

TUBUH MANUSIA

A.

Rangka

Fungsi Tulang

- Alat gerak pasif (melekatnya otot)
- Pelindung alat-alat tubuh yang vital (otak, jantung dan paru-paru)
- Pemberi bentuk dan penegak tubuh
- Pembentuk sel darah merah (eritropoesis)
- Penyimpan mineral (Ca, Mg, dan P)

Jenis-Jenis Tulang

a. Tulang Keras (Osteon)

Dibentuk oleh osteoblas, matriks mengandung CaCO_3 , memiliki selaput tulang yang disebut *periosteum*. Osteosit bertempat di *lakuna*, antar-osteosit dihubungkan *kanalikuli* (saluran pemberi nutrisi). Osteosit dibentuk dari arah dalam menuju keluar (konsentris). Setiap osteosit melingkari pembuluh darah dan saraf membentuk sistem havers.

Berdasarkan sifat bahan penyusunnya, tulang keras dibedakan menjadi dua, yaitu:

- Tulang kompak, contoh: terdapat pada lapisan luar tulang pipa.
- Tulang spons, contoh: terdapat pada tulang pendek dan tulang pipih.

Berdasarkan bentuknya, tulang keras dibedakan menjadi 4, yaitu:

- 1) Tulang pipa, contoh: tulang lengan atas, paha, betis, hasta, pengumpil, dan kering. Tulang pipa terbagi menjadi 3 bagian, yaitu:
 - Epifise: bagian ujung tulang.
 - Diafise: bagian tengah
 - Cakra epifise: terdapat di antara epifise dan diafise, berfungsi untuk menentukan pertumbuhan tinggi.
- 2) Tulang pipih, contoh: tulang rusuk, dada, belikat, dan tengkorak
- 3) Tulang pendek, contoh: ruas tulang belakang, pergelangan tangan dan kaki.

b. Tulang Rawan (Kartilago)

Ada 3 jenis tulang rawan, yaitu:

- Hialin, contoh: cincin trakea, sendi tulang, hubungan antara tulang rusuk dan tulang dada.
- Elastin, contoh: daun telinga, saluran eustachius, dan saluran telinga.
- Fibrosa, contoh: hubungan antarruas tulang belakang dan pertautan di tulang kemaluan.

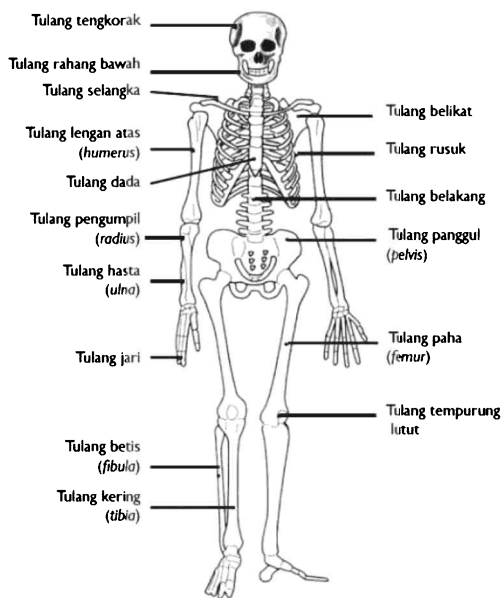
Proses penulangan (osifikasi)

Kartilago (berasal dari mesenkim). Kartilago memiliki rongga yang akan terisi oleh osteoblas membentuk osteosit. Setiap satuan sel-sel tulang akan melingkari pembuluh darah dan serabut saraf membentuk sistem Havers. Matriks akan mengeluarkan kapur dan fosfor yang menyebabkan tulang menjadi keras.

Anatomi Rangka

Susunan rangka manusia kurang lebih tersusun atas 206 tulang. Secara anatomi, tulang dibagi menjadi 2 bagian, yaitu sumbu utama (skeleton aksial) dan alat gerak (skeleton apendikular)

- 1) Skeleton aksial, tersusun oleh tulang dada (*sternum*), tulang rusuk (*costae*), tulang belakang (*vertebrae*), dan tulang tengkorak (*cranium*).
- 2) Skeleton apendikular, tersusun oleh tulang gelang bahu, gelang pinggul, tangan, dan kaki.



Sumber: <http://dianitakartikacandra.blogspot.co.id/2012/10/rangka-manusia-nama-latin-indonesia.html>

Sendi (Artikulasi)

Sendi (artikulasi) adalah hubungan antartulang terdapat *minyak sinovial* yang berguna sebagai pelumas sendi. Sendi terbagi menjadi 3, yaitu: sinartrosis, amfiartrosis, dan diartrosis.

1. **Sinartrosis**, yaitu hubungan yang tidak memungkinkan adanya gerakan.
 - Sinkondrosis: kedua ujung tulang dihubungkan dengan kartilago hialin.

Contoh: hubungan antara epifise dan diafise pada tulang pipa.

- Sinfibrosis: kedua ujung tulang dihubungkan dengan jaringan ikat padat. Contoh: hubungan antara tulang tengkorak (sutura)
2. **Amfiartrosis**, yaitu hubungan yang memungkinkan terjadinya gerak yang terbatas. Contoh: hubungan antara tulang dada dengan tulang rusuk.
 3. **Diartrosis**, yaitu hubungan yang memungkinkan adanya gerakan bebas.
 - **Sendi peluru (endartrosis)**, ujung tulang yang satu berbentuk lekuk dan bonggol, gerakan ke segala arah (berporos 3). Contoh: sendi pada gelang pinggul dan gelang bahu.
 - **Sendi engsel (gynglumus)**, kedua ujung tulang berbentuk engsel dan berporos satu. Contoh: sendi pada siku, lutut, dan ruas antarjari.
 - **Sendi putar (trokoidea)**, ujung tulang yang satu mengitari ujung tulang lain. Gerakan rotasi dengan satu poros. Contoh: sendi antara tulang atlas dengan tulang tengkorak.
 - **Sendi pelana (sellaris)**, kedua ujung tulang membentuk seperti pelana, berporos dua. Contoh: sendi pada tulang ibu jari dengan telapak tangan.
 - **Sendi ovoid (ellipsoidea)** disebut juga sendi geser atau luncur, kedua ujung tulang menimbulkan gerakan menggeser dan tidak berporos. Contoh: sendi antartulang pergelangan tangan

Penyakit pada Tulang dan Sendi

- Skoliosis: tulang belakang ke samping
- Lordosis: tulang belakang ke depan
- Kifosis: tulang belakang bengkok ke belakang
- Osteoporosis: tulang keropos
- Fisura: tulang retak
- Fraktura: tulang patah

- Nekrosa: kerusakan selaput tulang
- Rakitis: kaki berbentuk O atau X
- Memar: sobeknya selaput sendi
- Layuh semu: sendi tidak bertenaga
- Dislokasi: sendi bergeser
- Ankilosis: sendi tidak bisa bergerak
- Terkilir: tertariknya ligamen sendi
- Arthritis sika: nyeri sendi karena kurang minyak sinovial
- Arthritis eksudatif: radang sendi karena infeksi kuman
- Gout arthritis: adanya timbunan asam urat
- Osteoarthritis: menipisnya tulang rawan sendi

B. Otot

Fungsi Otot

- Alat gerak aktif (menggerakkan tulang)
- Tempat menyimpan glukosa dalam bentuk glikogen
- Melindungi terhadap benturan benda keras.

