEM URINARIA

1. Struktur dan Fungsi makroskopik dan mikroskopik system urinaria

Ginjal berfungsi sebagai alat ekskresi untuk mengeluarkan zat sisa metabolisme berupa urea, zat sisa empedu dan garam dalam bentuk zat terlarut dalam air.

Struktur Ginjal.



Di dalam tubuh manusia terdapat sepasang ginjal, yang bentuknya seperti biji kacang merah. Masing-masing besarnya kira-kira sekepala tangan yang tertutup. Organ ginjal ini terletak pada rongga sebelah kanan dan kiri ruas-ruas tulang pinggang. Letak ginjal sebelah kanan lebih rendah dari pada ginjal sebelah kiri, karena ginjal sebelah kanan berada di bawah hati. Pada sayatan membujur sebuah ginjal, tampak bagian-bagian ginjal sebagai berikut:

1. Kulit ginjal (Korteks)
2. Sumsum ginjal (medulla)
3. Rongga ginjal (pelvis renalis)

Ginjal merupakan organ berbentuk seperti kacang yang terletak di kedua sisi *columna vertebralis*, di bawah liver dan limphe. Di bagian *superior* ginjal terdapat *adrenal gland* (juga disebut *kelenjar suprarenal*). Ginjal bersifat retroperitoneal, yang berarti terletak di belakang *peritonium* yang melapisi rongga *abdomen*. Kedua ginjal terletak di sekitar vertebra T12 hingga L3. Ginjal kanan biasanya terletak sedikit di bawah ginjal kiri untuk memberi tempat untuk hati. Sebagian dari bagian atas ginjal terlindungi oleh iga ke sebelas dan duabelas. Kedua ginjal dibungkus oleh dua lapisan lemak (lemak perirenal dan lemak pararenal) yang membantu meredam goncangan.

Ginjal kanan sedikit lebih rendah dibandingkan dengan ginjal kiri karena tertekan ke bawah oleh hati. Kutub atas ginjal kanan terletak setinggi iga duabelas, sedangkan ginjal kiri terletak setinggi iga kesebelas. Pada orang dewasa, panjang ginjal sekitar 12-13 cm, lebarnya 6 cm, tebal 2,5 cm dan beratnya ± 140 gram (pria = 150 – 170 gram, wanita = 115-155 gram)

Kedua ureter merupakan saluran yang panjangnya sekitar 10-12 inci (25 hingga 30 cm), terbentang dari ginjal sampai vesica urinaria. Fungsi ureter menyalurkan urine ke vesica urinaria.

Vesica urinaria merupakan kantong berotot yang dapat mengempis, terletak dibelakang simfisis pubis. Fungsi vesica urinaria: (1) Sebagai tempat penyimpanan urine, dan (2) mendorong urine keluar dari tubuh.

Potongan longitudinal ginjal memperlihatkan dua daerah yang berbeda yaitu Korteks dan medula.

1. Korteks : bagian luar dari ginjal
2. Medula : Bagian dalam dari ginjal
3. Piramid : Medula yang terbagi-bagi menjadi baji segitiga
4. Kolumna Bertini ; Bagian korteks yang mengelilingi piramid.
5. Papilaris berlini : Papila dari tiap piramid yang terbentuk dari persatuan bagian terminal dari banyak duktus pengumpul.
6. Pelvis: Reservoir utama sistem pengumpulan ginjal.
7. Kaliks minor: bagian ujung pelvis berbentuk seperti cawan yang mengalami penyempitan karena adanya duktus papilaris yang masuk ke bagian pelvis ginjal.
8. Kaliks mayor: Kumpulan dari beberapa kaliks minor.

NEFRON

Unit fungsional ginjal adalah nefron. Pada manusia setiap ginjal mengandung 1-1,5 juta nefron yang pada dasarnya mempunyai struktur dan fungsi yang sama

Di ulangi lagi. Unit fungsional ginjal adalah nefron. Pada manusia setiap ginjal mengandung 1-1,5 juta nefron yang pada dasarnya mempunyai struktur dan fungsi yang sama.

Dapat dibedakan dua jenis nefron:

1. Nefron kortikalis yaitu nefron yang glomerulinya terletak pada bagian luar dari korteks dengan lingkungan henle yang pendek dan tetap berada pada korteks atau mengadakan penetrasi hanya sampai ke zona luar dari medula.
2. Nefron juxtamedullaris yaitu nefron yang glomerulinya terletak pada bagian dalam dari korteks dekat dengan cortex-medulla dengan lengkung henle yang panjang dan turun jauh ke dalam zona dalam dari medula, sebelum berbalik dan kembali ke cortex.

Bagian-bagian nefron:

a. Glomerulus

Suatu jaringan kapiler berbentuk bola yang berasal dari arteriol afferent yang kemudian bersatu menuju arteriol efferent, Berfungsi sebagai tempat filtrasi sebagian air dan zat yang terlarut dari darah yang melewatinya.

b. Kapsula Bowman

Bagian dari tubulus yang melingkupi glomerulus untuk mengumpulkan cairan yang difiltrasi oleh kapiler glomerulus.

c. Tubulus, terbagi menjadi 3 yaitu:

1.Tubulus proksimal

Tubulus proksimal berfungsi mengadakan reabsorpsi bahan-bahan dari cairan tubuli dan mensekresikan bahan-bahan ke dalam cairan tubuli.

2.Lengkung Henle

Lengkung henle membentuk lengkungan tajam berbentuk U. Terdiri dari pars descendens yaitu bagian yang menurun terbenam dari korteks ke medula, dan pars ascendens yaitu bagian yang naik kembali ke korteks. Bagian bawah dari lengkung henle mempunyai dinding yang sangat tipis sehingga disebut segmen tipis, sedangkan bagian atas yang lebih tebal disebut segmen tebal.

Lengkung henle berfungsi reabsorpsi bahan-bahan dari cairan tubulus dan sekresi bahan-bahan ke dalam cairan tubulus. Selain itu, berperan penting dalam mekanisme konsentrasi dan dilusi urin.

3.Tubulus distal

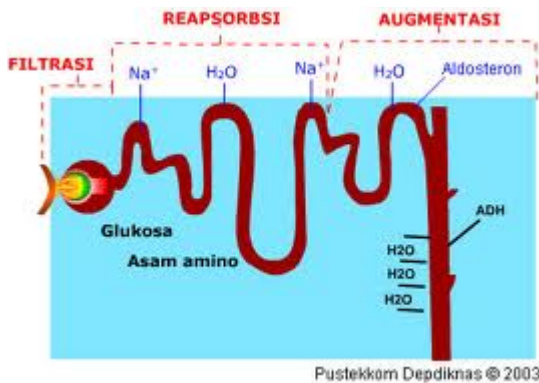
Berfungsi dalam reabsorpsi dan sekresi zat-zat tertentu.

d. Duktus pengumpul (duktus kolektifus)

Satu duktus pengumpul mungkin menerima cairan dari delapan nefron yang berlainan. Setiap duktus pengumpul terbenam ke dalam medula untuk mengosongkan cairan isinya (urin) ke dalam pelvis ginjal.

2. Proses pembentukan urin dan factor yang mempengaruhinya

Pembentukan Urine



Glomerulus berfungsi sebagai ultrafiltrasi pada kapsula 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 ke piala ginjal terus berlanjut ke ureter. Urine berasal dari darah ini terdiri dari bagian yang padat yaitu sel darah dan bagian plasma darah. Jumlah urine sekitar 900-1500 ml/24 jam, dengan komposisi air sekitar 96% dan bahan-bahan yang terlarut di dalamnya (elektrolit terutama natrium dan sisa metabolisme terutama ureum, cyte dan erythrocyte 1-2 buah/ lapangan pandang (ini normal). Pada penderita icterus adanya bilirubin dan urobilin yang menyebabkannya menjadi kuning. Ada tiga tahap pembentukan urine :

a. Proses filtrasi

Terjadi di glomerulus, proses ini terjadi karena permukaan aferen lebih besar dari permukaan eferen maka terjadi penyerapan darah. Sedangkan sebagian tersaring adalah bagian cairan darah kecuali protein. Cairan yang tersaring ditampung oleh kapsula bowman yang terdiri dari glukosa, air, natrium, klorida, sulfat, bikarbonat, dll yang diteruskan ke tubulus ginjal. Filtrasi terjadi pada kapiler glomerulus pada kapsul Bowman. Pada glomerulus terdapat sel-sel endotelium kapiler yang berpori (podosit) sehingga mempermudah proses penyaringan. Beberapa faktor yang mempermudah proses penyaringan adalah tekanan hidrolik dan permeabilitas yang tinggi pada glomerulus. Selain penyaringan, di glomerulus terjadi pula pengikatan kembali sel-sel darah, keping darah, dan sebagian besar protein plasma. Bahan-bahan kecil terlarut dalam plasma, seperti glukosa, asam amino, natrium, kalium, klorida, bikarbonat, garam lain, dan urea melewati saringan dan menjadi bagian dari endapan.

Hasil penyaringan di glomerulus berupa filtrat glomerulus (urin primer) yang komposisinya serupa dengan darah tetapi tidak mengandung protein. Pada filtrat

glomerulus masih dapat ditemukan asam amino, glukosa, natrium, kalium, dan garam-garam lainnya.

b. Proses reabsorpsi

Pada proses ini terjadi penyerapan kembali sebagian besar glukosa, natrium, klorida, fosfat, dan ion bikarbonat. Prosesnya terjadi secara pasif yang dikenal dengan obligator reabsorpsi terjadi pada tubulus atas. Sedangkan pada tubulus ginjal bagian bawah terjadi kembali penyerapan natrium dan ion bikarbonat. Bila diperlukan akan diserap kembali ke dalam tubulus bagian bawah. Penyerapannya terjadi secara aktif dikenal dengan reabsorpsi fakultatif dan sisanya dialirkan pada papilla renalis. Volume urin manusia hanya 1% dari filtrat glomerulus. Oleh karena itu, 99% filtrat glomerulus akan direabsorpsi secara aktif pada tubulus kontortus proksimal dan terjadi penambahan zat-zat sisa serta urea pada tubulus kontortus distal.

Substansi yang masih berguna seperti glukosa dan asam amino dikembalikan ke darah. Sisa sampah kelebihan garam, dan bahan lain pada filtrat dikeluarkan dalam urin. Tiap hari tabung ginjal mereabsorpsi lebih dari 178 liter air, 1200 g garam, dan 150 g glukosa. Sebagian besar dari zat-zat ini direabsorpsi beberapa kali. Setelah terjadi reabsorpsi maka tubulus akan menghasilkan urin sekunder yang komposisinya sangat berbeda dengan urin primer. Pada urin sekunder, zat-zat yang masih diperlukan tidak akan ditemukan lagi. Sebaliknya, konsentrasi zat-zat sisa metabolisme yang bersifat racun bertambah, misalnya ureum dari 0,03%, dalam urin primer dapat mencapai 2% dalam urin sekunder.

Meresapnya zat pada tubulus ini melalui dua cara. Gula dan asam amino meresap melalui peristiwa difusi, sedangkan air melalui peristiwa osmosis. Reabsorpsi air terjadi pada tubulus proksimal dan tubulus distal.

b. Augmentasi

Augmentasi adalah proses penambahan zat sisa dan urea yang mulai terjadi di tubulus kontortus distal. Komposisi urin yang dikeluarkan lewat ureter adalah 96% air, 1,5% garam, 2,5% urea, dan sisa substansi lain, misalnya pigmen empedu yang berfungsi memberi warna dan bau pada urin. Sisa penyerapan urin kembali yang terjadi pada tubulus dan diteruskan ke piala ginjal selanjutnya diteruskan ke ureter masuk ke vesika urinaria.

Mikturasi

Mikturasi adalah proses pembuangan urine. Timbulnya refleks rasa ingin kecing bila tertimbun urine 200-300 ml dalam vesica urinaria. Kesukaran mikturasi biasanya disebabkan oleh :

1. BPH, yaitu pembesaran kelenjar prostat (sering terjadi pada pria diatas 50 tahun)
2. Batu urethra
3. Striktura urethra, urethra menyempit penuh jaringan parut bekas infeksi.

Proses miksi dimulai dari ginjal, ureter, vesica urinaria, uretra. Darah memasuki glomerulus aferen dan kemudian meningkat melalui arteriol aferen. Glomerulus merupakan jalinan dari 50 kapiler sejajar dan dilapisi oleh sel-sel epitel. Btekanan darah di dalam glomerulus menyebabkan cairan difiltrasikan ke dalam kapsula Bowman. Dari situ cairan tersebut mengalir ke dalam ansa henle, kemudian turun ke bawah medulla ginjal, sekitar 1/3-1/5 menembus jauh ke dalam medulla. Bagian bawah ansa henle tersebut mempunyai dinding sangat tipis dan karena itu disebut segmen tipis ansa henle. Dari ansa henle, cairan tersebut mengalir ke dalam tubulus distalis. Akhirnya cairan tersebut mengalir ke dalam tubulus (duktus) koligens yang mengumpulkan cairan dari beberapa nefron. Duktus koligen berjalan dari korteks kembali ke bawah melalui medulla, sejajar dengan ansa henle, kemudian ia bermuara ke dalam velvis ginjal.

Ketika filtrate glomerulus mengalir melalui tubulus tersebut, kebanyakan air dan berbagai zat yang terlarut di dalamnya direabsorpsi ke kapiler, peritubulus, dan sejumlah kecil solute lain disekresikan ke dalam nobulus. Air dan solute tubulus yang tersisa menjadi urina

Pembentukan Urine

Pembentukan urine dihasilkan oleh filtrasi glomerulus, rearbsorpsi glomerulus, dan sekresi tubulus. Kecepatan sekresi berbagai zat dalam urine menunjukkan jumlah ketiga proses ginjal. Dinyatakan secara matematis :

Kecepatan raksi urine = laju filtrasi – laju rearbsorpsi + laju sekresi

Pembentukan urine di mulai dengan filtrasi sejumlah besar cairan yang bebas protein dari kapiler glomerulus, kapsul Bowman. Kebanyakan zat dalam plasma, kecuali untuk protein, di filtrasi secara bebas sehingga konsentrasinya pada filtrate glomerulus dalam kapsula Bowman hampir sama dengan dalam plasma. Ketika cairan yang telah di filtrasi ini meninggalkan kapsula Bowman, dan mengalir melalui tubulus, cairan diubah oleh reabsorpsi

air dan zat terlarut spesifik yang kembali ke dalam darah atau oleh sekresi zat-zat lain dari kapile peri tubulus ke dalam tubulus.

Komposisi Filtrat Glomerulus

Pembentukan urine dimulai dengan filtrasi sejumlah besar cairan oleh kapiler glomerulus ke dalam kapsula Bowman. Seperti kebanyakan kaliper, kapiler glomerulus juga relative impermeable terhadap protein, sehingga cairan hasil filtrasi yang disebut filtrate glomerulus pada dasarnya bersifat bebas protein dan tidak mengandung elemen selular, termasuk sel darah merah. Konsentrasi unsure plasma lainnya, termasuk garam dan molekul organik yang terikat pada protein plasma seperti glukosa dan asam amino bersifat serupa baik dalam plasma maupun filtrate glomerulus, pengecualian terhadap keadaan umum ini ialah zat dengan berat molekul rendah seperti kalsium dan asam lemak, yang tidak di filtrasi secara bebas. Karena zat tersebut sebagian terikat pada protein plasma. Hampir semua dari kalsium plasma dan sebagian besar asam lemak plasma terikat pada protein dan bagian yang terikat ini tidak di filtrasi dari kapiler glomerulus. Cairan yang difiltrasikan melalui glomerulus ke dalam kapsula bowman disebut filtrate glomerulus. Lapisan pada membran glomerulus :

- a. Lapisan endotel kapiler
- b. Membran basali
- c. Lapisan sel epitel yang diilustrasikan pada permukaan luar kapiler glomerulus

GFR (Laju Filtrat Glomerulus)

GFR merupakan kira-kira 20% dari aliran plasma ginjal. Seperti pada kapiler lain GFR ditentukan oleh:

1. Keseimbangan kekuatan osmotik koloid dan hidro static yang bekerja melintasi membran kaliler.
2. Koefisien filtrasi kapiler (KF), hasil permialbilitas dan daerah filtrasi kapiler.