Macam-macam Otot

Antara lain: otot polos, otot lurik, dan otot jantung

Bagian-bagian Otot

1. Ventrikel: empal otot, bagian tengah otot yang mengembang
2. Tendon: urat otot, bagian ujung otot yang mengecil
3. Origo: ujung otot yang melekat pada tulang yang tidak bergerak
4. Inserio: ujung otot yang melekat pada tulang yang bergerak

Karakteristik Otot

- Kontraktibilitas: kemampuan untuk memendek
- Ekstensibilitas: kemampuan untuk memanjang
- Elastisitas: kemampuan untuk kembali ke ukuran semula

Kerja Otot

a. Antagonis

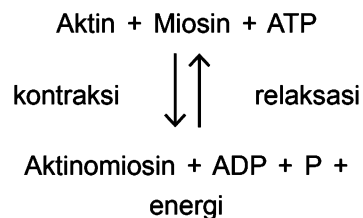
- Fleksor >< Ekstensor = (membengkokkan) >< (meluruskan)
- Abduktor >< Adduktor = (menjauhi >< mendekati)
- Depresor >< Elevator = (ke bawah) >< (ke atas)
- Supinasi >< Pronasi = (menengadahkan) >< (menelungkup)

b. Sinergis (Protagonis)

Contoh: otot antartulang rusuk yang dapat mengembang dan berelaksasi secara bersama-sama.

Mekanisme Gerakan Otot

- Aktin (protein tipis) dan miosin (protein tebal)
- Asetilkolin: zat reseptor rangsangan
- ATP: energi yang diperlukan untuk kontraksi otot.



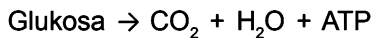
Fase anaerob (kontraksi):

ATP → ADP + P + Energi

ADP → AMP + P + Energi

Kreatinfosfat → Kreatin + Fosfat + Energi

Fase aerob (relaksasi) : ATP yang habis digunakan selama fase anaerob dibentuk kembali dengan mendapat energi dari hasil penguraian glukosa.



Struktur Otot Rangka

Struktur otot, yaitu: Miofibril → Sel otot → Berkas serabut otot → Jenis otot.

Kelainan Otot

- Atrofi: keadaan mengecilnya otot
- Tetanus: kejang otot akibat infeksi
- Paralis: kelumpuhan otot
- Miastenia gravis: melemahnya otot secara berangsur-angsur dan menyebabkan kelumpuhan
- Kaku leher (stiff): kekakuan otot trapesius leher
- Rigor mortis: kematian jaringan otot setelah kematian

C. Sistem Transportasi

Fungsi Darah

- Transportasi (sari makanan, oksigen, karbondioksida, zat sisa metabolisme)
- Termoregulasi (pengatur suhu tubuh)
- Imunitas (mengandung antibodi tubuh)
- Homeostasis (mengatur keseimbangan zat)
- Pengatur pH dan pengatur cairan osmotik (osmoregulator)

Komponen Darah

a. Plasma Darah

Berfungsi mengangkut sari-sari makanan yang terdiri atas air, mineral, zat sisa metabolisme, dan protein darah. Plasma protein terdiri atas:

- Albumin: menjaga tekanan osmotik
- Globulin: pembentuk antibodi

- Fibrinogen: pembekuan darah

Plasma darah yang tidak mengandung unsur fibrinogen disebut **serum**. Protein dalam serum berfungsi sebagai **antibodi** terhadap benda asing (antigen). Macam-macam antibodi, yaitu:

- Presipitin: antibodi yang dapat menggumpalkan antigen
- Lisin: antibodi yang dapat menguraikan antigen
- Antitoksin: antibodi yang dapat menawarkan racun

b. Sel Darah (Korpuskuler)

1. **Eritrosit** (sel darah merah), berbentuk bikonkaf, tanpa inti sel, warna merah oleh hemoglobin. Berfungsi untuk transportasi gas pernapasan oksigen dan karbondioksida. Eritrosit berusia sekitar 120 hari. Jumlah 4,5 – 5,5 juta sel per ml.

2. **Leukosit** (sel darah putih), bentuk tidak tetap, inti polimorfinukleat. Fungsi utama untuk fagosit (pemakan) penyakit yang masuk ke dalam tubuh. Memiliki kemampuan *diapedesis*, yaitu menembus dinding pembuluh kapiler. Jumlah 6 – 10 ribu per ml. Jenis-jenis leukosit, yaitu:

- **Granulosit** terdiri atas *eusinofil*, *basofil*, dan *neutrofil*. Granulosit berfungsi sebagai fagosit.
- **Agranulosit** terdiri atas *limfosit* (untuk pembentukan antibodi) dan *monosit* (berperan untuk fagositosis).

3. **Trombosit** (keping darah), bentuk bulat keping, tidak berinti, berfungsi untuk pembekuan darah. Jumlah 250 – 500 ribu per ml. Proses pembekuan darah adalah sebagai berikut:

Trombosit pecah $\xrightarrow{\text{AHF}}$ Tromboplastin

Vit. K → Protrombin $\xrightarrow{\text{ion Ca}}$ Trombin

↓

Fibrinogen → Fibrin

Jantung

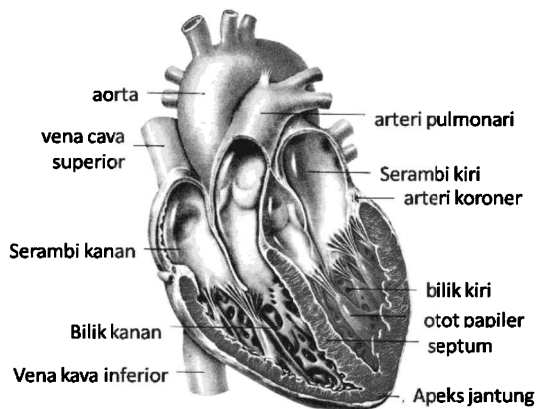
Jantung merupakan alat pompa dan isap darah, yang terletak pada rongga dada sebelah kiri. Jantung terdiri atas tiga lapisan:

- Perikardium (lapisan luar)
- Miokardium (otot jantung)
- Endokardium (lapisan dalam)

Jantung terdiri atas 4 ruang, yaitu:

- Atrium sinister (serambi kiri)
- Atrium dekster (serambi kanan)
- Ventrikel sinister (bilik kiri)
- Ventrikel dekster (bilik kanan)

Antara serambi kiri dengan bilik kiri terdapat katup dua daun (*valvula bikuspidalis*), dan antara serambi kanan dengan bilik kanan terdapat katup tiga daun (*valvula trikuspidalis*). Ada juga katup berbentuk bulan sabit (*valvula semilunaris*) yang terletak pada pangkal aorta dan arteri pulmonalis.



Sumber: <http://www.frewaremini.com/2014/12/gambar-anatomi-organ-tubuh-manusia.html>

Denyut jantung terbagi dua fase, yaitu:

- Fase *sistolik* (kontraksi), darah dari bilik kiri dipompa ke seluruh tubuh (120 mm Hg)
- Fase *diastolik* (relaksasi), serambi kanan mengisap darah dari seluruh tubuh (80 mm Hg)

Peredaran Darah

- Peredaran darah pulmonal: jantung – paru-paru – jantung. Darah dari bilik kanan di

pompa ke paru-paru dan masuk ke serambi kiri.

- Peredaran darah sistemik: jantung – seluruh tubuh – jantung. Darah dari bilik kiri di pompa ke seluruh tubuh dan masuk ke serambi kanan.