Kapiler glomerulus mempunyai laju filtrasi yang jauh lebih tinggi dibandingkan banyak kapiler lainnya karena tekanan hidrostatik glomerulus yang tinggi dan KF yang besar. Pada orang dewasa normal GFR rata-rata 125 ml/ menit, atau 180 L/ hari. Fraksi aliran plasma renal yang difiltrasi rata-rata sekitar 0,2, ini menandakan bahwa kira-kira 20% plasma yang mengalir dari ginjal akan di filtrasi oleh kapiler glomerulus. fraksi filtrasi dihitung sebagai berikut :

Fraksi filtrasi = $GFR / \text{aliran plasma ginjal}$

Kemampuan filtrasi zat terlarut ditentukan oleh ukurannya dan muatan listriknya membran kapiler glomerulus lebih tebal dibandingkan membran kapiler lainnya tetapi juga lebih menyerap dan arena itu menyaring pada kecepatan tinggi. Meskipun laju filtrasi tinggi, sawar filtrasi glomerulus bersifat selektif dalam menentukan molekul yang akan di filtrasi, berdasarkan ukuran dan muatan listriknya. Kemampuan filtrasi 1,0 berarti bahwa zat di filtrasi secara bebas seperti air, kemampuan filtrasi 0,75 berarti bahwa zat hanya di filtrasi 75% kecepatan air. Perhatikan bahwa elektrolit seperti natrium, dan senyawa organik yang kecil seperti glukosa, akan di filtrasi secara bebas. Bila berat molekulnya mendekati berat molekul albumin, kemampuan filtrasi akan menurun secara cepat hingga tingkat yang rendah, mendekati 0. Kemampuan filtrasi suatu zat juga ditentukan oleh muatan molekul. Pada umumnya, molekul besar dengan muatan negative lebih sukar di filtrasi dibandingkan dengan molekul bermuatan positif dengan ukuran molekul yang sama.

Penentuan laju filtrasi glomerulus

$GFR = K_f \times \text{Tekanan filtrasi akhir}$

$$GFR = K_f \times (P_G - P_B - \pi_G + \pi_B)$$

Keterangan : K_f normal adalah 12,5 ml per menit per mmHg

Tekanan filtrasi adalah tekanan netto yang memaksa cairan keluar melalui membran glomerulus, dan ini sama dengan tekanan glomerulus dikurangi jumlah tekanan osmotik koloid glomerulus dan tekanan kapsula, sehingga tekanan filtrasi normal sekitar 10 mmHg.

Tekanan filtrasi akhir mewakili jumlah kekuatan osmotik koloid dan hidrostatik yang menyokong atau melawan filtrasi yang melintasi kapiler glomerulus. Kekuatan ini meliputi :

1. Tekanan hidrostatik dalam kapiler glomerulus yang menyebabkan filtrasi (P_G) sebesar 60 mmHg
2. Tekanan hidrostatik dalam kapsula Bowman (P_B) yang melawan filtrasi sebesar 18 mmHg
3. Tekanan osmotik koloid protein plasma kapiler glomerulus (π_G) yang melawan filtrasi dan tekanan osmotik koloid protein dalam kapsula Bowman (π_B) yang memulai filtrasi sebesar 32 mmHg

Pada keadaan normal, konsentrasi protein dalam filtrat glomerulus sedemikian rendah sehingga tekanan osmotik koloid cairan kapsul Bowman dianggap

Faktor Yang Mempengaruhi Lfg (Gfr)

- a. Tekanan arteri, bila tekanan arteri meningkat, ini jelas meningkatkan tekanan di dalam glomerulus, sehingga laju glomerulus meningkat, tetapi peningkatan filtrasi masih diatur oleh autoregulasi untuk menjaga tekanan glomerulus yang meningkat drastis.
- b. Efek konstriksi arteri aferen, pada laju filtrasi glomerulus konstriksi arteri aferen menurunkan kecepatan aliran darah ke dalam glomerulus dan juga menurunkan tekanan glomerulus, akibatnya terjadi penurunan tekanan glomerulus.
- c. Efek konstriksi arteri eferen, konstriksi arteri eferen meningkatkan tahanan terhadap aliran keluar dari glomerulus dan ini akan meningkatkan laju glomerulus dan filtrasinya, tetapi bila penyempitan arteri terlalu besar dan aliran darah sangat terhalang maka laju filtrasi juga akan menurun.
- d. Efek aliran darah glomerulus atau laju filtrasi glomerulus, bila arteri eferen dan arteri aferen berkonstriksi, maka jumlah darah yang mengalir ke glomerulus tiap menitnya akan menurun. Kemudian karena cairan filtrasi dari glomerulus maka konsentrasi protein plasma dan tekanan osmotik koloid plasma dalam glomerulus akan meningkat. Sebaliknya ini akan melawan filtrasi, sehingga bila aliran darah glomerulus turun secara bermakna di bawah normal, maka laju filtrasi mungkin menjadi tertekan secara serius walaupun tekanan glomerulus tinggi.

Auto Regulasi Laju Filtrasi Glomerulus

Perubahan arteri menyebabkan perubahan jelas dalam pengeluaran urine, tekanan ini dapat berubah dari sekecil 75 mmHg sampai setinggi 160 mmHg, hal ini menyebabkan perubahan yang sangat kecil atas laju filtrasi glomerulus. Efek ini disebut autoregulasi laju filtrasi glomerulus. Ini penting karena nefron memerlukan laju filtrasi glomerulus yang optimum bila ia melakukan fungsinya. Bahkan laju filtrasi glomerulus lebih besar / lebih kecil 5% dapat menyebabkan pengaruh yang besar yaitu kehilangan cairan yang berlebihan ke dalam urine. Eksresi produk-produk sisa yang diperlukan terlalu kecil

Faktor Yang Mempengaruhi Jumlah Dan Terbentuknya Urine

1. Usia

Pengeluaran urin usia balita lebih sering karena balita belum bisa mengendalikan rangsangan untuk miksi dan balita makan balita lebih banyak berjenis cairan sehingga urin yang dihasilkan lebih banyak sedangkan pengeluaran urin pada lansia lebih sedikit karena setelah usia 40 tahun, jumlah nefron yang berfungsi biasanya menurun kira-kira 10% tiap tahun.

2. Jenis dan jumlah makanan dan minuman yang masuk ke dalam tubuh
3. Life Style dan aktivitas

Seorang yang suka berolahraga, urin yang terbentuk akan lebih sedikit dan lebih pekat karena cairan lebih banyak digunakan untuk membentuk energy sehingga cairan yang dikeluarkan lebih banyak dalam bentuk keringat.

4. Status kesehatan

Orang yang dalam keadaan sehat produksi urinnnya akan berbeda dengan orang sakit. Orang yang sakit mengeluarkan urin bisa lebih banyak ataupun sedikit bergantung pada penyakit yang dideritanya.

5. Psikologis

Orang yang cemas metabolismenya lebih cepat sehingga urin lebih cepat dikeluarkan.

6. Cuaca

Bila cuaca panas cairan tubuh lebih banyak dikeluarkan dalam bentuk keringat sedangkan cuaca dingin cairan tubuh akan dikeluarkan dalam bentuk urin.

7. Jumlah air yang diminum

Akibat banyaknya air yang diminum, akan menurunkan konsentrasi protein yang dapat menyebabkan tekanan koloid protein menurun sehingga tekanan filtrasi kurang efektif. Hasilnya, urin yang diproduksi banyak.

8. Saraf

Rangsangan pada saraf ginjal akan menyebabkan penyempitan duktus aferen sehingga aliran darah ke glomerulus berkurang. Akibatnya, filtrasi kurang efektif karena tekanan darah menurun.

9. Banyak sedikitnya hormone insulin

Apabila hormon insulin kurang (penderita diabetes melitus), kadar gula dalam darah akan dikeluarkan lewat tubulus distal. Kelebihan kadar gula dalam tubulus distal mengganggu proses penyerapan air, sehingga orang akan sering mengeluarkan urin.

Volume Urin Yang Wajib Dikeluarkan

Volume urin yang wajib dikeluarkan individu perharinya (dalam keadaan normal) dipengaruhi oleh osmolaritas minuman atau makanan yang diminum.

10. Peran ginjal dalam mempengaruhi PH darah

Ginjal kita juga menolong untuk menatur konsentrasi H_3O^+ dalam darah agar tetap konstan, dengan jalan mengeluarkan kelebihan asam melalui urine, sehingga pH urine dapat berada sekitar $4,8 \pm 7,0$.

Di ginjal dapat terjadi sekresi dan reabsorpsi ion HCO_3 , kerja ginjal akan berperan besar dalam penentuan nilai pH. Artinya, ginjal berperan untuk mempertahankan keseimbangan komponen metabolik, yaitu ion HCO_3 , agar proses metabolisme dapat berjalan dengan baik. Ginjal membantu menghilangkan kelebihan zat kimia dari darah. Ginjal yang pada akhirnya menghapus (dari tubuh) H^+ ion dan komponen lain dari pH buffer yang membangun berlebihan. Asidosis yang terjadi akibat kegagalan ginjal untuk melakukan fungsi ekskretoris ini dikenal sebagai asidosis metabolik. Namun, ekskresi oleh ginjal adalah proses yang relatif lambat, dan mungkin memakan waktu terlalu lama untuk mencegah asidosis akut akibat penurunan tiba-tiba pH (misalnya, selama latihan). Pengaturan Ginjal terhadap keseimbangan asam-basa

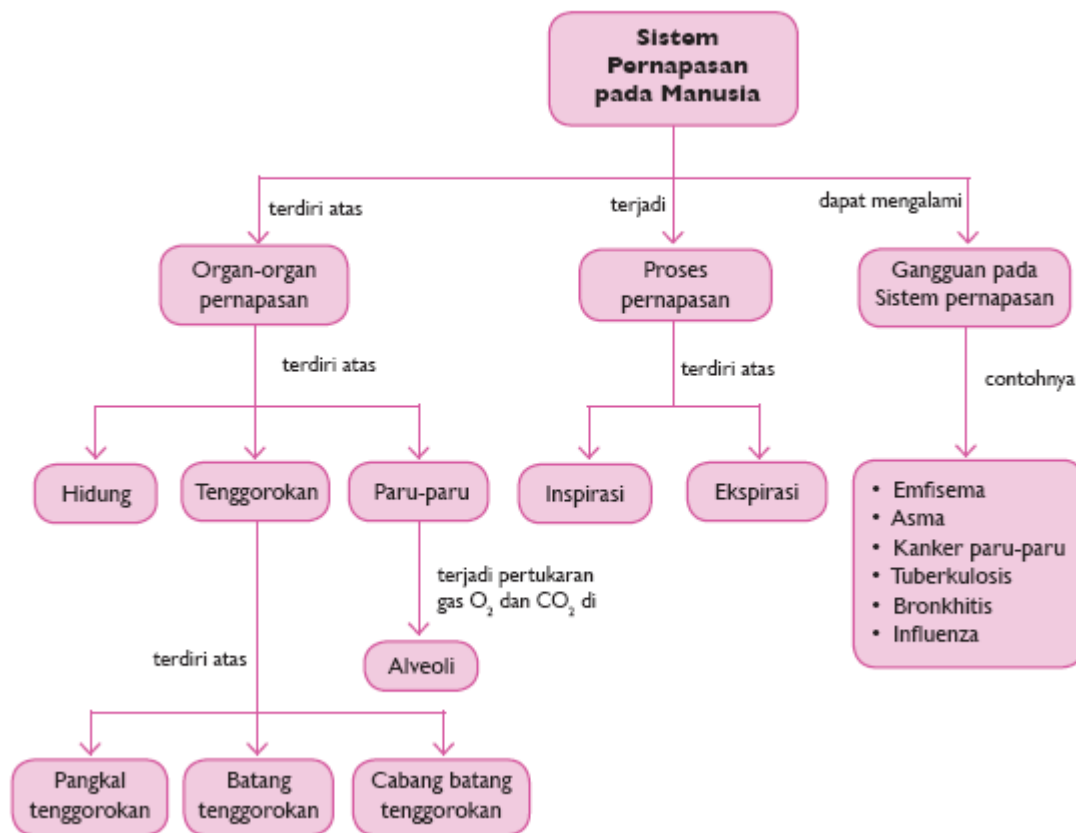
- Ekskresi ion bicarbonate jika dibutuhkan
- Merubah atau membuat ion bicarbonate jika dibutuhkan
- pH Urine : 4.5-8.0

Tubuh menggunakan 3 mekanisme untuk mengendalikan keseimbangan asam-basa darah:

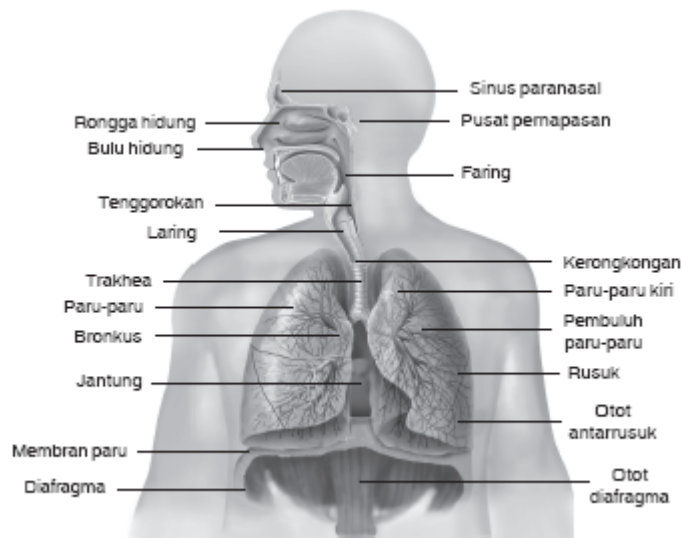
1. Kelebihan asam akan dibuang oleh ginjal, sebagian besar dalam bentuk ammonia.
2. Ginjal memiliki kemampuan untuk merubah jumlah asam atau basa yang dibuang, yang biasanya berlangsung selama beberapa hari.
3. Tubuh menggunakan penyangga pH (buffer) dalam darah sebagai pelindung terhadap perubahan yang terjadi secara tiba-tiba dalam pH darah. Suatu penyangga pH bekerja secara kimiawi untuk meminimalkan perubahan pH suatu larutan. Penyangga pH yang paling penting dalam darah menggunakan bikarbonat. Bikarbonat (suatu komponen basa) berada dalam kesetimbangan dengan karbondioksida (suatu komponen asam). Jika lebih banyak asam yang masuk ke dalam

aliran darah, maka akan dihasilkan lebih banyak bikarbonat dan lebih sedikit karbondioksida, jika lebih banyak basa yang masuk ke dalam aliran darah, maka akan dihasilkan lebih banyak karbondioksida dan lebih sedikit bikarbonat.

6. SISTEM RESPIRASI



1. Struktur dan Fungsi makroskopik dan mikroskopik system respirasi



1. *Hidung*, merupakan muara keluar-masuknya udara pernapasan. Di dalam hidung, udara mengalami beberapa perlakuan sebagai berikut.
 1. Udara yang masuk ke hidung akan disaring dulu oleh rambut hidung, sehingga debu dan partikel kotoran tidak masuk ke dalam paru-paru.
 2. Udara dihangatkan oleh kapiler darah yang ada di dalam hidung, sehingga suhunya sesuai dengan suhu tubuh.
 3. Udara dilembabkan oleh lapisan lendir yang ada di dalam rongga hidung.