Aliran Darah

- Jantung sebelah kiri (serambi kiri dan bilik kiri) kaya akan oksigen
- Jantung sebelah kanan (serambi kanan dan bilik kanan) kaya akan karbondioksida

Pembuluh Darah

- Arteri (pembuluh nadi), pembuluh darah yang meninggalkan jantung, terdiri atas aorta (berhubungan dengan jantung), arteri (cabang dari aorta), arteriola (cabang dari arteri/ berhubungan dengan kapiler). Ciri-cirinya: tebal, kurang elastis, aliran darah cepat, banyak mengandung oksigen, kecuali pada arteri pulmonalis.
- Vena (pembuluh balik), pembuluh darah yang menuju jantung, terdiri atas vena cava (berhubungan dengan jantung), vena, venula (vena terkecil). Ciri-cirinya: tipis, elastis, aliran darah lambat, banyak katup, banyak mengandung karbondioksida (kecuali vena pulmonalis).
- Kapiler, pembuluh terkecil penghubung arteri dan vena. Merupakan selapis sel, terdapat banyak oksigen dan karbondioksida
- *Vena porta hepatica*, pembuluh darah dari usus ke hati dan menuju jantung.

Limpa

Limpa berfungsi sebagai:

- Tempat pembentukan sel darah putih
- Tempat membunuh kuman penyakit
- Tempat pembongkaran sel darah merah yang telah mati
- Tempat cadangan sel darah

Golongan Darah

1. ABO, golongan darah O disebut donor universal dan golongan darah AB disebut resepien universal.
2. MN
3. Rhesus

Kelainan pada Sistem Transportasi

- Anemia zat besi: kekurangan eritrosit akibat kekurangan zat besi
- Anemia pernisirosa: kekurangan eritrosit akibat kekurangan vitamin B11
- Talasemia: eritrosit mengalami hemolisis (penyakit genetik)
- Sikle sel anemia: eritrosit berbentuk bulan sabit (faktor genetik)
- Leukopeni: kekurangan leukosit (kurang dari 5.000/cc)
- Leukositosis: kelebihan leukosit (di atas 10.000/cc)
- Leukemia: kanker leukosit
- Hemofilia: darah sukar membeku
- Varises: pelebaran vena pada betis
- Ambien/hemoroid: pelebaran vena pada anus
- Arteriosklerosis: penumpukan kapur pada pembuluh darah
- Aterosklerosis: penumpukan lemak pada pembuluh darah
- Jantung koroner: penyakit tersumbatnya arteri koroner
- Emboli: gumpalan bergerak pada pembuluh darah
- Trombus: gumpalan tidak bergerak pada pembuluh darah
- Eritroblastosis fetalis: eritrosit janin yang diserang oleh antibodi ibu sehingga eritrosit tidak menjadi dewasa.



Sistem Pencernaan

Saluran Pencernaan

1. **Rongga mulut**, terjadi pencernaan mekanik menggunakan gigi dan lidah, serta pencernaan kimiawi dengan enzim yang dihasilkan oleh kelenjar ludah (*sublingual*, *submandibular*, *parotis*).
 - Gigi: *dens lacteus* (gigi susu) terdiri atas 20 gigi, *dens permanents* (gigi permanen) terdiri atas 32 gigi.
 - Jenis gigi: *Insivivus* (gigi seri), *Caninus* (gigi taring), *Pra molare* (gigi geraham depan), *Molare* (gigi geraham belakang)
2. **Esofagus**, berfungsi menghantarkan makanan (*bolus*) dari mulut ke lambung secara peristaltik (gerak meremas dan mendorong makanan) berlangsung selama 5 – 15 detik.
3. **Lambung**, terdiri atas 3 bagian, yaitu *cardia*, *fundus*, dan *pylorus*. Terdapat *spinkter cardia* yang merupakan katup antara esofagus dengan lambung, serta *spinkter pilorus*, yaitu katup antara lambung dengan duodenum. Lambung sebagai kelenjar eksokrin (penghasil enzim) dan kelenjar endokrin (penghasil hormon gastrin). Makanan tercerna 3 – 3,5 jam menjadi bubur (*kimus*) dalam suasana asam.
4. **Usus halus** (*Intestinum tennue*), merupakan muara antara saluran empedu (*ductus hepaticus*) dan saluran pankreas (*ductus pancreaticus*) yang menyatu menjadi *ductus choleductus*. Usus halus terdiri atas:
 - *Duodenum* (usus 12 jari) berfungsi dalam pencernaan enzimatik
 - *Jejenum* (usus kosong) berfungsi dalam pencernaan enzimatik
 - *Illeum* (usus serap) berfungsi dalam penyerapan sari-sari makanan oleh villi atau jonjot usus
5. **Usus besar** (*Colon*), terdiri atas *tranversum* (naik), *ascenden* (datar), *descenden* (turun), dan *sigmoid*. Usus besar berfungsi dalam

pembusukan sisa makanan oleh bakteri *Eschericia coli*, serta produksi vitamin K dan penyerapan air. Terdapat katup antara usus halus dengan usus besar, yaitu *spinkter bauhini*. Setelah usus besar terdapat otot rektum sebelum feces dikeluarkan melalui lubang anus.

Kelenjar Pencernaan

1. **Hati** penghasil empedu untuk pengemulsi lemak dengan komposisi air, sodium, potasium, Ca, Cl, garam empedu, fosfolipid (lesitin), kolesterol, dan pigmen empedu (bilirubin terkonjugasi).
2. **Pankreas**, penghasil enzim tripsinogen, amilase, lipase (steapsin), dan NaHCO_3

Pencernaan Kimiawi

Organ	Enzim	Substat	Hasil
Mulut	▪ Pتيالين	Amilum	Maltosa
Lambung	▪ Pepsin	Protein	Pepton
	▪ Renin	Susu	Emulsi susu
	▪ HCl	Pepsinogen	Pepsin
Pankreas	▪ Amilase	Amilum	Glukosa
	▪ Lipase	Lipid	Asam lemak + gliserol
	▪ Tripsin	Protein	Peptida
Hati	Empedu	Lemak	Emulsi lemak
Usus halus	▪ Laktase	Laktosa	Galaktosa + glukosa
	▪ Sukrase	Sukrosa	Fruktosa + glukosa
	▪ Maltase	Maltosa	Glukosa + glukosa
	▪ Erepsin	Pepton	Asam amino
	▪ Lipase	Lipid	Asam lemak + gliserol

Kelainan pada Sistem Pencernaan

- Xerostomia: mulut kering akibat produksi kelenjar ludah yang berkurang.
- Stomatitis: peradangan pada rongga mulut
- Ulitis: peradangan pada gusi
- Gastritis: peradangan pada dinding lambung
- Parotitis: gondongan atau radang kelenjar parotis oleh virus *Paramyxovirus*.
- Ulkus: nyeri pada perut, lambung, atau usus
- Konstipasi atau sembelit: susah buang air besar karena feces padat.
- Apendisitis: kondisi di mana infeksi terjadi di umbai cacing (usus buntu).
- Hemoroid (wasir): pelebaran pembuluh vena pada anus.
- Diare: feces cair berlendir, karena peristaltik dipercepat
- Disentri: infeksi bakteri *Shigella dysenteriae*
- Peritonitis: peradangan pada rongga perut

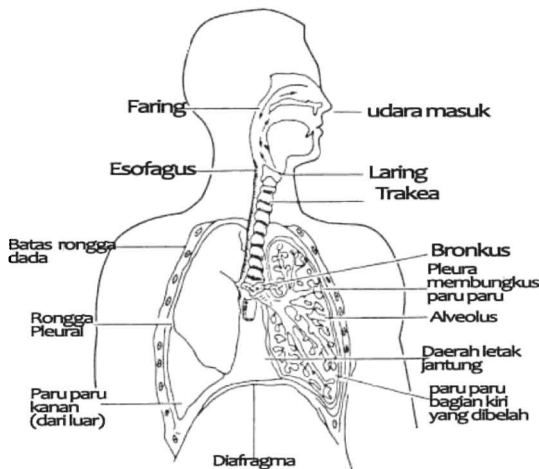
E. Sistem Respirasi

Pernapasan adalah suatu proses masuknya udara oksigen ke dalam paru-paru (inspirasi) dan mengeluarkan gas karbondioksida (ekspirasi).