Selain hidung, kita (manusia) dapat bernafas menggunakan mulut, karena pada pangkal rongga mulut selain terdapat saluran cerna juga ada cabang menuju saluran napas yang disebut tenggorokan. Meskipun sebenarnya mulut hanyalah alat pernapasan darurat pada saat hidung tidak bisa melakukan pernapasan dengan baik, misalnya pada saat hidung tersumbat. Dan juga apabila kamu bernapas menggunakan mulut, udara pernapasan yang masuk tidak akan tersaring dengan baik.

2. *Faring*, merupakan saluran sepanjang 12,5–13 cm sebagai kelanjutan dari saluran hidung yang meneruskan udara ke laring. Faring terletak di antara saluran pernapasan dan saluran pencernaan, tempat yang dilewati oleh udara, makanan, dan air atau terletak di antara rongga hidung dan kerongkongan. Pada bagian ujung bawah faring terdapat katup yang disebut *epiglottis*. Epiglottis merupakan katup yang mengatur agar makanan dari mulut masuk ke kerongkongan, tidak ke tenggorokan. Pada saat menelan, epiglottis menutup laring. Dengan cara ini, makanan atau cairan tidak bisa masuk ke tenggorokan.

3. Tenggorokan

Tenggorokan merupakan bagian dari organ pernapasan. Tenggorokan berupa suatu pipa yang dimulai dari pangkal tenggorokan (*laring*), batang tenggorokan (*trakea*), dan cabang batang tenggorokan (*bronkus*).

1. Pangkal tenggorokan (*laring*), terdiri dari lempengan-lempengan tulang rawan. Dinding bagian dalam dapat digerakkan oleh otot untuk membuka dan menutup glotis. Glotis merupakan lubang/celah yang menghubungkan trakea dengan faring. Pada saat menelan makanan, laring terangkat ke atas sehingga anak tekak menutup rongga glottis (rongga di antara pita suara), sehingga makanan tidak akan masuk ke dalam trakea. Pada laring orang dewasa terdapat *jakun*. Satu tulang rawan pada laring dapat digerakkan oleh otot-otot laring sehingga dapat menutup dan membuka, menegakkan, dan melemaskan pita suara. Pita suara pada wanita lebih pendek dibandingkan dengan pada laki-laki, sehingga suaranya akan lebih tinggi dibandingkan laki-laki.
 2. Batang tenggorok (*trakea*), berupa saluran berongga dengan dinding dari cincin-cincin tulang rawan. Pada trakea terdapat otot polos untuk menjaga agar bronkus tidak mengempis saat bernapas. Trakea juga mengandung lendir dan silia untuk menyaring debu dan bakteri yang masuk bersama udara agar tidak sampai di paru-paru. Asap rokok dan udara dingin dapat mengganggu kerja silia.
 3. Cabang batang tenggorok (*bronkus*), merupakan percabangan trakea menuju paru-paru kiri dan paru-paru kanan. Bronkus bercabang-cabang lagi membentuk *bronkiolus*. Bronkiolus yang paling ujung disebut bronkiolus respirasi. Pada bronkiolus respirasi terdapat gelembunggelembung alveolus. Alveolus merupakan tempat terjadinya pertukaran gas antara darah (di dalam pembuluh darah) dengan udara bebas. Oksigen dari udara berdifusi ke dalam darah sedangkan karbon dioksida dan uap air dari darah berdifusi ke udara.
2. Paru-paru (*pulmo*), jumlahnya sepasang dan terletak di rongga dada. Paru-paru merupakan tempat terjadinya pertukaran gas yaitu oksigen dan karbon dioksida.

Paru-paru kanan terdiri dari tiga gelambir. Sedangkan paru-paru kiri terdiri dari dua gelambir. Paru-paru terbungkus oleh selaput rangkap yang disebut *pleura*. Di antara selaput rangkap ini terdapat cairan yang berfungsi untuk melindungi paru-paru dari gesekan ketika mengembang dan mengempis.

3. *Bronkioli*, Merupakan cabang dari bronkus yang berada di dalam paru-paru.
4. *Alveoli*, merupakan sejumlah kantung udara yang terdapat di dalam paru-paru. Dinding alveoli ini tipis dan menopang jaringan-jaringan kapiler, yaitu saluran halus yang berisi darah. Udara menembus dinding alveoli pada batas antara paru-paru dan kapiler darah.

2. Proses inspirasi dan ekspresi

Proses Pernapasan

Proses masuk (*inspirasi*) dan keluarnya udara (*ekspirasi*) pada pernapasan berkaitan erat dengan perbedaan volume dan tekanan udara. Proses inspirasi dan ekspirasi diatur oleh kerja otot-otot diafragma dan otot-otot antartulang rusuk. Mekanisme pernapasan pada manusia ada dua macam yaitu pernapasan perut dan pernapasan dada. Secara ringkas proses inspirasi dan ekspirasi pada pernapasan dada dan pernapasan perut dijelaskan sebagai berikut.

1. Pernapasan dada

Pernapasan dada adalah pernapasan yang melibatkan otot antartulang rusuk. Otot antartulang rusuk luar berperan mengangkat tulang rusuk, sedangkan otot antartulang rusuk dalam berperan menurunkan tulang rusuk ke posisi semula.

Mekanisme pernapasan dada dapat dibedakan sebagai berikut.

1. Fase inspirasi

Fase ini berupa kontraksinya otot antartulang rusuk (tegang), volume rongga dada bertambah sehingga tekanan udara di paru-paru lebih kecil dibanding tekanan udara di atmosfer. Akibatnya udara luar masuk ke dalam paru-paru.

2. Fase ekspirasi

Fase ini merupakan fase otot antartulang rusuk kembali relaksasi (kendur), volume rongga dada berkurang sehingga tekanan udara di paru-paru lebih besar dibandingkan di atmosfer, akibatnya udara keluar dari paru-paru ke atmosfer.

2. Pernapasan perut

Pernapasan perut merupakan pernapasan yang mekanismenya melibatkan aktivitas otot-otot diafragma yang membatasi rongga perut dan rongga dada. Mekanisme pernapasan perut dapat dibedakan menjadi dua tahap sebagai berikut.

1. Fase inspirasi

Fase ini otot diafragma kontraksi (tegang), sehingga diafragma mendatar dan volume rongga dada membesar. Akibatnya tekanan udara di paru-paru lebih kecil dari tekanan udara luar sehingga udara masuk ke paru-paru.

2. Fase ekspirasi

Pada fase ini otot diafragma kembali relaksasi (kendur), sehingga diafragma melengkung ke atas dan volume rongga dada mengecil, akibatnya tekanan udara membesar sehingga udara keluar dari paru-paru.

3. Volume-volume pernapasan

Jenis Volume	ukuran	pengertian
Tidal	500 cc	Volume udara yang masuk dan keluar paru-paru saat terjadi pernapasan biasa.
Suplemen	1500 cc	Volume udara yang masih dapat dikeluarkan dari paru-paru setelah ekspirasi normal.
Komplemen	1500 cc	Volume udara yang masih dapat dihirup setelah inspirasi normal.
Vital	3500 cc	Jumlah volume <i>tidal</i> + volume <i>suplemen</i> + volume <i>komplemen</i> atau volume maksimal yang dapat dikeluarkan dalam satu ekspirasi setelah inspirasi maksimal
Residu	1000 cc	Volume udara yang tersisa di dalam paru-paru setelah melakukan ekspirasi maksimal

Besarnya volume udara pernapasan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ukuran alat pernapasan, kemampuan dan kebiasaan bernapas, serta kondisi kesehatan. Terdapat empat asas mengukur kapasitas (volume) pernapasan, yaitu:

1. Volume tidal (TV = *tidal volume*), merupakan volume udara pernapasan pada saat melakukan pernapasan biasa.

2. Volume pernapasan simpanan ($IRV = \text{inspiratory reserve volume}$), merupakan volume maksimum udara pernapasan yang dapat diambil pada saat menarik napas. Volume ini lebih banyak daripada volume udara pada saat menarik napas biasa.
3. Volume udara keluar simpanan ($ERV = \text{expiratory reserve volume}$), merupakan volume maksimum udara yang dapat dikeluarkan. Udara yang dikeluarkan ini volumenya melebihi udara pernapasan biasa.
4. Volume sisa pernapasan ($RV = \text{residual volume}$), merupakan jumlah udara yang masih tersisa di dalam paru-paru dan tidak dapat dikeluarkan, merupakan volume udara tetap yang ada di dalam paru-paru setelah dilakukan pengeluaran napas maksimum.

Dari keempat volume pernapasan di atas dapat dihitung kapasitas udara pernapasan menggunakan rumus berikut.

1. Kapasitas paru-paru total ($TLC = \text{total lung capacity}$), merupakan kapasitas paru-paru secara keseluruhan (volume udara di dalam paru-paru setelah tarikan napas maksimum).

$$TLC = IRV + TV + ERV + RV$$

2. Kapasitas sisa pernapasan ($FRC = \text{functional residual capacity}$), merupakan jumlah udara yang masih terdapat di dalam paru-paru setelah udara pernapasan normal diembuskan keluar.

$$FRC = ERV + RV$$

4. Peran pusat pengendalian pernafasan pada aktivitas pernapasan

Pengendalian Pernapasan Oleh Sistem Persarafan

Pengaturan pernapasan oleh persarafan dilakukan oleh korteks cerebri, medulla oblongata, dan pons.

a. Korteks Cerebri

Berperan dalam pengaturan pernapasan yang bersifat volunter sehingga memungkinkan kita dapat mengatur napas dan menahan napas. Misalnya pada saat bicara atau makan.

b. Medulla oblongata

Terletak pada batang otak, berperan dalam pernapasan otomatis atau spontan. Pada kedua oblongata terdapat dua kelompok neuron yaitu *Dorsal Respiratory Group (DRG)* yang terletak pada bagian dorsal medulla dan *Ventral Respiratory Group (VRG)* yang terletak pada ventral lateral medula. Kedua kelompok neuron ini berperan dalam

pengaturan irama pernapasan. *DRG* terdiri dari neuron yang mengatur serabut lower motor neuron yang mensyarafi otot-otot inspirasi seperti otot intercosta interna dan diafragma untuk gerakan inspirasi dan sebagian kecil neuron akan berjalan ke kelompok ventral. Pada saat pernapasan kuat, terjadi peningkatan aktivitas neuron di *DRG* yang kemudian menstimulasi untuk mengaktifkan otot-otot asesoris inspirasi, setelah inspirasi selesai secara otomatis terjadi ekspirasi dengan menstimulasi otot-otot asesoris.

Kelompok ventral (*VRG*) terdiri dari neuron inspirasi dan neuron ekspirasi. Pada saat pernafasan tenang atau normal kelompok ventral tidak aktif, tetapi jika kebutuhan ventilasi meningkat, neuron inspirasi pada kelompok ventral diaktifkan melalui rangsangan kelompok dorsal. Impuls dari neuron inspirasi kelompok ventral akan merangsang motor neuron yang mensyarafi otot inspirasi tambahan melalui N IX dan N X. Impuls dari neuron ekspirasi kelompok ventral akan menyebabkan kontraksi otot-otot ekspirasi untuk ekspirasi aktif.

c. Pons

Pada pons terdapat 2 pusat pernapasan yaitu pusat apneutik dan pusat pneumotaksis. Pusat apneutik terletak di formasio retikularis pons bagian bawah. Fungsi pusat apneutik adalah untuk mengkoordinasi transisi antara inspirasi dan ekspirasi dengan cara mengirimkan rangsangan impuls pada area inspirasi dan menghambat ekspirasi. Sedangkan pusat pneumotaksis terletak di pons bagian atas. Impuls dari pusat pneumotaksis adalah membatasi durasi inspirasi, tetapi meningkatkan frekuensi respirasi sehingga irama respirasi menjadi halus dan teratur, proses inspirasi dan ekspirasi berjalan secara teratur pula.

2. Kendali Kimia

Banyak faktor yang mempengaruhi laju dan kedalaman pernapasan yang sudah diset oleh pusat pernapasan, yaitu adanya perubahan kadar oksigen, karbon dioksida dan ion hidrogen dalam darah arteri. Perubahan tersebut menimbulkan perubahan kimia dan menimbulkan respon dari sensor yang disebut kemoreseptor. Ada 2 jenis kemoreseptor, yaitu kemoreseptor pusat yang berada di medulla dan kemoreseptor perifer yang berada di badan aorta dan karotid pada sistem arteri.

a. Kemoreseptor pusat, dirangsang oleh peningkatan kadar karbon dioksida dalam darah arteri, cairan serebrospinal peningkatan ion hidrogen dengan merespon peningkatan frekuensi dan kedalaman pernapasan.

b. Kemoreseptor perifer, reseptor kimia ini peka terhadap perubahan konsentrasi oksigen, karbon dioksida dan ion hidrogen. Misalnya adanya penurunan oksigen, peningkatan karbon dioksida dan peningkatan ion hidrogen maka pernapasan menjadi meningkat.

3. Pengaturan Oleh Mekanisme Non Kimiawi

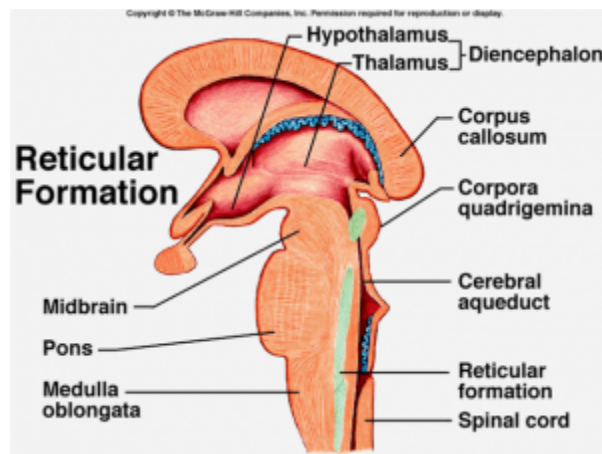
Beberapa faktor non kimiawi yang mempengaruhi pengaturan pernapasan di antaranya : pengaruh baroreseptor, peningkatan suhu tubuh, hormon epineprin, refleks hering-breuer.

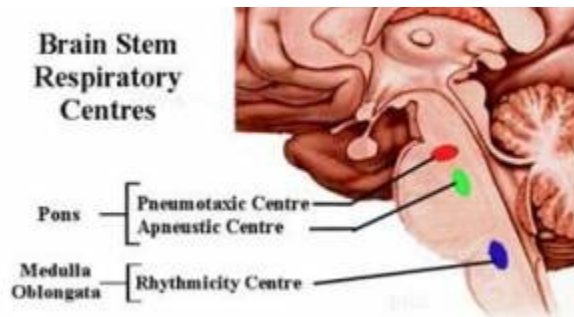
a. Baroreseptor, berada pada sinus kortikus, arkus aorta atrium, ventrikel dan pembuluh darah besar. Baroreseptor berespon terhadap perubahan tekanan darah. Peningkatan tekanan darah arteri akan menghambat respirasi, menurunnya tekanan darah arteri dibawah tekanan arteri rata-rata akan menstimulasi pernapasan.

b. Peningkatan suhu tubuh, misalnya karena demam atau olahraga maka secara otomatis tubuh akan mengeluarkan kelebihan panas tubuh dengan cara meningkatkan ventilasi.

c. Hormon epinephrin, peningkatan hormon epinephrin akan meningkatkan rangsangan simpatis yang juga akan merangsang pusat respirasi untuk meningkatkan ventilasi.

d. Refleks hering-breuer, yaitu refleks hambatan inspirasi dan ekspirasi. Pada saat inspirasi mencapai batas tertentu terjadi stimulasi pada reseptor regangan dalam otot polos paru untuk menghambat aktifitas neuron inspirasi. Dengan demikian refleks ini mencegah terjadinya overinflasi paru-paru saat aktifitas berat.





6. Factor yang mempengaruhi respirasi

Faktor yang mempengaruhi pernapasan :

1. Umur
2. Jenis kelamin
3. Suhu tubuh
4. Posisi tubuh
5. Kegiatan tubuh / aktivitas

Proses inspirasi dan ekskresi berlangsung sebanyak 15 sampai dengan 18 kali setiap menit, tetapi frekuensi ini pada setiap orang berbeda-beda, karena dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut.