- **Pernapasan luar** adalah pertukaran udara yang terjadi antara udara dalam alveolus dengan darah dalam kapiler (paru-paru).
- **Pernapasan dalam** adalah pernapasan yang terjadi dalam sel-sel tubuh terutama di dalam mitokondria, bertujuan untuk oksidasi makanan menghasilkan energi untuk aktivitas.

Alat Respirasi

1. **Rongga hidung** (*cavum nasalis*), berfungsi untuk penyaringan oleh rambut dan selaput lendir menangkap benda asing yang masuk, penghangatan udara oleh konka, dan seleksi oleh indra pembau.
2. **Faring**, percabangan dua saluran, yaitu saluran pernapasan (*nasofaring*) pada bagian depan dan saluran pencernaan (*orofaring*) pada bagian belakang. Bagian belakang terdapat laring (pita suara).
3. **Tenggorokan** (*trakea*), tersusun cincin tulang rawan, dan pada bagian dalam rongga terdapat silia untuk menyaring zat asing yang masuk.
4. **Cabang tenggorokan** (*bronkus*), yaitu bronkus kanan dan bronkus kiri. Bronkus bercabang-cabang lagi membentuk bronkiolus.
5. **Paru-paru** (*pulmo*), berisi gelembung paru tersusun oleh selapis sel dan berkapiler (*alveolus*), yaitu tempat pertukaran O_2 dan CO_2 . Selaput paru-paru disebut *pleura*.



Sumber: <https://artikelbermutu.com/2015/08/sistem-pernapasan-pada-manusia-2.html>

Macam-macam Respirasi

1. Pernapasan dada

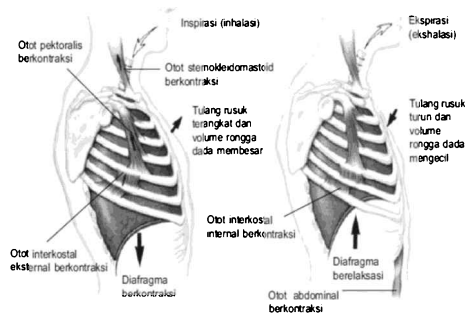
- **Fase inspirasi**, otot antartulang rusuk luar berkontraksi sehingga tulang dada naik, rongga dada membesar, tekanan

udara pada paru-paru menjadi kecil sehingga udara dari luar masuk ke dalam paru-paru.

- **Fase ekspirasi**, otot antartulang rusuk luar berelaksasi, tulang rusuk turun sehingga rongga dada mengecil, tekanan pada paru-paru menjadi lebih besar sehingga udara dalam rongga dada terdorong keluar.

2. Pernapasan perut

- **Fase inspirasi**, otot diafragma berkontraksi sehingga diafragma mendatar, akibatnya rongga dada membesar dan tekanan udara pada paru-paru menjadi kecil sehingga udara dari luar masuk ke paru-paru.
- **Fase ekspirasi**, otot diafragma berelaksasi (cekung naik) sehingga rongga dada mengecil dan tekanan menjadi lebih besar, akibatnya udara keluar dari paru-paru.



Sumber: <http://www.ebiologi.com/2015/12/pernapasan-dada-dan-pernapasan-perut.html>

Kapasitas Paru-paru

- Udara pernapasan biasa (tidal): 500 cc
- Udara komplemen: 1.500 cc (inspirasi maksimum setelah napas biasa)
- Udara cadangan: 1.500 cc (ekspirasi maksimum setelah napas biasa)
- Udara sisa (residu): 1.000 cc (udara yang selalu ada pada paru-paru)
- Kapasitas total paru-paru: 4.500 cc
- Kapasitas vital paru-paru: 3.500 cc

Dari 500 cc udara pernapasan hanya 350 cc yang sampai ke alveolus, sisanya mengisi ruang saluran pernapasan.

Pengaturan Pernapasan

- Sadar: otak besar (korteks serebri)
- Tidak sadar: medula oblongata

Pengaturan pernapasan tidak sadar sangat sensitif terhadap penurunan kadar oksigen darah dan peningkatan kadar karbondioksida darah.

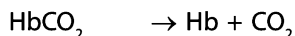
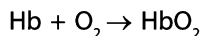
Frekuensi Pernapasan

Frekuensi pernapasan dipengaruhi beberapa faktor di antaranya adalah:

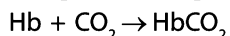
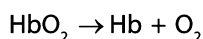
- Usia, semakin tua frekuensi napas semakin lambat.
- Jenis kelamin, frekuensi napas laki-laki lebih kecil dibandingkan wanita.
- Suhu tubuh, jika suhu meningkat maka frekuensi napas juga meningkat
- Posisi tubuh, saat beraktivitas frekuensi napas lebih cepat dibandingkan tidak beraktivitas.

Pertukaran Gas

- Pada kapiler paru-paru:



- Pada jaringan tubuh:



CO₂ dalam darah diangkut oleh:

- Hb membentuk HbCO₂ (karboksihemoglobin)
- Bereaksi dengan air (H₂CO₃) dalam pertukaran ion klorida terurai menghasilkan HCO₃⁻
- CO₂ yang larut dalam plasma darah

Kelainan pada Sistem Respirasi

- Asfiksi: gangguan dalam pengangkutan oksigen (O₂) ke jaringan tubuh.
- Asidosis: kondisi dimana paru-paru tidak dapat mengeluarkan semua karbondioksida yang dihasilkan dalam tubuh.
- Sinusitis: peradangan rongga sinus sebelah atas hidung

- Renitis: peradangan selaput hidung
- Laringitis: peradangan pada laring (pita suara)
- Bronkitis: peradangan pada bronkus
- Pleuritis: peradangan pada selaput paru-paru (pleura)
- Asma: penyempitan saluran napas pada bronkus
- Emfisema: penyempitan (obstruksi) saluran napas
- Edema paru: penumpukan cairan pada paru-paru
- TBC: infeksi akut atau kronis yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*
- Pneumonia: radang alveolus akibat *Diplococcus pneumonia*
- Difteri: infeksi bakteri yang umumnya menyerang selaput lendir pada hidung dan tenggorokan.

F.

Sistem Ekskresi

Ekskresi adalah proses pengeluaran zat sisa metabolisme, berbeda dengan sekresi yang merupakan proses pengeluaran zat yang masih diperlukan oleh tubuh seperti enzim dan hormon. Zat sisa metabolisme berupa urine, keringat, CO₂ dan urea.

Ginjal

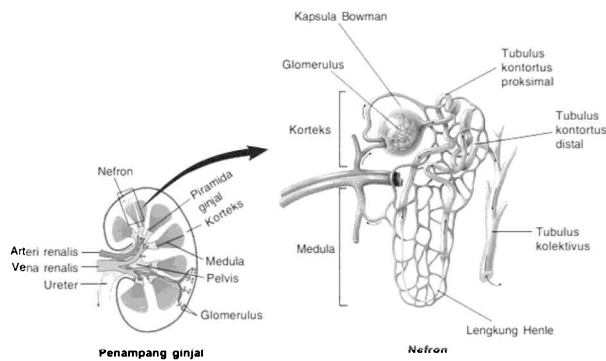
1. Fungsi Ginjal

- Pembentuk urine
- Mengekskresikan zat yang jumlahnya berlebihan, seperti vitamin, mineral, dan obat.
- Mempertahankan keseimbangan cairan (kadar air dalam plasma darah)
- Mempertahankan asam basa (pH) plasma darah.

2. Struktur Ginjal

Ginjal terdiri atas tiga bagian utama, yaitu:

- Korteks (bagian luar)



Sumber: <https://uzanlatif.wordpress.com/2015/03/31/sistem-eskresi-pada-manusia-bagian-ginjal/>

3. Proses pembentukan Urine

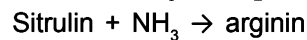
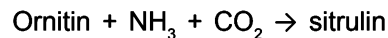
- **Penyaringan (filtrasi):** terjadi pada kapiler glomerulus pada kapsul Bowman. Hasil penyaringan di glomerulus berupa filtrat glomerulus (urine primer). Pada filtrat glomerulus masih dapat ditemukan asam amino, glukosa, natrium, kalium, dan garam-garam lainnya.
- **Penyerapan kembali (reabsorpsi):** filtrat glomerulus akan direabsorpsi secara aktif pada tubulus kontortus proksimal oleh pembuluh darah *vasa recta*. Zat yang masih berguna seperti glukosa dan asam amino dikembalikan ke darah secara transport aktif. Selain itu juga terjadi reabsorpsi air dan mineral. Reabsorpsi terjadi secara obligat. Kemudian menghasilkan urine sekunder. Pada urine sekunder zat-zat seperti glukosa dan asam amino tidak akan ditemukan lagi.
- **Augmentasi** adalah proses penambahan zat sisa dan urea yang mulai terjadi pada tubulus kontortus distal. Komposisi urine 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 urine.

Paru-Paru (Pulmo)

Fungsi utama paru-paru adalah sebagai alat pernapasan. CO_2 dan H_2O adalah zat sisa hasil metabolisme pada jaringan dan diangkut oleh Hb untuk berdifusi di alveolus.

Hati (Hepar)

Hati berfungsi untuk perombakan protein menjadi urea (metabolisme protein hingga menghasilkan urea).



Fungsi lain hati adalah:

- Perombakan eritrosit tua menjadi zat empedu
- Penyimpan vitamin A dan D
- Penyimpan gula dalam bentuk glikogen
- Pembentukan glukosa dari bahan nonkarbohidrat (glukoneogenesis)
- Pembentukan protein albumin dan globulin
- Detoksifikasi racun

Kulit

Fungsi kulit:

- Sebagai organ ekskresi karena menghasilkan keringat untuk mengeluarkan panas dari tubuh.
- Pelindung terhadap infeksi kuman karena mengandung protein keratin
- Sebagai indra peraba

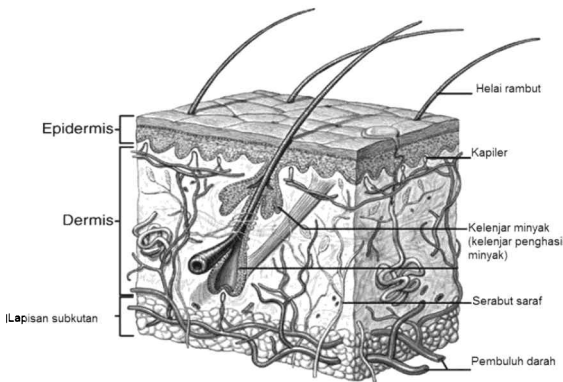
Kulit terdiri atas dua bagian utama, yaitu epidermis dan dermis.

1. Epidermis (kulit ari)

- *Stratum korneum*: berupa zat tanduk, sel mati, dan selalu mengelupas
- *Stratum lusidum*: sedikit mengandung pigmen
- *Stratum granulosum*: banyak mengandung pigmen melanin
- *Stratum germinativum*: lapisan sel kulit baru.

2. Dermis (kulit jangat)

Pada bagian ini terdapat akar rambut, kelenjar minyak, pembuluh darah, serabut saraf, serta otot penegak rambut.



Sumber: www.softilmu.com/2015/02/Pengertian-Fungsi-Lapisan-Struktur-Kulit-Adalah.html

Kelainan pada Sistem Ekskresi

- Diabetes melitus: urine mengandung glukosa karena kekurangan hormon insulin atau terjadi gangguan reabsorpsi pada tubulus proksimal.
- Diabetes insipidus: poliurea atau gejala selalu merasa haus dan pada saat bersamaan sering membuang air kecil dalam jumlah yang sangat banyak
- Oligourea: produksi urine sedikit (kurang dari 400 ml/hari pada orang dewasa)
- Uremia: keadaan toksik yang disebabkan gagal ginjal
- Hematuria: urine mengandung sel darah merah (eritrosit)
- Nefritis: peradangan pada nefron

G. Sistem Saraf

Macam-macam Sel Saraf

Neuron berfungsi menghantarkan rangsangan atau impuls, terdiri atas dendrit – badan sel (soma) – akson (neurit) – bongkol saraf (sinapsis).

Akson dibungkus 2 selubung, yaitu selubung luar sel Schwan (neurolema) dan selubung dalam (selubung mielin). Neuron terbagi menjadi 3, yaitu:

- **Saraf sensorik** (afere): menghantar impuls dari reseptor ke sistem saraf pusat, yaitu otak dan sumsum belakang
- **Saraf motorik** (eferen): mengirim impuls dari sistem saraf pusat ke efektor (otot atau kelenjar) serta tanggapan tubuh terhadap rangsangan.
- **Saraf asosiasi** (konektor): menghubungkan sel saraf satu dengan saraf yang lain.
- **Saraf ajutor**: menghubungkan saraf motorik dengan sel saraf sensorik.

Neuroglia adalah sel saraf yang berfungsi ganda, yaitu untuk menghantarkan rangsangan dan untuk memberi makanan sel saraf.

Penghantaran Rangsang

- **Sadar**: rangsangan (stimulus) – reseptor – saraf sensorik – otak – saraf motorik – efektor – respons.
- **Refleks anggota gerak**: rangsangan/stimulus – reseptor – saraf sensorik – sumsum tulang belakang – saraf motorik – efektor – respons.
- **Refleks otak**: rangsangan (stimulus) – reseptor – saraf sensorik – otak (tidak diolah otak besar) – saraf motorik – efektor – respons.