1. Umur

anak-anak lebih banyak frekuensi pernafasannya daripada orang dewasa. Hal ini disebabkan anak-anak masih dalam usia pertumbuhan sehingga banyak memerlukan energi. Oleh sebab itu, kebutuhannya akan oksigen juga lebih banyak dibandingkan orang tua.

2. Jenis Kelamin

laki-laki lebih banyak frekuensi pernafasannya daripada perempuan. semakin banyak energi yang dibutuhkan, berarti semakin banyak pula O₂ yang diambil dari udara. Hal ini terjadi karena laki-laki umumnya beraktivitas lebih banyak daripada perempuan.

3. Suhu Tubuh

Jika dihubungkan dengan kebutuhan energi, ada hubungan antara pernapasan dengan suhu tubuh, yaitu bahwa antara kebutuhan energi dengan suhu

tubuh berbanding lurus. Artinya semakin tinggi suhu tubuh, maka kebutuhan energi semakin banyak pula sehingga kebutuhan O₂ juga semakin banyak.

4. Posisi Tubuh

Posisi tubuh seseorang akan berpengaruh terhadap kebutuhan energinya. Orang yang berdiri lebih banyak frekuensi pengambilan O₂ karena otot yang berkontraksi lebih banyak sehingga memerlukan energi yang lebih banyak pula.

5. Kegiatan Tubuh

Untuk membuktikan pengaruh faktor ini, Anda dapat melakukan perbandingan antara orang yang bekerja dengan orang yang tidak bekerja. Mana yang lebih banyak frekuensi bernapasnya? Jika diperhatikan, orang yang melakukan aktivitas kerja membutuhkan energi. Berarti semakin berat kerjanya maka semakin banyak kebutuhan energinya, sehingga frekuensi pernapasannya semakin cepat.

7. Mekanisme pertukaran gas di paru

Proses pernapasan dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Oksigen yang dihirup pada saat menarik napas akan berdifusi masuk ke darah dalam kapiler darah yang menyelubungi alveolus.
2. Selanjutnya, sebagian besar oksigen diikat oleh zat warna darah atau pigmen darah (hemoglobin) untuk diangkut ke sel-sel jaringan tubuh. Hemoglobin yang terdapat dalam butir darah merah atau eritrosit ini tersusun oleh senyawa hemin atau hematin yang mengandung unsur besi dan globin yang berupa protein.
3. Hasil pernapasan yang dikeluarkan adalah berupa CO₂. Sebenarnya reaksi pernapasan berupa pengolahan O₂ menjadi energi dan pelepasan CO₂ tersebut dilakukan di dalam sel dan terjadi pada bagian yang disebut mitokondria.
4. Peristiwa respirasi di dalam sel ini disebut pula sebagai oksidasi. Jadi, organ pernapasan berfungsi untuk mengambil udara pernapasan, menampung, kemudian mendistribusikannya ke seluruh jaringan, serta selanjutnya mengeluarkannya dalam bentuk udara hasil pernapasan.

5. Udara hasil pernapasan selain CO_2 adalah H_2O (uap air). Oleh karena itulah, apabila kamu mengembuskan napas di kaca akan terbentuk titik-titik air. Titik-titik air itu terjadi karena peristiwa pengembunan uap air hasil pernapasan.

8. Peran system respirasi dalam mempertahankan PH darah

Dalam keadaan normal, pH dari cairan tubuh termasuk darah kita adalah $7,35 \pm 7,5$. Walaupun sejumlah besar ion H^+ selalu ada sebagai hasil metabolisme dari zat-zat, tetapi keadaan setimbang harus selalu dipertahankan dengan jalan membuang kelebihan asam tersebut. Hal ini disebabkan karena penurunan pH sedikit saja menunjukkan keadaan sakit.

Sistem buffer, untuk mempertahankan pH tubuh agar tetap normal. Sistem pernapasan. Di sini dipakai buffer $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$. Misalnya konsentrasi H_3O^+ dalam darah naik, berarti pH-nya turun. $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ Bila pH turun maka pusat pernapasan kita akan dirangsang, akibatnya kita bernapas lebih dari biasanya sehingga kelebihan CO_2 akan dikeluarkan melalui paru-paru.

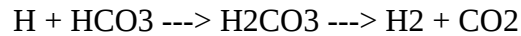
Sedangkan bila konsentrasi OH^- naik. $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^- \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ Karena kemampuan mengeluarkan CO_2 ini, maka buffer H_2CO_3 dan HCO_3^- paling baik untuk tubuh.

Penyangga Karbonat Penyangga karbonat berasal dari campuran asam karbonat (H_2CO_3) dengan basa konjugasi bikarbonat (HCO_3^-). $\text{H}_2\text{CO}_3 (\text{aq}) \rightarrow \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$ Penyangga karbonat sangat berperan penting dalam mengontrol pH darah. Pelarimaraton dapat mengalami kondisi asidosis, yaitu penurunan pH darah yang disebabkan oleh metabolisme yang tinggi sehingga meningkatkan produksi ion bikarbonat. Kondisi asidosis ini dapat mengakibatkan penyakit jantung, ginjal, diabetes melitus (penyakit gula) dan diare. Orang yang mendaki gunung tanpa oksigen tambahan dapat menderita alkalosis, yaitu peningkatan pH darah. Kadar oksigen yang sedikit di gunung dapat membuat para pendaki bernapas lebih cepat, sehingga gas karbondioksida yang dilepas terlalu banyak, padahal CO_2 dapat larut dalam air menghasilkan H_2CO_3 .

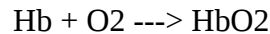
Hal ini mengakibatkan pH darah akan naik. Kondisi alkalosis dapat mengakibatkan hiperventilasi (bernapas terlalu berlebihan, kadang-kadang karena cemas dan histeris).

Proses Kimiawi Respirasi Pada Tubuh Manusia :

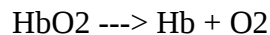
1. Pembuangan CO₂ dari paru-paru :



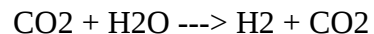
2. Pengikatan oksigen oleh hemoglobin :



3. Pemisahan oksigen dari hemoglobin ke cairan sel :



4. Pengangkutan karbondioksida di dalam tubuh :



9. Kelainan pada Sistem Pernapasan

Alat-alat pernapasan dapat mengalami gangguan karena penyakit atau kelainan. Karena organ pernapasan sangat berhubungan dengan udara luar yang acapkali mengandung kuman penyakit atau cemaran. Beberapa gangguan yang sering terjadi pada saluran pernapasan manusia adalah sebagai berikut:

1. Pada Jalan Udara Nasal (Hidung)

1. Alergi, Alergi yang terjadi dapat bermacam-macam. Alergi karena debu dapat menimbulkan bersin-bersin, lalu rongga hidung membengkak dan gatal sehingga terjadi batuk-batuk baik ringan maupun berat. Kemudian ada pula individu yang rentan terhadap serbuk sari. Selaput lendir hidung dan mata menjadi bengkak

dengan disertai keluarnya ingus dan bersin-bersin. Reaksi alergi dapat dikurangi dengan memberikan senyawa antihistamin atau pereda alergi.

2. Selesma (pilek yang mengiringi influenza), disebabkan oleh virus yang menginfeksi saluran pernapasan. Masa inkubasi antara 1 – 3 hari yang ditandai dengan gejala berupa lesu, sakit di tenggorokan, dan suhu tubuh tidak normal. Pada awalnya lendir pilek yang dihasilkan cair, kemudian menjadi kental kehijauan. Penularan lewat udara dan kontak langsung dengan hidung.
 3. Mimisan, terjadi akibat pecahnya pembuluh darah yang ada di dalam hidung. Mimisan sering terjadi pada anak-anak. Namun, dapat pula terjadi pada orang dewasa yang memiliki hipertensi dan gejala stroke.
 4. Influenza atau flu, disebabkan oleh virus. Masa inkubasinya 2 hari dengan gejala demam, pegal linu, lesu, dan batuk pilek. Bila tidak ada komplikasi biasanya sembuh dalam 3 – 5 hari.
 5. Polip, merupakan jenis tumor jinak yang menyumbat sebagian jalan udara pada hidung. Sering menimbulkan suara yang sengau dan dapat mengakibatkan kesulitan bernapas. Polip dapat dibuang melalui operasi.
 6. Rhinitis, merupakan radang selaput hidung yang disebabkan oleh bakteri. Dapat pula disebabkan oleh selesma maupun alergi.
2. Pada Sinus

Sinusitis berupa peradangan yang bisa menyebabkan sakit kepala dan nyeri pada tulang pipi.

1. Laringitis, merupakan peradangan pada kotak suara yang menimbulkan suara menjadi lirih bahkan mungkin dapat tidak terdengar sama sekali. Dapat disembuhkan dengan jalan mengistirahatkan pita suara.
2. Trakheitis, berupa peradangan pada trakhea yang pada umumnya disebabkan oleh infeksi virus.
3. Bronkhitis, merupakan peradangan pada *bronkhus* yang disebabkan oleh infeksi dan dapat diperparah oleh asap, misalnya asap rokok dan asap polusi.
4. Pneumonia, diawali dengan adanya gejala radang pada paru-paru dan paru-paru terisi dengan cairan radang. Pneumonia disebabkan oleh infeksi bakteri atau virus. Dapat pula disebabkan oleh asap rokok dan asap polusi.

5. Pleuritis, berupa radang selaput yang menyelubungi paru yang disebut sebagai selaput *pleura*. Radang ini sering diikuti rasa nyeri.
6. Tuberkulosis paru, merupakan *penyakit* yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Infeksi yang terjadi pada saluran pernapasan atas disebut pula sebagai infeksi saluran pernapasan atas (ISPA), sering terdapat pada anak-anak atau penduduk di wilayah yang kurang sehat. Beberapa penyakit pernapasan seperti asma (sesak napas) disebabkan oleh faktor genetik, dapat berupa penyempitan saluran napas dan paru-paru. Gejala penyakit berupa berat badan turun drastis, batuk berdahak sampai berdarah, sesak napas, dan berkeringat pada malam hari.
7. Asma, merupakan reaksi saluran pernapasan terhadap rangsangan pada otot polos di bronkus atau bronkiolus. Asma juga sering disertai produksi lendir yang berlebihan dan radang. Jalan napas menjadi sesak dan membuat bunyi “mengi” (*wheezing*). Hal ini karena penderita berusaha bernapas sedalam-dalamnya, sehingga menggetarkan lender pada bronkus yang menyempit. Penyebab asma dapat berupa debu, serbuk sari, jamur, dan partikel lain yang terbawa udara. Asma juga dapat disebabkan oleh makanan dan infeksi saluran pernapasan

7. SISTEM KARDIOVASKULAR

Transpor internal pada mamalia dan vertebrata lain dapat dilakukan melalui sistem sirkulasi tertutup, yang juga disebut sebagai sistem kardiovaskular. Komponen sistem kardiovaskular (*cardiovascular system*) adalah jantung, pembuluh darah dan darah. Jantung memunyai dua atria (jamak), yaitu ruangan (bilik) sebagai tempat penerimaan darah yang kembali ke jantung. Jantung juga memiliki dua ventrikel, sebagai ruangan yang memompakan darah keluar dari jantung.

Arteri, vena, dan kapiler, adalah tiga jenis utama pembuluh darah, yang dalam tubuh manusia diperkirakan panjangnya mencapai 10.000 km. Arteri membawa darah meninggalkan jantung menuju organ-organ di seluruh tubuh. Di dalam organ-organ ini arteri bercabang menjadi arteriola, pembuluh-pembuluh kecil yang mengirimkan darah ke kapiler. Kapiler (*capillary*) adalah pembuluh mikroskopis dengan dinding yang tipis dan sangat berpori. Jaringan kerja pembuluh ini, yang disebut hamparan kapiler (*capillary bed*), menginfiltrasi setiap

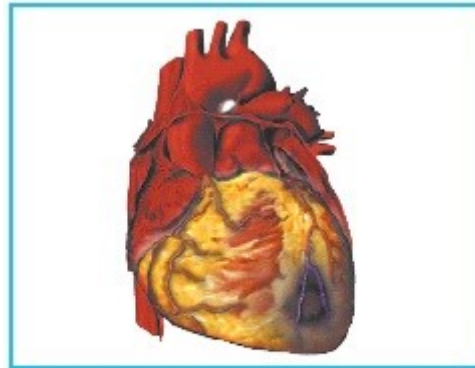
jaringan. Melalui dinding tipis kapiler inilah zat-zat kimia, termasuk gas, dipertukarkan antara darah dan cairan interstisial yang mengelilingi sel-sel tersebut.

Jantung berbilik empat pada burung dan mamalia mempunyai dua atria dan dua ventrikel yang terpisah secara sempurna. Terdapat sirkulasi ganda (sirkulasi sistemik dan sirkulasi pulmoner); bagian kiri jantung hanya menangani darah yang kaya oksigen, sementara bagian kanan jantung hanya menerima dan memompakan darah yang miskin oksigen. Pengiriman oksigen ke seluruh bagian tubuh akan semakin meningkat karena tidak ada pencampuran darah yang kaya oksigen dan kurang oksigen, dan sirkulasi ganda akan memulihkan tekanan setelah darah baru saja lewat melalui kapiler paru-paru. Sebagai hewan endotermik, yang menggunakan panas yang dibebaskan dari metabolisme untuk menghangatkan tubuh.

Jantung terletak dalam rongga dada. Ukuran jantung sebesar genggam tangan pemiliknya dengan berat sekitar 300 gram. Lihat Gambar 5.7. Jantung dalam sistem sirkulasi berfungsi sebagai alat pemompa darah.

Jantung tersusun atas otot jantung (**miokardium**) . Bagian jantung luar dilapisi oleh selaput jantung (**perikardium**). Perikardium terdiri dari 2 lapisan. Lapisan luar disebut lamina parietalis dan lapisan dalam yang menempel pada dinding jantung disebut **lamina viseralis**.

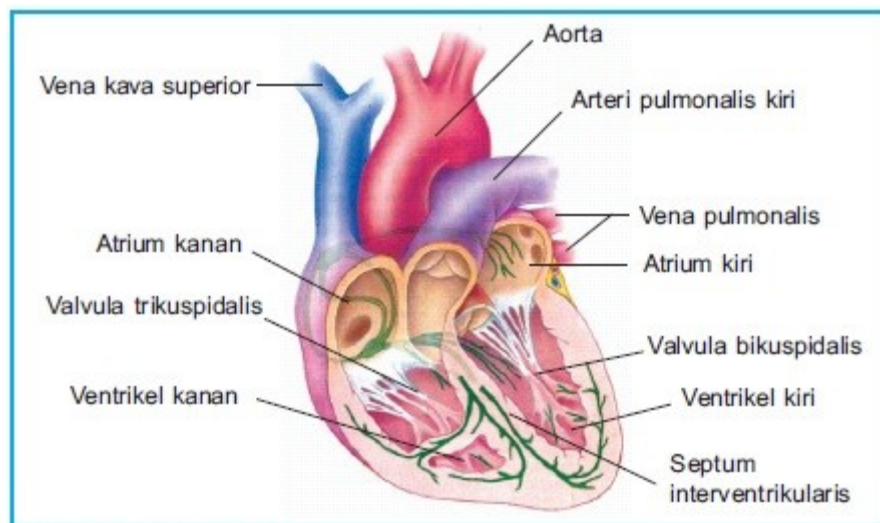
Di antara kedua lapisan tersebut terdapat ruangan **kavum perikardii** yang berisi **cairan perikardii**. Cairan ini berfungsi untuk menahan gesekan. Bagian dalam jantung dilapisi **endokardium**.



Sumber: *Essentials of Biology*, Lee Khee Boon dkk.