Pembagian Sistem Saraf

a. Sistem Saraf Pusat

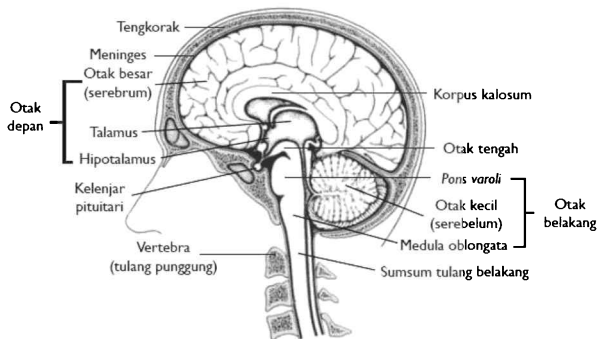
Sistem saraf pusat terdiri atas otak (*Ensefalon*) dan sumsum tulang belakang (*Medula spinalis*).

- **Otak besar** (*cerebrum*): bagian depan merupakan pusat proses berpikir (mengingat, analisis, berbicara, kreativitas), penciuman, dan emosi. Pusat penglihatan terdapat pada bagian belakang, bagian tengah belakang merupakan pusat sensorik, dan bagian tengah depan merupakan pusat motorik.

- **Otak tengah** (*mesensefalon*): terdapat talamus dan kelenjar hipofisis yang mengatur kerja kelenjar endokrin. Bagian dorsal otak tengah merupakan lobus optikus yang mengatur refleks mata, seperti penyempitan pupil mata, dan juga merupakan pusat pendengaran.
- **Otak kecil** (*serebelum*): koordinasi gerakan otot, keseimbangan, dan posisi tubuh.
- **Jembatan varol** (*pons varoli*): serabut saraf yang menghubungkan otak kecil bagian kiri dan kanan.
- **Sumsum lanjutan** (*medulla oblongata*): menghantar impuls dari medula spinalis menuju ke otak. Refleks fisiologi seperti detak jantung, tekanan darah, respirasi, gerak pencernaan, dan sekresi kelenjar pencernaan.
- **Sumsum tulang belakang** (*medulla spinalis*): pusat gerak refleks tangan dan kaki.

b. Sistem Saraf Tepi

Tersusun atas 12 pasang saraf otak (saraf kranial) dan 31 pasang saraf sumsum tulang



Sumber: <http://www.pelajaranku.net/2015/11/pengertian-sistem-saraf-pusat-macam-fungsi-dan-anatomi-serta-susunannya.html>

Saraf Otonom

Sistem saraf otonom merupakan sistem saraf yang bekerja tanpa disadari atau tanpa perintah sistem saraf pusat. Sistem saraf otonom terbagi menjadi dua, yaitu saraf simpatik dan saraf parasimpatik.

Parasimpatik	Simpatik
▪ Mengecilkan pupil	▪ Memperbesar pupil
▪ Menstimulasi aliran ludah	▪ Menghambat aliran ludah
▪ Memperlambat denyut jantung	▪ Mempercepat denyut jantung
▪ Memperbesar bronkus	▪ Mengecilkan bronkus
▪ Menstimulasi sekresi kelenjar pencernaan	▪ Menghambat sekresi kelenjar pencernaan
▪ Mengerutkan kantung kemih	▪ Menghambat kontraksi kandung kemih

Sistem endokrin adalah suatu sistem dalam tubuh manusia yang bertugas untuk melakukan sekresi (memproduksi) hormon yang berfungsi untuk mengatur seluruh kegiatan organ-organ dalam tubuh manusia sesuai dengan yang dibutuhkan organ tersebut. Hasil sekresi berupa hormon ini langsung masuk ke dalam pembuluh darah manusia tanpa harus melalui saluran (duktus).

Kelenjar Hipofisis

Kelenjar hipofisis terbagi menjadi tiga bagian, yaitu:

1. Hipofisis lobus anterior

Kelenjar hipofisis lobus anterior menghasilkan hormon:

- **Tirotropin/TSH** (*Tiroid Stimulating Hormone*) berfungsi mengontrol pertumbuhan dan perkembangan kelenjar gondok atau tiroid.
- **Gonadotropin** menghasilkan:
FSH (Folikel Stimulating Hormone): merangsang pematangan folikel.
LH (Letuenizin Hormone): untuk ovulasi dan memicu keluarnya estrogen.
ICSH (Interstitial Cell Stimulating Hormone): merangsang kelenjar testis untuk proses spermatogenesis

- **Adenotropin/ACTH** (*Adenocorticotropic Hormone*): mengontrol pertumbuhan dan perkembangan aktivitas kulit ginjal dan merangsang kelenjar adrenal untuk mensekresikan glukokortikoid (hormon yang dihasilkan untuk metabolisme karbohidrat)
- **Somatotropin/GH** (*Growth Hormone*): merangsang proses pertumbuhan, kekurangan hormon ini pada usia pertumbuhan menyebabkan kretinisme (pertumbuhan terhambat/ kerdil), sedangkan kelebihan hormon ini menyebabkan gigantisme (pertumbuhan raksasa). Sementara itu jika kelebihan hormon somatotrop saat dewasa menyebabkan penyakit akromegali.
- **Prolaktin**: merangsang keluarnya air susu.

2. Hipofisis intermediet

Menghasilkan hormon MSH (*Melanocyte Stimulating Hormone*) berfungsi mengatur pigmentasi dan mempengaruhi warna kulit.

3. Hipofisis lobus posterior

- **Vasopresin (ADH)**: menurunkan volume urine dan meningkatkan tekanan darah dengan cara menyempitkan pembuluh darah
- **Oksitosin**: memacu kontraksi uterus saat melahirkan.

Kelenjar Tiroid (Gondok)

- **Tiroidin** berfungsi memacu proses metabolisme. Kekurangan hormon tiroksin pada usia anak-anak menyebabkan kretinisme, sedangkan kelebihan hormon tiroksin pada usia anak-anak menyebabkan gigantisme. Sementara itu, kekurangan hormon tiroksin di usia dewasa menyebabkan miksodema (ciri-ciri: laju metabolisme rendah, berat badan berlebihan, bentuk badan menjadi kasar, dan rambut rontok) dan kelebihan hormon tiroksin pada usia dewasa menyebabkan penyakit *basedow (graves)*.
- **Kalsitonin** berfungsi mengatur kadar kalsium darah dengan memindahkan kalsium dari darah ke tulang. Kekurangan hormon

kalsitonin menyebabkan osteoporosis dan batu ginjal.

Kelenjar Paratiroid (Anak Gondok)

Parathormon berfungsi mengatur kalsium dan fosfor dalam darah dengan memindahkan kalsium dari tulang ke darah. Kekurangan hormon ini menyebabkan hipokalsemia tetanus, sedangkan kelebihan hormon ini menyebabkan osteoporosis dan batu ginjal

Kelenjar Timus (Kacangan)

Kelenjar ini menghasilkan hormon thymosin, yang berfungsi sebagai perangsang perkembangan dari limfosit T untuk menghasilkan kekebalan (imunitas) tubuh.

Kelenjar Pankreas (Langerhans)

- **Insulin** berfungsi mengubah glukosa menjadi glikogen, kekurangan hormon ini menyebabkan penyakit diabetes militus.
- **Glukagon** berfungsi mengubah glikogen menjadi glukosa

Kelenjar Adrenal (Anak Ginjal)

Kelenjar ini terbagi menjadi 2 bagian, yaitu korteks dan medula suprinalis.

1. Korteks, menghasilkan hormon:

- **Glukokortikoid** berfungsi meningkatkan kadar glukosa dalam darah melalui perubahan glikogen dalam hati menjadi glukosa dalam darah.
- **Mineralkortikoid** berperan mengatur volume darah, tekanan darah, serta kadar natrium (Na⁺) dan kalium (K⁺) dalam darah.
- **Androgen** bekerja sama dengan hormon yang dihasilkan gonad untuk menentukan sifat dan karakter kelamin sekunder.