Gambar 5.7
Morfologi jantung

Jantung mempunyai empat ruangan, yaitu atrium sinister (serambi kiri), atrium dexter (serambi kanan), ventrikel sinister (bilik kiri), dan ventrikel dexter (bilik kanan). Antarsisi kiri dan kanan jantung dipisahkan oleh **septum** (sekat) yang berupa otot yang padat. Perhatikan Gambar 5.8. (**Gambar Jantung**)



Sumber: *Biology*, Raven dan Johnson

Gambar 5.8
Bagian-bagian jantung

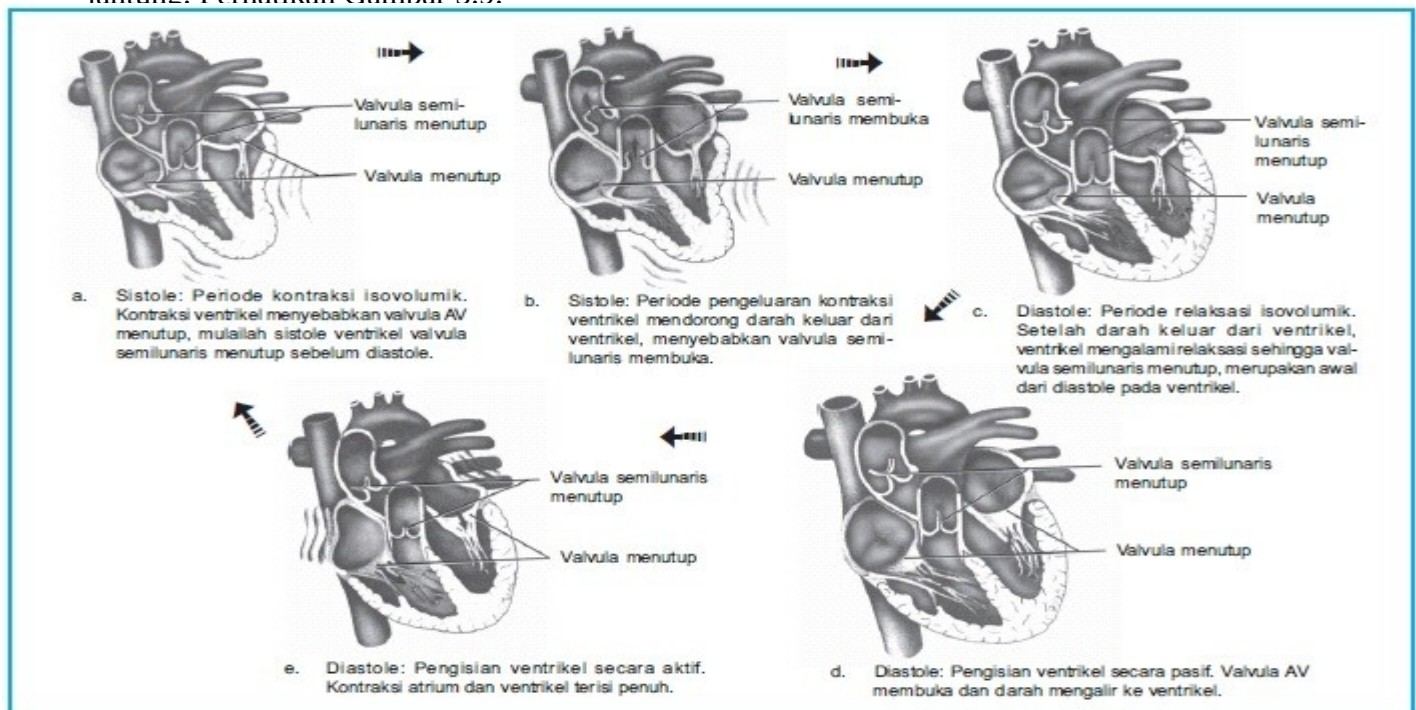
Atrium merupakan ruangan jantung tempat masuknya darah dari pembuluh balik (vena). Antara atrium kiri dan ventrikel kiri terdapat **katup valvula bikuspidalis** (katup berdaun dua). **Katup ini berfungsi** mencegah darah dalam ventrikel kiri agar tidak mengalir kembali ke atrium kiri saat jantung berkontraksi.

Ventrikel mempunyai otot lebih tebal dari pada atrium, keadaan ini disebabkan ventrikel berfungsi memompa darah keluar jantung. Antara atrium kanan dengan ventrikel kanan terdapat katup **valvula trikuspidalis** (katup berdaun tiga). Katup ini berfungsi mencegah darah dalam ventrikel kanan agar tidak mengalir kembali ke atrium saat jantung berkontraksi.

Jantung terus-menerus memompa darah ke seluruh bagian tubuh. Jantung memompa darah dengan cara berkontraksi sehingga jantung dapat mengembang dan mengempis. Kontraksi jantung ini menimbulkan denyutan yang dapat dirasakan pada pembuluh nadi di beberapa tempat.

Saat berkontraksi, atrium dan ventrikel mengembang dan menguncup secara bergantian. Bila atrium mengembang, jantung mengisap darah dari seluruh tubuh melalui pembuluh balik (vena kava superior dan vena kava inferior). Darah yang diisap ini masuk ke atrium kanan dan darah dari vena pulmonalis yang kaya oksigen masuk ke atrium kiri.

Bila atrium menguncup maka ventrikel mengembang dan darah mengalir dari atrium ke ventrikel. Ventrikel merupakan bagian jantung yang berfungsi memompa darah meninggalkan jantung. Perhatikan Gambar 5.9.



Sumber: Biology, Solomon

Gambar 5.9

Serangkaian proses kontraksi dan relaksasi yang menyebabkan pergerakan darah dalam jantung

Saat ventrikel menguncup dari ventrikel kiri, darah yang kaya oksigen dipompa ke seluruh bagian tubuh, sedangkan dari ventrikel kanan darah yang kaya CO₂ di pompa ke paru-paru. Setelah darah terpompa keluar, otot ventrikel mengendur dan mengalami relaksasi maksimum sehingga tekanan jantung sangat rendah. Peristiwa ini disebut **diastole**.

SISTEM KONDUKSI JANTUNG

Didalam otot jantung terdapat jaringan khusus yang menghantarkan aliran listrik, jaringan tersebut mempunyai sifat-sifat yang khusus, yaitu sebagai berikut :

1. Otomatisasi : kemampuan menghasilkan impuls secara spontan
2. Ritmisasi : pembangkitan impuls yang teratur
3. Konduktifitas : kemampuan untuk menyalurkan impuls
4. Daya rangsang : kemampuan untuk menanggapi stimulasi

Berdasarkan sifat-sifat tersebut diatas, maka secara spontan dan teratur jantung akan menghasilkan impuls-impuls yang disalurkan melalui system hantar untuk merangsang otot jantung dan bisa menimbulkan kontraksi otot. Perjalanan impuls dimaulai dari nodus SA, nodus AV, sampai keserabut purkinje.

SIMPUL/NODUS SINO-ATRIAL (SA)

Simpul Sino-Atrial (SA) merupakan kepingan berbentuk sabit dari otot yang mengalami spesialisasi dengan lebar kira-kira 3 mm dan panjang 1 cm, simpul ini terletak pada dinding posterior atrium kanan tepat dibawah dan medial terhadap muara vena kava superior, serabut-serabut simpul ini masing-masing bergaris tengah 3 – 5 mikron, berbeda dengan serabut otot atrium sekitarnya yang bergaris tengah 15-20 mikron. Tetapi, serabut SA berhubungan langsung dengan serabut atrium sehingga setiap potensial aksi yang mulai pada simpul SA segera menyebar keatrium.

Disebut pemacu alami karena secara teratur mengeluarkan aliran listrik impuls yang kemudian menggerakkan jantung secara otomatis. Pada keadaan normal, impuls yang dikeluarkan frekuensinya 60-100 kali/menit. Respon dari impuls SA memberikan dampak pada aktifitas atrium. SA node dapat menghasilkan impuls karena adanya sel-sel pacemaker yang mengeluarkan impuls secara otomatis. Sel ini dipengaruhi oleh saraf simpatis dan parasimpatis. Irama otomatis serabut sinoatrial. Sebagian terbesar serabut jantung mempunyai kemampuan eksitasi sendiri suatu proses yang dapat menyebabkan berirama otomatis. Ini terutama terjadi pada serabut-serabut system penghantar peroses jantung. Bagian system ini yang terutama menunjukkan eksitasi sendiri adalah serabut simpul SA. Berdasarkan alasan ini simpul SA biasanya mengatur kecepatan denyut seluruh jantung. Serabut SA sedikit berbeda dari sebagian terbesar serabut otot jantung lainnya, yaitu hanya mempunyai potensial membrane istirahat dari 55 – 60 mvolt, dibandingkan dengan 85-95 mvolt pada sebagian terbesar serabut lainnya, potensial istirahat yang rendah ini disebabkan oleh sifat membrane yang mudah ditembus oleh ion natrium. Kebocoran natrium ini juga yang menyebabkan eksitasi sendiri dari serabut SA.

LINTASAN INTERNODAL DAN PENGHANTARAN IMPULS JANTUNG KESELURUH ATRIUM

Ujung serabut simpul SA bersatu dengan serabut otot atrium yang ada disekitarnya, dan potensial aksi yang berasal dari simpul SA berjalan keluar, masuk serabut tersebut. Dengan jalan ini, potensial aksi menyebar keseluruh masa otot atrium dan akhirnya juga kesimpul AV. Kecepatan penghantaran dalam otot atrium sekitar 0,3 meter/detik. Tetapi penghantaran sedikit lebih cepat dalam beberapa berkas kecil serabut otot atrium, sebagian diantaranya berjalan langsung dari simpul SA kesimpul AV dan menghantarkan impuls jantung dengan kecepatan sekitar 0,45-0,6 meter/detik. Lintasan ini yang dinamakan lintasan intermodal.

SIMPUL/NODUS ATRIOVENTRIKULAR (AV)

Letaknya didalam dinding septum (sekat) atrium sebelah kanan tepat diatas katup trikuspidalis dekat muara sinus koronarius, serabut simpul AV bila tidak dirangsang oleh suatu sumber dari luar ,mengeluarkan impuls dengan kecepatan berirama intrinsic 40 – 60 kali/menit. AV node mempunyai dua fungsi penting sebagai berikut :

1. Impuls jantung ditahan disini selama 0,1 atau 100 ml/detik, untuk memungkinkan pengisian ventrikel selama atrium berkontraksi

2. Mengatur jumlah impuls atrium yang mencapai ventrikel. Penundaan penghantaran pada simpul AV, system penghantaran diatur sedemikian rupa sehingga impuls jantung tidak berjalan dari atrium ke ventrikel terlalu cepat, ini member peluang bagi atrium untuk mengosongkan isinya kedalam ventrikel sebelum kontraksi ventrikel mulai. Terutama simpul AV dan serabut penghantar penyertanya bahwa penundaan penghantaran impuls ini dari atrium ke ventrikel.

BUNDLE HIS

Berfungsi menghantarkan impuls dari nodus AV ke sistem bundle branch

BUNDLE BRANCH

Merupakan lanjutan dari bundle of his yang bercabang menjadi dua bagian berikut.

1. Right bundle branch (RBB/ cabang kanan), mengirim impuls ke otot jantung ventrikel kanan
2. Left bundle branch (LBB/ cabang kiri), yang terbagi dua yaitu :
 - a. Deviasi kebelakang (left posterior vesicle) menghantarkan impuls ke endokardium ventrikel kiri bagian posterior dan inferior
 - b. Deviasi kedepan (left anterior vesicle) menghantarkan impuls ke endokardium ventrikel kiri bagian anterior dan superior.

SISTEM

PURKINJE

Merupakan bagian ujung dari bundle branch. Menghantarkan atau mengirimkan impuls menuju lapisan subendokard pada kedua ventrikel, sehingga terjadi depolarisasi yang diikuti oleh kontraksi ventrikel.

Serabut purkinje yang meninggalkan simpul AV melalui berkas AV dan masuk kedalam ventrikel

mempunyai sifat-sifat fungsional yang sangat berlawanan dengan sifat-sifat fungsional serabut simpul AV, serabut purkinje mengeluarkan impuls dengan kecepatan antara 20 – 40 kali/menit, serabut ini merupakan serabut yang sangat besar, bahkan lebih besar dari pada serabut otot ventrikel normal, dan serabut ini menghantarkan impuls dengan kecepatan 1,5 – 4 meter/detik, suatu kecepatan sekitar 6 kali kecepatan dalam otot jantung biasanya dan 150 kali kecepatan dalam serabut sambungan. Hal ini memungkinkan penghantaran impuls jantung yang sangat cepat keseluruh system ventrikel. Distribusi serabut-serabut purkinje didalam ventrikel. Serabut purkinje, setelah berasal dari dalam simpul AV, membentuk berkas AV, yang kemudian menyusup melalui jaringan fibrosa diantara katup-katup jantung dan kemudian kedalam system ventrikel. Berkas AV hamper segera membagi diri kedalam cabang-cabang berkas kanan dan kiri yang terletak di bawah endokardium sisi septum masing-masing. Tiap-tiao cabang ini berjalan kebawah menuju apeks ventrikel masing-masing, tetapi kemudian membagi menjadi cabang-cabang kecil dan tersebar di sekitar tiap-tiap ruang ventrikel dan akhirnya kembali kedasar jantung sepanjang dinding lateral. Serabut Purkinje terminal menenbus massa otot untuk berakhir pada serabut otot. Dari saat inpuls jantung pertama-tama memasuki berkas AV sampai ia mencapai ujung serabut purkinje, waktu total yang berlalu hanya 0,03 detik. Jadi, sekali suatu inpuls jantung memasuki system purkinje, ia menyebar hamper dengan segera keseleruh permukaan endokardium otot ventrikel.

PENGATURAN EKSITASI DAN PENGHANTARAN DIDALAM JANTUNG SIMPUL SA SEBAGAI PEMACU JANTUNG

Pembangkitan dan penghantaran impuls jantung keseluruh bagian jantung, dalam keadaan normal impuls muncul dari simpul SA. Tetapi ini tidak perlu terjadi dalam keadaan abnormal, karena bagian-bagian lainnya dari jantung dapat memperlihatkan kontraksi berirama dengan cara yang sama seperti serabut simpul SA, ini terutama terjadi pada simpul AV dan serabut purkinje. Serabut simpul AV, bila tidak dirangsang oleh suatu sumber dari luar, mengeluarkan impuls dengan kecepatan berirama intrinsic 40-60 kali/menit, dan serabut purkinje mengeluarkan impuls diantara 20 – 40 kali/menit. Kecepatan ini berbeda dengan kecepatan normal simpul SA sebesar 60 kali/menit

Frekwensi simpul SA jauh lebih besar dari pada simpul AV atau serabut purkinje. Setiap kali simpul SA mengeluarkan impuls, impulsnya dihantarkan ke serabut AV dan purkinje, sehingga melepaskan muatan membrane peka rangsang mereka. Kemudian semua jaringan ini, seperti juga simpul SA, kembali dari potensial aksi dan menjadi sangat terhiperpolarisasi. Tetapi simpul SA kehilangan hiperpolarisasi ini jauh lebih cepat dari pada dua lainnya dan memancarkan impuls baru sebelum salah satu dari dua lainnya dapat mencapai ambang mereka untuk eksitasi sendiri. Impuls baru ini sekali lagi melepaskan muatan simpul AV dan serabut purkinje. Proses ini berlangsung terus menerus, simpul SA selalu merangsang jaringan-jaringan lain yang mempunyai potensi untuk eksitasi sendiri sebelum eksitasi sendiri itu dapat benar-benar terjadi. Jadi, simpul SA mengatur denyut jantung karena kecepatan impuls beriramanya lebih besar dari pada bagian jantung lainnya. Oleh karena itu, dikatakan bahwa simpul SA merupakan pemacu jantung normal.

PEMACU JANTUNG ABNORMAL (EKTOPIK)

Kadang-kadang suatu bagian jantung lain mengeluarkan impuls berirama yang lebih cepat dari pada simpul SA. Misalnya ini sering terjadi didalam simpul AV atau serabut purkinje. Dalam salah satu kasus ini, pemacu jantung beralih dari simpul SA ke simpul AV atau serabut purkinje yang peka rangsang. Kadang;kadang suatu tempat didalam otot atrium atau ventrikel mengembangkan kepekaan berlebihan dan menjadi pemacu jantung. Suatu pemacu jantung ditempat lain dari pada simpul SA disebut suatu pemacu jantung ektopik.

PENYEBARAN EKSITASI JANTUNG

Depolarisasi yang dimulai pada SA node disebarkan secara radial ke seluruh atrium, kemudian semuanya bertemu di AV node. Seluruh depolarisasi atrium berlangsung selama kira-kira 0,1 detik. Oleh karena itu hantaran di AV node lambat maka terjadi perlambatan kira-kira 0,1 detik (perlambatan AV node) sebelum eksitasi menyebar keventrikel. Perlambatan ini diperpendek oleh perangsangan saraf simpatis yang menuju jantung dan akan memanjang akibat perangsangan vagus. Dari puncak septum, gelombang depolarisasi menyebar secara cepat didalam serat penghantar purkinje ke semua bagian ventrikel dalam waktu 0,08-0,1 detik. Pada manusia, depolarisasi otot ventrikel di mulai pada sisi kiri septum interventrikuler dan bergerak

pertama-tama kekanan menyebrangi bagian septum. Gelombang depolarisasi kemudian menyebar ke bagian bawah septum menuju apeks jantung. Setelah itu kembali sepanjang dinding ventrikel ke alur AV, kemudian terus berjalan dari permukaan endokardium ke epikardium

ELEKTRO

KARDIOGRAM

Sewaktu gelombang impuls berjalan melalui jantung, arus listrik menyebar kedalam jaringan disekitar jantung, dan sebagian kecil menyebar kesemua arah permukaan tubuh. Bila elektroda ditempatkan dipermukaan tubuh pada sisi yang berhadapan dengan jantung, potensial listrik yang dibangkitkan oleh jantung dapat direkam, rekaman ini dikenal sebagai elektrokardiogram (EKG).

SIFAT-SIFAT

ELEKTROKARDIOGRAM

Elektrokardiogram normal terdiri dari sebuah gelombang P, sebuah kompleks QRS dan sebuah gelombang T. kompleks QRS sebenarnya merupakan 3 gelombang tersendiri, gelombang Q, gelombang R dan gelombang S, kesemuanya disebabkan oleh lewatnya impuls jantung melalui ventrikel ini. Dalam EKG yang normal, gelombang Q dan S sering sangat kurang menonjol dari pada gelombang R dan kadang-kadang tidak ada, tetapi walau bagaimanapun gelombang ini masih di kenal sebagai kompleks QRS.

- Gelombang P disebabkan oleh arus listrik yang dibangkitkan sewaktu atrium mengalami depolarisasi (kondisi dimana terjadi proses penyebaran impuls/sinyal pada jantung) sebelum berkontraksi.

- Gelombang QRS disebabkan oleh arus listrik yang dibangkitkan ketika ventrikel mengalami depolarisasi sebelum berkontraksi, oleh karena itu gelombang P dan komponen-komponen kompleks QRS adalah gelombang/fase depolarisasi.

- Gelombang Q : defleksi (merupakan penyebaran proses depolarisasi) negatif pertama sesudah gelombang P dan yang mendahului defleksi R, dibangkitkan oleh depolarisasi permulaan ventrikel.

- Gelombang R : defleksi positif pertama sesudah gelombang P dan yang ditimbulkan oleh depolarisasi utama ventrikel.

- Gelombang S : defleksi negatif sesudah defleksi R.

- Gelombang T disebabkan oleh arus listrik yang dibangkitkan sewaktu ventrikel kembali dari keadaan depolarisasi, proses ini terjadi didalam otot ventrikel sekitar 0,25 detik setelah depolarisasi, dan gelombang ini dikenal sebagai suatu gelombang repolarisasi (kondisi dimana

otot-otot jantung tidak melakukan aktifitas/istirahat)

VOLTASE DAN KALIBRASI WAKTU PADA ELEKTROKARDIOGRAM

Interval P – Q jangka waktu diantara permulaan gelombang P dan permulaan gelombang QRS adalah interval diantara permulaan kontraksi atrium dan permulaan kontraksi permulaan ventrikel. Periode waktu ini disebut interval P – Q. interval ini normalnya sekitar 0,16 detik, interval ini kadang-kadang juga disebut Interval P – R gelombang Q sering tidak ada. Interval Q – T. kontraksi ventrikel pada dasarnya berlangsung diantara permulaan gelombang Q dan akhir gelombang T, interval waktu ini disebut interval Q – T dan biasanya kira-kira 0,30 detik.

Elektrokardiogram (EKG) adalah suatu sinyal yang dihasilkan oleh aktivitas listrik otot jantung. EKG ini merupakan rekaman informasi kondisi jantung yang diambil dengan memasang elektroda pada badan. Rekaman EKG ini digunakan oleh dokter atau ahli medis untuk menentukan kondisi jantung dari pasien, yakni untuk mengetahui hal-hal seperti frekuensi (*rate*) jantung, *arrhythmia*, *infark miokard*, pembesaran atrium, *hipertrofi ventrikular*, dll. Sinyal EKG direkam menggunakan perangkat elektrokardiograf.

Sistem Konduksi Jantung

Jantung terdiri dari empat ruang yang berfungsi sebagai pompa system sirkulasi darah. Yang paling berperan adalah bilik (ventrikel), sedangkan serambi (atria) sebenarnya berfungsi sebagai ruang penyimpanan selama bilik memompa. Ventrikel berkontraksi, ventrikel kanan memasok darah ke paru-paru, dan ventrikel kiri mendorong darah ke aorta berulang-ulang melalui sistem sirkulasi, fasa ini disebut *systole*. Sedangkan fasa pengisian atau istirahat (tidak memompa) setelah ventrikel mengosongkan darah menuju arteri disebut *diastole*. Kontraksi jantung inilah yang mendasari terjadinya serangkaian peristiwa elektrik dengan koordinasi yang baik. Aktivitas elektrik dalam keadaan normal berawal dari *impuls* yang dibentuk oleh *pacemaker* di simpul *SinoAtrial* (SA) kemudian melewati serabut otot atrial menuju simpul *AtrioVentrikular* (AV) lalu menuju ke *berkas His* dan terpisah menjadi dua melewati berkas kiri dan kanan dan berakhir pada serabut *Purkinje* yang mengaktifkan serabut otot ventrikel

Sistem 12 lead (sadapan) EKG

Jantung adalah organ tiga dimensi, sudah seharusnya aktivitas elektriknya pun harus dimengerti dalam tiga dimensi pula. Setiap sadapan elektroda memandang jantung dengan sudut tertentu

dengan sensitivitas lebih tinggi dari sudut/bagian yang lain. Sadapan atau lebih dikenal dengan lead, adalah cara penempatan pasangan elektroda berkutub positif dan negatif pada tubuh pasien guna membaca sinyal-sinyal elektrik jantung. Semakin banyak sadapan, semakin banyak pula informasi yang dapat diperoleh. Pada rekaman EKG modern, terdapat 12 sadapan elektroda yang terbagi menjadi enam buah sadapan pada bidang vertikal serta enam lainnya pada bidang horizontal.

Bidang Vertikal/Frontal :

- a. Tiga buah *bipolar standard leads* atau sadapan *Einthoven*, yaitu Lead I, II, dan III. Sadapan ini merekam perbedaan potensial dari dua elektroda yang digambarkan sebagai sebuah segitiga sama sisi, segitiga *Einthoven*.
- b. Tiga buah *unipolar limb leads* atau sadapan *Wilson* yang sering disebut juga sadapan *unipolar ekstremitas*, yaitu Lead aVR, aVL, dan aVF. Sadapan ini merekam besar potensial listrik pada satu ekstremitas, elektroda eksplorasi diletakkan pada ekstremitas yang akan diukur.

Bidang Horizontal :

Enam buah *unipolar chest leads* atau sering disebut juga sadapan *unipolar prekordial*, yaitu lead V1, V2, V3, V4, V5, dan V6.

Gambar 2.3 Sadapan *ekstremitas* dan *unipolar prekordial*

Komponen dan Bentuk Sinyal EKG

Menurut Mervin J. Goldman definisi sinyal EKG adalah grafik hasil catatan potensial listrik yang dihasilkan oleh denyut jantung. Sinyal EKG terdiri atas :

1. Gelombang P, terjadi akibat kontraksi otot *atrium*, gelombang ini relatif kecil karena otot *atrium* yang relatif tipis.

2. Gelombang QRS, terjadi akibat kontraksi otot ventrikel yang tebal sehingga gelombang QRS cukup tinggi. Gelombang Q merupakan deplesi pertama kebawah. Selanjutnya deplesi ke atas adalah gelombang R. Deplesi ke bawah setelah gelombang R disebut gelombang S.
3. Gelombang T, terjadi akibat kembalinya otot ventrikel ke keadaan listrik istirahat (repolarisasi).

Contoh bentuk sinyal yang didapat dari 12 leads (sadapan) EKG normal adalah seperti pada gambar di bawah.

EKG

EKG atau elektrokardiografi adalah pencatatan grafik variasi-variasi potensial listrik yang disebabkan oleh aktivitas listrik otot jantung dan terdeteksi pada permukaan tubuh. Prinsip kerja EKG adalah merekam signal elektrik yang berkaitan dengan aktivitas jantung dan menghasilkan grafik rekaman tegangan listrik terhadap waktu.

EKG adalah suatu metode untuk mempelajari kerja otot jantung sehingga dapat membantu diagnosis abnormalitas jantung dan kecenderungan atau perubahan fungsi jantung.

Electrocardiograph adalah alat untuk melakukan elektrokardiografi sedangkan electrocardiogram adalah kertas yang mencatat grafik variasi-variasi potensial listrik yang disebabkan oleh eksitasi otot jantung dan terdeteksi pada permukaan tubuh.

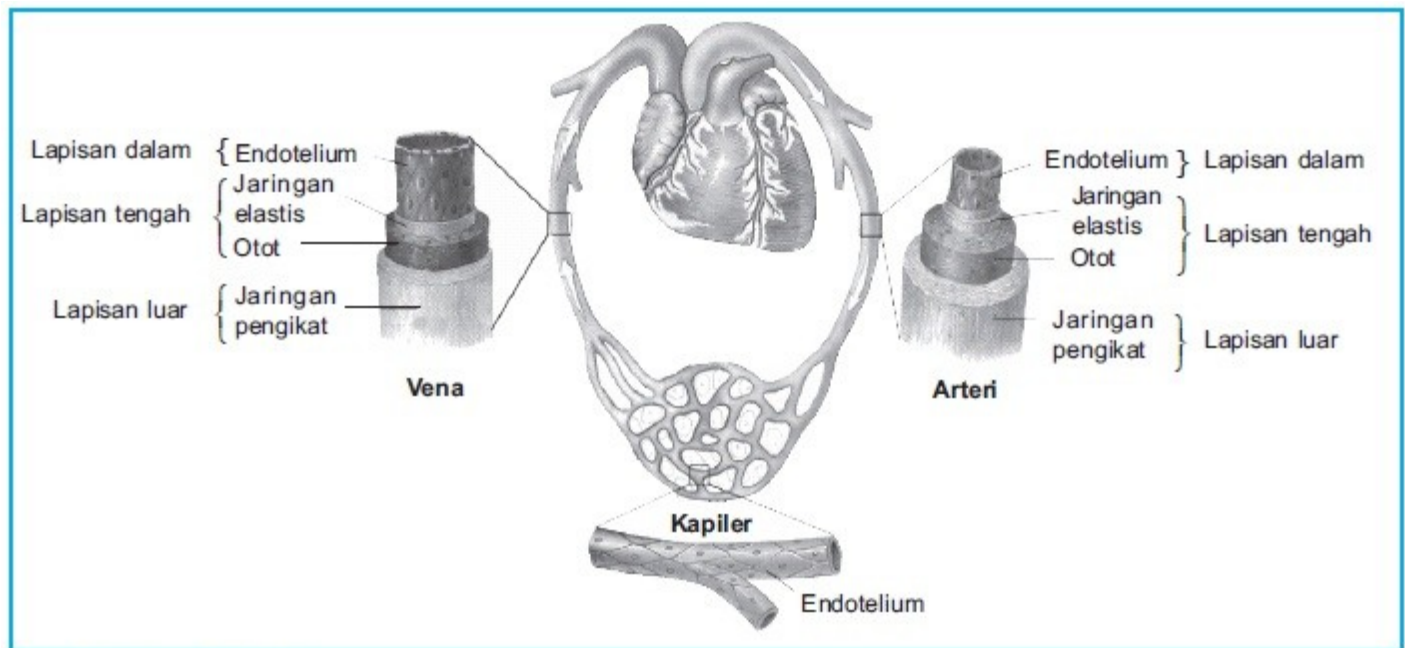
Elektrokardiogram yang normal menunjukkan defleksi/pembelokkan yang dihasilkan dari aktivitas atrial dan ventricular sebagai perubahan kecenderungan tegangan/voltage dan polaritas (positif dan negatif) terhadap waktu. Defleksi pertama atau P wave adalah hasil eksitasi atria;

Defleksi kompleks QRS adalah hasil eksitasi (depolarisasi) ventrikel dan T wave sebagai hasil recovery ventrikel (repolarisasi)

Faktor-faktor kritis yang mempengaruhi pemeriksaan EKG :

1. Penempatan elektroda yang tidak benar atau elektroda yang tidak menempel sempurna di kulit dapat mempengaruhi keakuratan rekaman EKG.
2. Suhu di area pemeriksaan harus dipertahankan pada suhu 20-25°C dan kelembabannya harus rendah.
3. Pemeriksaan EKG harus jauh dari peralatan yang menyebabkan bising seperti ultrasonic, X-ray, handphone atau alat elektronik lainnya.
4. Pasien harus dalam kondisi tenang, tidak bergerak atau berbicara selama pemeriksaan. Kaki dan lengan pasien dipastikan tidak kontak dengan bahan metal.
5. Data usia dan jenis kelamin pasien harus benar karena beberapa jenis alat EKG menginterpretasi hasil berdasarkan usia dan jenis kelamin.
6. Tidak menggunakan barang yang mengandung logam seperti jam, handphone, kunci dll
7. Pasien tidak diperkenankan berolah raga sebelum pemeriksaan

Selain alat pemompa, darah juga memerlukan pembuluh untuk dapat beredar ke seluruh tubuh. Pembuluh ini berbentuk bulat, dengan ukuran berbeda-beda, dan berdiameter antara 0,01 mm hingga 10 mm. Ada tiga macam pembuluh darah, yaitu arteri, vena, dan kapiler. Ketiga pembuluh darah tersebut selalu berhubungan satu dengan lainnya dan membentuk suatu sistem. Perhatikan Gambar 5.11 dan gambar 5.12.