2. Medula Suprinalis, menghasilkan hormon:

- **Adrenalin/epinefrin** berfungsi merangsang kontraksi jantung,

mempersempit pembuluh darah, dan mengubah glikogen menjadi glukosa

- **Nonadrenalin** berfungsi merangsang relaksasi jantung dan memperlebar pembuluh darah

Kelenjar Gonad (Kelamin)

1. Kelenjar kelamin pada pria menghasilkan hormon:
 - *Testosteron* berfungsi menentukan ciri pertumbuhan kelamin sekunder pada pria
2. Kelenjar kelamin pada wanita menghasilkan hormon:
 - *Estrogen* berfungsi untuk proses pembentukan dan pematangan sel ovum (sel telur)
 - *Progesteron* berfungsi menjaga penebalan endometrium (dinding rahim)

I.

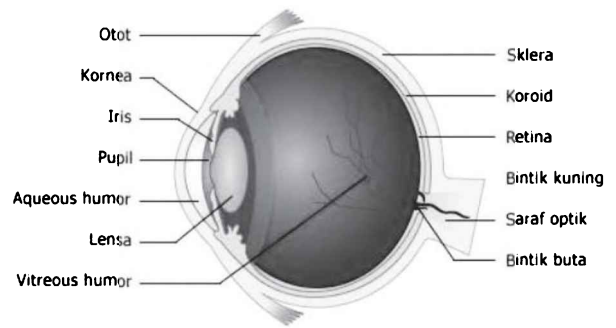
Sistem Indra

Mata (Indra Penglihatan)

Mata berfungsi sebagai alat penglihatan, oleh karena itulah organ ini dapat menerima rangsangan berupa cahaya dari luar tubuh. Bola mata tersusun atas:

- Sklera (lapisan terluar dan penyokong bola mata)
- Koroid (lapisan tengah)
- Retina (lapisan dalam yang peka cahaya)

Urutan cahaya masuk ke mata adalah kornea (meneruskan cahaya), pupil (celah masuk cahaya ke lensa) dibentuk oleh iris (warna mata), kemudian lensa (memfokuskan cahaya agar jatuh di retina). Retina sebagai fotoreseptor ada yang peka terhadap cahaya terang (berupa sel konus/ kerucut) dan peka kondisi gelap (yaitu sel basilus/batang).



Sumber: Pustekkom Depdiknas 2008.

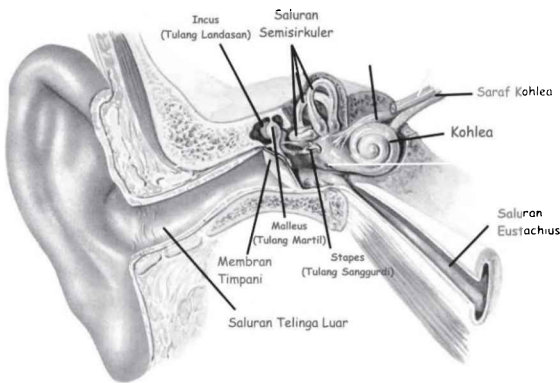
Beberapa kelainan pada indra mata, yaitu:

- Miopi (cahaya jatuh di depan retina), dapat dibantu menggunakan lensa cekung (negatif).
- Hipermetropi (cahaya jatuh di belakang retina), dapat dibantu menggunakan lensa cembung (positif).
- Presbiopi (mata tua), dapat dibantu menggunakan lensa rangkap.
- Astigmatisma, diakibatkan lensa/kornea mata tidak rata, dapat dibantu menggunakan lensa silindris.
- Hemeralopia (rabun senja), diakibatkan karena kekurangan rhodopsin pada sel batang
- Xeroftalmia adalah kelainan mata akibat kurang vitamin A.

Telinga (Indra Pendengaran)

Telinga berfungsi sebagai pengatur keseimbangan (terdapat struktur khusus pada organ telinga yang berfungsi mengatur dan menjaga keseimbangan tubuh) dan sebagai indra pendengaran. Bagian-bagian telinga, antara lain:

- Telinga bagian luar terdiri atas daun telinga, saluran telinga luar, dan gendang telinga (membran timpani).
- Telinga bagian tengah terdiri atas tulang pendengaran (osikel), yaitu tulang martil (maleus), tulang landasan (inkus), dan sanggurdi (stapes). Serta terdapat saluran eustachius, yang berfungsi sebagai pengatur tekanan udara dari telinga luar dengan saluran pernapasan.
- Telinga bagian dalam terdiri atas tingkap oval, saluran limpa, dan berakhir ke koklea (rumah siput).

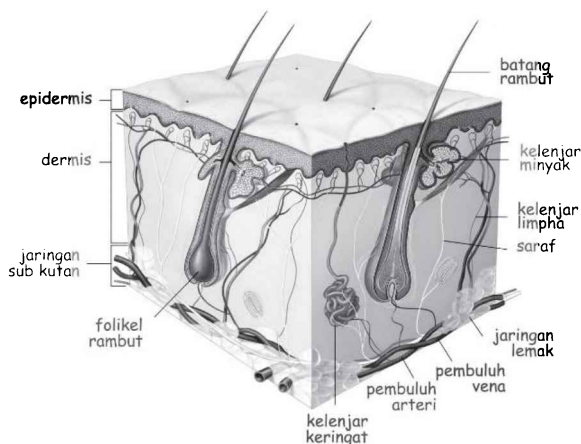


Sumber: <http://biologi.blogspot.co.id>

Kulit (Indra Peraba)

Kulit berfungsi untuk melindungi bagian-bagian tubuh sebelah dalam kita dari pengaruh luar. Bagian-bagian kulit, yaitu:

- Epidermis merupakan lapisan terluar dari kulit. Epidermis tersusun atas kulit ari dan lapisan malpighi
- Dermis berada di bawah atau di sebelah dalam epidermis. Pada lapisan dermis terdapat kelenjar keringat, kelenjar minyak, akar rambut, pembuluh darah, saraf, dan reseptor indra peraba
- Hipodermis merupakan lapisan kulit yang paling dalam. Lapisan ini mengandung banyak jaringan lemak yang berguna untuk menghangatkan tubuh.

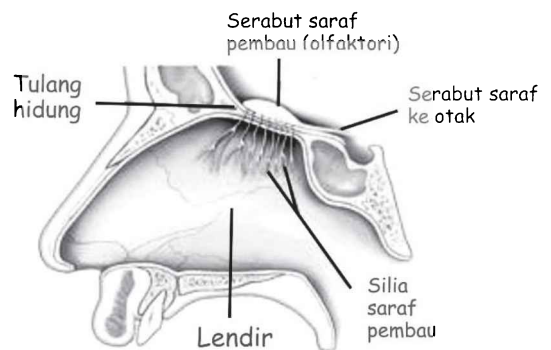


Sumber: blog-biologiku.blogspot.co.id

Hidung (Indra Pembau)

Hidung sebagai indra penciuman atau pembau. Bagian-bagian hidung, yaitu:

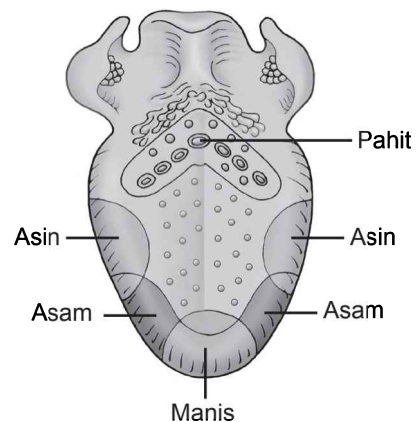
- Lubang hidung
- Rongga hidung terdapat selaput lendir atau membran mukus dan rambut halus yang disebut bulu hidung atau silia.