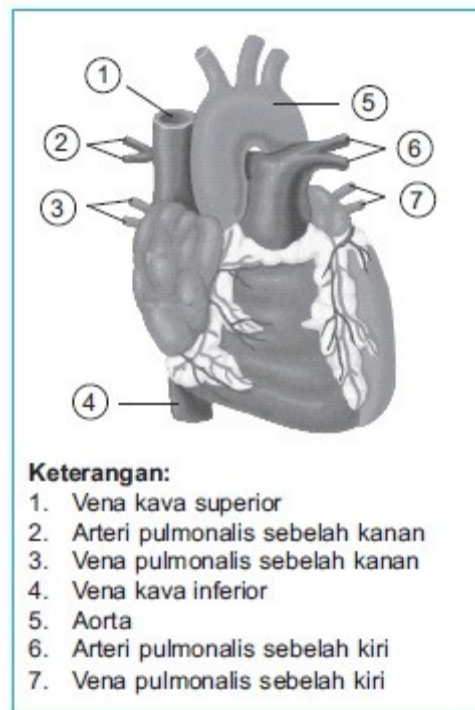
Sumber: *Inquiry into Life*, S.S. Mader

Gambar 5.11
Berbagai macam pembuluh darah

1) Pembuluh Darah Arteri (Pembuluh Nadi)

Arteri merupakan pembuluh darah yang membawa darah keluar dari jantung. Arteri yang membawa darah dari bilik kiri menuju seluruh tubuh disebut aorta. Sementara itu, pembuluh yang membawa darah dari bilik kanan menuju paru-paru disebut arteri pulmonalis. Arteri mengandung darah kaya oksigen, kecuali arteri pulmonalis mengandung darah kaya karbon dioksida.

Arteri bercabang-cabang membentuk cabang lebih kecil yang disebut arteriole. Arteriole ini membentuk cabang-cabang lebih kecil dan ujung-ujungnya berhubungan langsung dengan sel-sel tubuh. Cabang-cabang ini disebut kapiler.



Sumber: *Biology, Mader*

Gambar 5.12

Jenis dan letak pembuluh darah di sekitar jantung

2) Pembuluh Darah Vena (Pembuluh Balik)

Vena merupakan pembuluh yang membawa darah ke jantung. Vena bercabang-cabang membentuk venula. Venula membentuk cabang-cabang lebih kecil yang disebut kapiler. Vena yang berhubungan langsung dengan jantung atau paru-paru dikenal dengan vena kava.

Vena mengandung banyak darah kaya karbon dioksida, kecuali vena pulmonalis mengandung banyak oksigen. Vena merupakan pembuluh berdinding lebih tipis, kurang elastis, dan lubang pembuluh lebih besar daripada arteri. Pembuluh ini mempunyai beberapa katup untuk mencegah agar darah tidak berbalik arah.

3) Pembuluh Darah Kapiler

Kapiler merupakan pembuluh darah berukuran kecil sebagai perpanjangan arteri dan vena. Dinding sel pembuluh ini bersifat permeabel sehingga cairan tubuh dan zat-zat terlarut dapat keluar masuk melalui dinding selnya. Selain itu, juga terjadi pertukaran oksigen, karbon dioksida, zat-zat makanan, serta hasil-hasil ekskresi dengan jaringan yang ada di sekeliling kapiler.

Beberapa pembuluh kapiler mempunyai lubang berukuran sempit sehingga sel darah merah dapat rusak jika melewatinya. Diameter pembuluh ini dapat berubah-ubah. Kapiler dapat menyempit karena pengaruh temperatur lingkungan yang rendah dan membesar bila ada pengaruh temperatur lingkungan yang tinggi serta bahan kimia, seperti histamin. Meskipun ukuran arteriole dan kapiler lebih kecil dibandingkan dengan arteri dan vena, tetapi jumlah volume darah secara keseluruhan lebih besar di arteriole dan kapiler. Volume darah di dalam kapiler 800 kali volume darah di dalam arteri dan vena.

Peredaran darah tertutup

Peredaran darah yang terjadi dimana darah mengalir hanya melalui pembuluh darah, tanpa pernah langsung menembus sel-sel atau jaringan tubuh.

Peredaran darah ganda

Sistem peredaran darah manusia disebut sistem peredaran darah ganda, sebab sekali darah beredar melintasi jantung sebanyak dua kali.

Sistem peredaran ini dibedakan menjadi:

1. Sistem peredaran darah kecil (sistem peredaran paru-paru)

Merupakan sistem peredaran yang membawa darah dari jantung ke paru-paru kembali lagi ke jantung. Pada peristiwa ini terjadi difusi gas di paru-paru, yang mengubah darah yang banyak mengandung CO₂ dari jantung menjadi O₂ setelah keluar dari paru-paru.

Mekanisme aliran darah sebagai berikut:

Ventrikel kanan jantung → Arteri pulmonalis → paru-paru → vena pulmonalis → atrium kiri jantung

2. Sistem peredaran darah besar (peredaran darah sistemik)

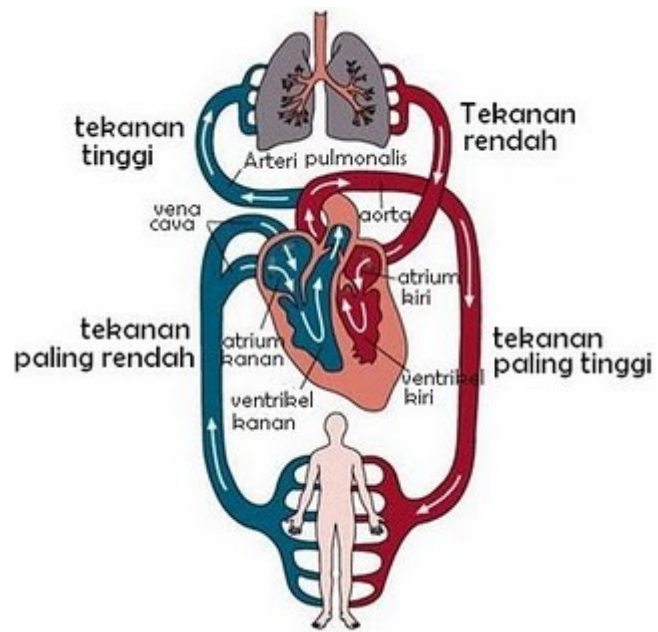
merupakan sistem peredaran darah yang membawa darah yang membawa darah dari jantung ke seluruh tubuh. Darah yang keluar dari jantung banyak mengandung oksigen.

mekanisme aliran darah sebagai berikut:

Ventrikel kiri → aorta → arteri superior dan inferior → sel / jaringan tubuh → vena cava inferior dan superior → atrium kanan jantung

3. Sistem peredaran portal

Sistem peredaran darah yang menuju ke alat-alat pencernaan menuju ke hati, sebelum kembali ke jantung. pembuluh darah portal berwarna coklat karena banyak mengandung nutrisi



1.1 Definisi Tekanan Darah

Tekanan darah adalah daya dorong ke semua arah pada seluruh permukaan yang tertutup pada dinding bagian dalam jantung dan pembuluh darah (Ethel, 2003: 238).

1.2 Asal Tekanan Darah

Aksi pemompaan jantung memberikan tekanan yang mendorong darah melewati pembuluh-pembuluh. Darah mengalir melalui system pembuluh tertutup karena ada perbedaan tekanan atau gradien tekanan antara ventrikel kiri dan atrium kanan.

- a. Tekanan ventrikular kiri berubah dari setinggi 120 mmHg saat sistole sampai serendah 0 mmHg saat diastole.
- b. Tekanan aorta berubah dari setinggi 120 mmHg saat sistole sampai serendah 80 mmHg saat diastole. Tekanan diastolik tetap dipertahankan dalam arteri karena efek lontar balik dari dinding elastis aorta. Rata-rata tekanan aorta adalah 100 mmHg.

Perubahan tekanan sirkulasi sistemik. Darah mengalir dari aorta (dengan tekanan 100 mmHg) menuju arteri (dengan perubahan tekanan dari 100 ke 40 mmHg) ke arteriol (dengan tekanan 25 mmHg di ujung arteri sampai 10 mmHg di ujung vena) masuk ke vena (dengan perubahan tekanan dari 10 mmHg ke 5 mmHg) menuju vena cava superior dan inferior (dengan tekanan 2 mmHg) dan sampai ke atrium kanan (dengan tekanan 0 mmHg) (Ethel, 2003: 238).

1.3 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Tekanan Darah

Curah jantung

Tekanan darah berbanding lurus dengan curah jantung (ditentukan berdasarkan isi sekuncup dan frekuensi jantungnya)

0. Tekanan Perifer terhadap tekanan darah. Tekanan darah berbanding terbalik dengan tahanan dalam pembuluh. Tahanan perifer memiliki beberapa faktor penentu :

(1) Viskositas darah. Semakin banyak kandungan protein dan sel darah dalam plasma, semakin besar tahanan terhadap aliran darah. Peningkatan hematokrit menyebabkan peningkatan viskositas : pada anemia, kandungan hematokrit dan viskositas berkurang.

(2) Panjang pembuluh

Semakin panjang pembuluh, semakin besar tahanan terhadap aliran darah.

(3) Radius pembuluh

Tahanan perifer berbanding terbalik dengan radius pembuluh sampai pangkat keempatnya

(a) jika radius pembuluh digandakan seperti yang terjadi pada fase dilatasi, maka aliran darah akan meningkat enam belas kali lipat. Tekanan darah akan turun.

(b) Jika radius pembuluh dibagi dua, seperti yang terjadi pada vasokonstriksi, maka tahanan terhadap aliran akan meningkat enam belas kali lipat dan tekanan darah akan naik.

(4) Karena panjang pembuluh dan viskositas darah secara normal konstan, maka perubahan dalam tekanan darah didapat dari perubahan radius pembuluh darah (Ethel, 2003: 238-239).

1.4 Pengaturan Tekanan Darah

1. Pengaturan saraf

Pusat vasomotorik pada medulla otak mengatur tekanan darah. Pusat kardiokselerator dan kardiainhibitor mengatur curah jantung.

a. Pusat vasomotorik

(1) tonus vasomotorik merupakan stimulasi tingkat rendah yang terus menerus pada serabut otot polos dinding pembuluh. Tonus ini mempertahankan tekanan darah melalui vasokonstriksi pembuluh.

(2) Pertahanan tonus vasomotorik ini dilangsungkan melalui impuls dari serabut saraf vasomotorik yang merupakan serabut eferen saraf simpatis pada sistem saraf otonom.

(3) Vaso dilatasi biasanya terjadi karena pengurangan impuls vasokonstriktor. Pengecualian hanya terjadi pada pembuluh darah di jantung dan otak.

(a) pembuluh darah di jantung dan otak memiliki reseptor-reseptor beta adrenergik, merespon epinefrin yang bersirkulasi dan yang dilepas oleh medulla adrenae.

(b) Mekanisme ini memastikan suplai darah yang cukup untuk organ-organ vital selama situasi menegangkan yang menginduksi stimulasi saraf simpatis dan vasokonstriksi di suatu tempat pada tubuh.

(c) Stimulasi parasimpatis menyebabkan vasodilatasi pembuluh hanya di beberapa tempat; misalnya, pada jaringan erektile genitalia dan kelenjar saliva tertentu.

b. Pusat akselerator dan inhibitor jantung serta baroreseptor aorta dan karotis, yang mengatur tekanan darah melalui SSO.

2. Pengaturan kimia dan hormonal

Ada sejumlah zat kimia yang secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi tekanan darah. Zat tersebut meliputi :

a. Hormon medulla adrenal (norepineprin termasuk vasokonstriktor)

epinefrin dapat berperan sebagai suatu vasokonstriktor atau vasodilator, bergantung pada jenis

reseptor otot polos pada pembuluh darah organ.

b. Hormon antidiuretik (vasopresin) dan oksitosin yang disekresi dari kelenjar hipofisis posterior termasuk vasokonstriktor.

c. Angiotensin

adalah sejenis peptida darah yang dalam bentuk aktifnya termasuk salah satu vasokonstriktor kuat.

d. Berbagai angina dan peptide seperti histamin, glukagon, kolesistokinin, sekretin, dan bradikinin yang diproduksi sejumlah jaringan tubuh, juga termasuk zat kimia vasoaktif.

e. Prostaglandin

Adalah agens seperti hormone yang diproduksi secara local dan mampu bertindak sebagai vasodilator atau vasokonstriktor (Ethel, 2003: 239).

1.5 Pengukuran Tekanan Darah Arteri Sistolik dan Diastolik

1. Tekanan darah diukur secara tidak langsung melalui metode auskultasi dengan menggunakan sfigmomanometer.

a. Peralatannya terdiri dari sebuah manset lengan untuk menghentikan aliran darah arteri brakial, sebuah manometer raksa untuk membaca tekanan, sebuah bulb pemompa manset untuk menghentikan aliran darah arteri brakial, dan sebuah katup untuk mengeluarkan udara dari manset.

b. Sebuah stetoskop dipakai untuk mendeteksi awal dan akhir bunyi Karotkoff, yaitu bunyi semburan darah yang melalui sebagian pembuluh yang tertutup. Bunyi dan pembacaan angka

pada kolom raksa secara bersamaan merupakan cara untuk menentukan tekanan sistolik dan diastolik.

2. Tekanan darah rata-rata pada pria dewasa muda adalah sistolik 120 mmHg dan diastolik 80 mmHg, biasanya ditulis 120/80. Tekanan darah pada wanita dewasa muda, baik sistolik maupun diastolik biasanya lebih kecil 10 mmHg dari tekanan darah laki-laki dewasa muda (Ethel, 2003: 240).

Pada dasarnya, semua makhluk hidup harus memenuhi kebutuhan energinya dengan cara mengkonsumsi makanan. Makanan tersebut kemudian diuraikan dalam sistem pencernaan menjadi sumber energi, sebagai komponen penyusun sel dan jaringan tubuh, dan nutrisi yang membantu fungsi fisiologis tubuh.

8. SISTEM PENCERNAAN

A. Pengertian Sistem Pencernaan Manusia

Pencernaan makanan merupakan proses mengubah makanan dari ukuran besar menjadi ukuran yang lebih kecil dan halus, serta memecah molekul makanan yang kompleks menjadi molekul yang sederhana dengan menggunakan enzim dan organ-organ pencernaan. Enzim ini dihasilkan oleh organ-organ pencernaan dan jenisnya tergantung dari bahan makanan yang akan dicerna oleh tubuh. Zat makanan yang dicerna akan diserap oleh tubuh dalam bentuk yang lebih sederhana.

Proses pencernaan makanan pada tubuh manusia dapat dibedakan atas dua macam, yaitu :

1. Proses pencernaan secara mekanik

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

2. Proses pencernaan secara kimiawi (enzimatis)

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

Proses pencernaan makanan pada manusia melibatkan alat-alat pencernaan makanan. Alat-alat pencernaan manusia adalah organ-organ tubuh yang berfungsi mencerna makanan yang kita

makan. Alat pencernaan dapat dibedakan atas saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan. Kelenjar pencernaan menghasilkan enzim-enzim yang membantu proses pencernaan kimiawi. Kelenjar-kelenjar pencernaan manusia terdiri dari kelenjar air liur, kelenjar getah lambung, hati (*hepar*), dan pankreas. Berikut ini akan dibahas satu per satu proses pencernaan yang terjadi di dalam saluran pencernaan makanan pada manusia.

B. Saluran Pencernaan Manusia

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



Saluran pencernaan manusia

1. Mulut

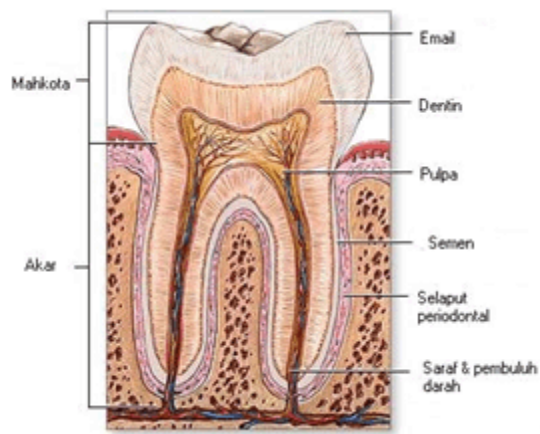
Proses pencernaan dimulai sejak makanan masuk ke dalam mulut. Di dalam mulut terdapat alat-alat yang membantu dalam proses pencernaan, yaitu gigi, lidah, dan kelenjar ludah (air liur). Di dalam rongga mulut, makanan mengalami pencernaan secara mekanik dan kimiawi. Beberapa organ di dalam mulut, yaitu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

a. Gigi

Gigi berfungsi untuk mengunyah makanan sehingga makanan menjadi halus. Keadaan ini memungkinkan enzim-enzim pencernaan mencerna makanan lebih cepat dan efisien.

Gigi dapat dibedakan atas empat macam yaitu gigi seri, gigi taring, gigi geraham depan, dan gigi geraham belakang. Secara umum, gigi manusia terdiri dari tiga bagian, yaitu mahkota gigi (*korona*), leher gigi (*kolum*), dan akar gigi (*radiks*). Mahkota gigi atau puncak gigi merupakan bagian gigi yang tampak dari luar. Setiap jenis gigi memiliki bentuk mahkota gigi yang berbeda-beda. Gigi seri berbentuk seperti pahat, gigi taring berbentuk seperti pahat runcing, dan gigi geraham berbentuk agak silindris dengan permukaan lebar dan datar berlekuk-lekuk. Bentuk mahkota gigi pada gigi seri berkaitan dengan fungsinya untuk memotong dan menggigit makanan. Gigi taring yang berbentuk seperti pahat runcing untuk merobek makanan. Sedangkan gigi geraham dengan permukaan yang lebar dan datar berlekuk-lekuk berfungsi untuk mengunyah makanan.

Leher gigi merupakan bagian gigi yang terlindung dalam gusi, sedangkan akar gigi merupakan bagian gigi yang tertanam di dalam rahang. Bila kita amati gambar penampang gigi, maka akan tampak bagian-bagian seperti pada gambar berikut ini.



Bagian-bagian gigi

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

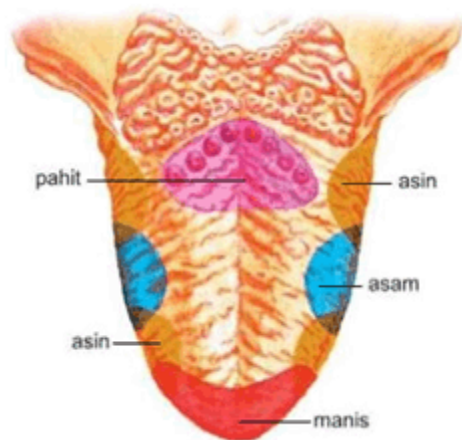
b. Lidah

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

Tiap rasa pada zat yang masuk ke dalam rongga mulut akan direspon oleh lidah di tempat yang berbeda-beda. Letak setiap rasa berbeda-beda, yaitu:

1. Rasa asin —> lidah bagian tepi depan
2. Rasa manis —> lidah bagian ujung
3. Rasa asam —> lidah bagian samping
4. Rasa pahit —> lidah bagian belakang / pangkal lidah

Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat seperti pada gambar berikut ini.



letak kepekaan lidah terhadap rasa

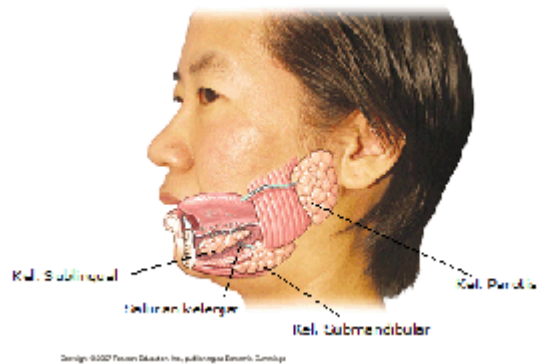
Lidah mempunyai reseptor khusus yang berkaitan dengan rangsangan kimia. Lidah merupakan organ yang tersusun dari otot. Permukaan lidah dilapisi dengan lapisan *epitelium* yang banyak mengandung kelenjar lendir, dan reseptor pengecap berupa tunas pengecap. Tunas pengecap terdiri atas sekelompok sel sensori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

c. Kelenjar Ludah

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

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

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



Kelenjar ludah di dalam mulut

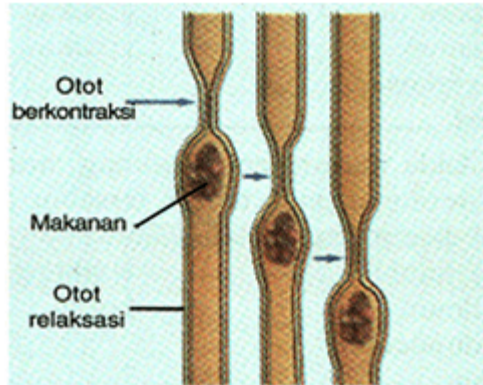
Kelenjar *parotis* menghasilkan ludah yang berbentuk cair. Kelenjar *submandibularis* dan kelenjar *sublingualis* menghasilkan getah yang mengandung air dan lendir. Ludah berfungsi untuk memudahkan penelanan makanan. Jadi, ludah berfungsi untuk membasahi dan melumasi makanan sehingga mudah ditelan. Selain itu, ludah juga melindungi selaput mulut terhadap panas, dingin, asam, dan basa.

Di dalam ludah terdapat enzim *ptialin* (*amilase*). Enzim *ptialin* berfungsi mengubah makanan dalam mulut yang mengandung zat karbohidrat (*amilum*) menjadi gula sederhana (*maltosa*). *Maltosa* mudah dicerna oleh organ pencernaan selanjutnya. Enzim *ptialin* bekerja dengan baik pada pH antara 6,8 – 7 dan suhu 37°C.

2. Kerongkongan

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

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



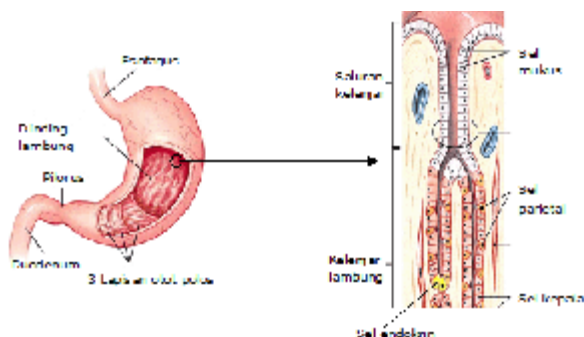
Gerak peristalsis dalam kerongkongan

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

3. Lambung

Lambung (*ventrikulus*) merupakan kantung besar yang terletak di sebelah kiri rongga perut sebagai tempat terjadinya sejumlah proses pencernaan. Lambung terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian atas (*kardiak*), bagian tengah yang membulat (*fundus*), dan bagian bawah (*pilorus*).

Kardiak berdekatan dengan hati dan berhubungan dengan kerongkongan. *Pilorus* berhubungan langsung dengan usus dua belas jari. Di bagian ujung *kardiak* dan *pilorus* terdapat klep atau *sfincter* yang mengatur masuk dan keluarnya makanan ke dan dari lambung. Struktur lambung dapat dilihat pada gambar berikut ini.



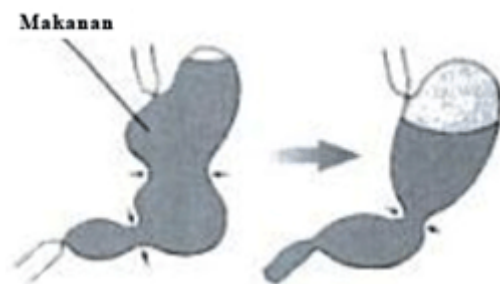
Struktur lambung

Dinding lambung terdiri dari otot yang tersusun melingkar, memanjang, dan menyerong. Otot-otot tersebut menyebabkan lambung berkontraksi, sehingga makanan teraduk dengan baik dan

bercampur merata dengan getah lambung. Hal ini menyebabkan makanan di dalam lambung berbentuk seperti bubur.

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

Di dalam lambung terjadi gerakan mengaduk. Gerakan mengaduk dimulai dari *kardiak* sampai di daerah *pilorus*. Gerak mengaduk terjadi terus menerus baik pada saat lambung berisi makanan maupun pada saat lambung kosong. Jika lambung berisi makanan, gerak mengaduk lebih giat dibanding saat lambung dalam keadaan kosong. Mungkin kita pernah merasakan perut terasa sakit dan berbunyi karena perut kita sedang kosong. Hal itu disebabkan gerak mengaduk saat lambung kosong. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar berikut.



Gerak mengaduk pada lambung.

Makanan umumnya bertahan tiga sampai empat jam di dalam lambung. Makanan berserat bahkan dapat bertahan lebih lama. Dari lambung, makanan sedikit demi sedikit keluar menuju usus dua belas jari melalui *sphincter pilorus*.

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

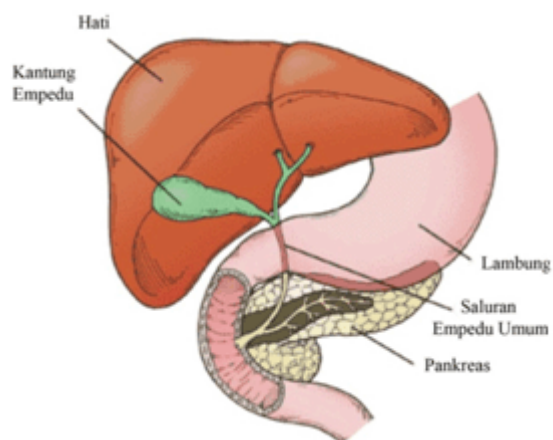
1. Usus dua belas jari (*duodenum*)
2. Usus kosong (*jejunum*)
3. Usus penyerap (*ileum*)

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

1. *Amilopsin* (amilase pankreas)
Yaitu enzim yang mengubah zat tepung (*amilum*) menjadi gula lebih sederhana (*maltosa*).
2. *Steapsin* (lipase pankreas)
Yaitu enzim yang mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol.
3. *Tripsinogen*

Jika belum aktif, maka akan diaktifkan menjadi *tripsin*, yaitu enzim yang mengubah protein dan *pepton* menjadi dipeptida dan asam amino yang siap diserap oleh usus halus.

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

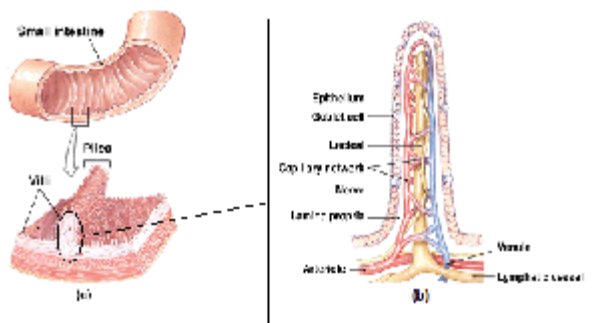


Pada bagian usus dua belas jari bermuara saluran getah pankreas dan saluran empedu.

Selain enzim dari pankreas, dinding usus halus juga menghasilkan getah usus halus yang mengandung enzim-enzim sebagai berikut :

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

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



Penampang Usus Halus Manusia

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

Asam lemak dan gliserol bersama empedu membentuk suatu larutan yang disebut misel. Pada saat bersentuhan dengan sel *vili* usus halus, gliserol dan asam lemak akan terserap. Selanjutnya asam lemak dan gliserol dibawa oleh pembuluh getah bening usus (pembuluh kil), dan akhirnya masuk ke dalam peredaran darah. Sedangkan garam empedu yang telah masuk ke darah menuju ke hati untuk dibuat empedu kembali. Vitamin yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E, dan K) diserap oleh usus halus dan diangkat melalui pembuluh getah bening. Selanjutnya, vitamin-vitamin tersebut masuk ke sistem peredaran darah.

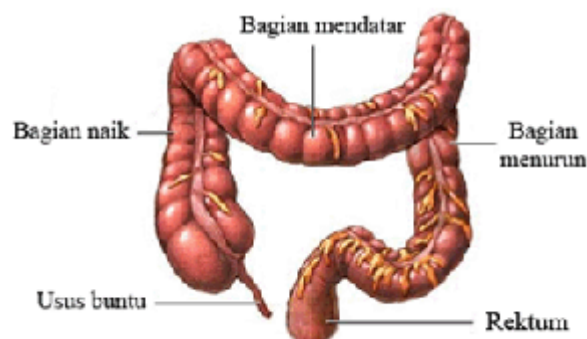
Umumnya sari makanan diserap saat mencapai akhir usus halus. Sisa makanan yang tidak diserap, secara perlahan-lahan bergerak menuju usus besar.

5. Usus Besar

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

Sisa makanan dalam usus besar masuk banyak mengandung air. Karena tubuh memerlukan air, maka sebagian besar air diserap kembali ke usus besar. Penyerapan kembali air merupakan fungsi penting dari usus besar.

Usus besar terdiri dari bagian yang naik, yaitu mulai dari usus buntu (*apendiks*), bagian mendatar, bagian menurun, dan berakhir pada anus. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Struktur usus besar

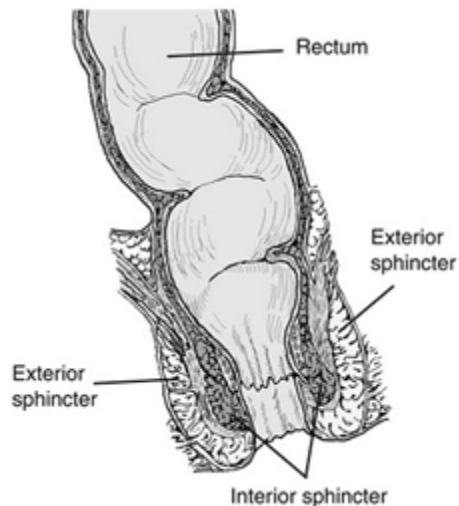
Perjalanan makanan sampai di usus besar dapat mencapai antara empat sampai lima jam. Namun, di usus besar makanan dapat disimpan sampai 24 jam. Di dalam usus besar, feses di

dorong secara teratur dan lambat oleh gerakan peristalsis menuju ke rektum (poros usus).Gerakan peristalsis ini dikendalikan oleh otot polos (otot tak sadar).

6. Anus

Merupakan lubang tempat pembuangan feses dari tubuh.Sebelum dibuang lewat anus, feses ditampung terlebih dahulu pada bagian *rectum*.Apabila feses sudah siap dibuang maka otot *spinkter rectum* mengatur pembukaan dan penutupan anus.Otot *spinkter* yang menyusun rektum ada 2, yaitu otot polos dan otot lurik.

Jadi, proses defekasi (buang air besar) dilakukan dengan sadar, yaitu dengan adanya kontraksi otot dinding perut yang diikuti dengan mengendurnya otot sfingter anus dan kontraksi kolon serta rektum.Akibatnya feses dapat terdorong ke luar anus.Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Struktur anus

DAFTAR PUSTAKA

<http://dc438.4shared.com/doc/NxxWiOp0/preview.html>
<http://idatiur.wordpress.com/2010/02/11/kontrol-pernafasan/>
<http://www.readmore99.com/kontrol-pernapasan-transpor-gas-dan-respirasi-pada-wanita-hamil>
http://plipplopnpurse.blogspot.com/2011/09/tugas-kmb-1-sistem-pernafasan_28.html
http://anfis-mariapoppy.blogspot.com/2011/01/pernapasan_15.html
<http://desyanaajeng.blogspot.com/2012/05/sistem-respirasi-manusia.html>
<http://fnr-site.blogspot.com/2012/03/faktor-faktor-yang-mempengaruhi.html>
<http://www.scribd.com/doc/94545119/Sistem-Tubuh-Mempertahankan-PH-Darah>
<http://www.scribd.com/doc/61363154/Fungsi-Larutan-Penyangga>
<http://ardi-kesehatan.blogspot.com/2009/06/pembentukan-urin.html>
<http://biofarmasiumi.wordpress.com/2010/11/03/sistem-urinaria-sistem-perkemihan/>
<http://blog.uad.ac.id/awaliyah/2011/12/14/proses-pembentukan-urin/>
www.farmasiku.com/index.php?target=pages&page_id=Sistem_Reproduksi_Wanita
www.wordpress.com/2008/10/31/sistem-reproduksi-pada-manusia-pria