Sumber: biologi.blogspot.co.id

Lidah (Indra Pengecap)

Lidah disebut sebagai indra pengecap/perasa karena memiliki *papilla*. Bagian ujung lidah merasakan manis, tepi depan asin, tepi samping masam dan pangkal lidah merasakan pahit.

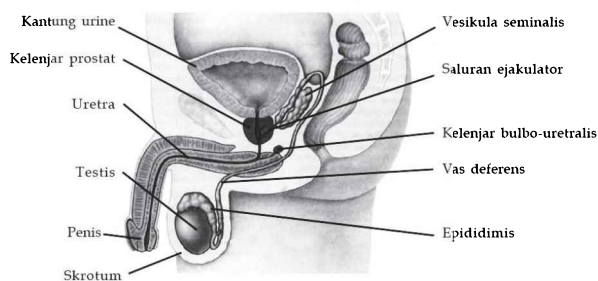


Sumber: Dokumen Penerbit

Alat Reproduksi Pria

Alat reproduksi pria terdiri atas:

- **Testis** adalah organ kelamin pria yang berbentuk oval dan terletak dalam skrotum yang berjumlah sepasang. Fungsi testis adalah untuk menghasilkan sel kelamin jantan (spermatozoa) dan hormon seks testosteron.
- **Saluran kelamin** terdiri ada 3 macam, yaitu *vas eferen* (penampung sperma untuk disalurkan ke epididimis), *epididimis* (tempat pematangan sperma), dan *vas deferens* (merupakan saluran penyimpan sementara sperma dan mengangkut sperma ke vesikula seminalis).
- **Kelenjar kelamin**, terdiri atas 3 macam, yaitu *vesikula seminalis*, *kelenjar prostat*, dan *kelenjar cowper/bulbouretra*.
- **Ductus ejakulatorius** merupakan saluran pemancaran sperma.
- **Uretra** merupakan saluran urine dan sperma.
- **Penis** merupakan alat kelamin luar pada pria.



Sumber: *Biology: The Unity and Diversity of Life* 1995

Alat Reproduksi Wanita

Alat reproduksi wanita terdiri atas:

1. Alat reproduksi bagian dalam

- **Ovarium (indung telur)** berfungsi menghasilkan ovum serta hormon progesteron dan estrogen
- **Oviduk (tuba fallopi)** merupakan tempat pembuahan/fertilisasi.
- **Uterus (rahim)** merupakan tempat berkembangbiakan embrio.
- **Serviks** merupakan mulut rahim.
- **Vagina** berfungsi sebagai tempat kopulasi dan saluran pengeluaran bayi
- **Plasenta** merupakan saluran nutrisi, zat sisa, dan gas untuk janin.
- **Amnion (ketuban)** berfungsi menjaga embrio dari guncangan

2. Alat reproduksi bagian luar

- **Mons veneris** merupakan bagian yang menutupi tulang kemaluan (Simfisis pubis)
- **Labia mayora** tersusun oleh jaringan lemak, kelenjar keringat dan saat dewasa biasanya ditutupi oleh rambut kemaluan
- **Labia minora** merupakan organ yang sama seperti labia mayora namun memiliki ukuran lebih kecil.
- **Klitoris** merupakan organ yang bersifat erektile dan sangat sensitif terhadap rangsangan pada saat berhubungan seksual.
- **Vestibulum** merupakan rongga pembatas antara labia minora pada sisi kanan dan kiri.



Sumber: tips-sehat-keluarga-bunda.blogspot.com/2013/04/organ-reproduksi-wanita-dan-pria-pada.html

Siklus Menstruasi

Menstruasi adalah peluruhan dinding endometrium, jika sel telur tidak dibuahi. Siklus menstruasi ini terjadi setiap 28 hari. Pada hari pertama sampai keempat belas terjadi pertumbuhan dan perkembangan folikel (primer sampai matang) yang dirangsang oleh hormon FSH (*follicle stimulating hormone*). Folikel ini juga menghasilkan hormon estrogen yang merangsang keluarnya LH dari hipofisis. Estrogen berfungsi merangsang pembentukan dinding endometrium, selain itu estrogen juga menghambat pembentukan FSH. Kemudian LH merangsang folikel Graaf yang masak untuk melakukan ovulasi yang terjadi pada hari keempat belas. Folikel yang pecah menjadi badan kuning (*korpus luteum*) dan menghasilkan hormon progesteron, yang berfungsi mempersiapkan endometrium untuk implantasi embrio sehingga endometrium menjadi tebal. Jika tidak terjadi pembuahan, hormon progesteron turun dan terjadi menstruasi.

Kelainan pada Sistem Reproduksi

- **Gonorrhea** (kencing nanah), disebabkan oleh bakteri *Neisseria gonorrhoeae*.
- **Sifilis** (raja singa), disebabkan bakteri *Treponema pallidum*
- **Herpes**, disebabkan oleh virus herpes simpleks
- **Keputihan**, disebabkan oleh *Trichomonas vaginalis*
- **AIDS**, disebabkan oleh virus HIV (*Human Immunodeficiency Syndrom*)
- **Kanker serviks**, disebabkan oleh HPV (*Human Papiloma Virus*)
- **Kanker prostat** adalah pembengkakan kelenjar prostat.



Klasifikasi Sistem Imun

Berdasarkan responnya terhadap suatu jenis penyakit, kekebalan tubuh (sistem imun) dapat dibagi menjadi dua tipe, yaitu:

1. Sistem imun bawaan (non-spesifik)

Merupakan kekebalan tahap pertama untuk melawan semua antigen yang masuk ke dalam tubuh. Contoh: kulit, air mata, mukus, dan air ludah yang mencegah laju peradangan setelah terjadi luka atau infeksi.

2. Kekebalan adaptif (spesifik)

Sistem imun ini bekerja secara spesifik karena respons terhadap setiap jenis mikroba berbeda. Contoh: antibodi yang dihasilkan oleh limfosit.

Komponen Sistem Imun

1. Sistem kekebalan humoral, terdiri atas 5 jenis antibodi (imunoglobulin), yaitu imunoglobulin M, G, A, E, dan D.

- Imunoglobulin M, berperan pada reaksi kekebalan awal, misalnya terhadap penyakit infeksi tahap awal.
- Imunoglobulin G, berperan pada reaksi kekebalan sekunder (lanjutan).
- Imunoglobulin A, terdapat pada permukaan selaput lendir misalnya saluran cerna atau saluran napas.
- Imunoglobulin E, berfungsi untuk menimbulkan reaksi peradangan yang bertujuan untuk memusnahkan kuman atau zat berbahaya dari luar.
- Imunoglobulin D, kadarnya sangat kecil dan fungsinya belum jelas

2. Sistem kekebalan selular (imunitas selular), diperankan oleh sel limfosit T, limfosit B, dan sel monosit/makrofag.

- Limfosit T, diproduksi pada sumsum tulang. Respons imun sel dilakukan oleh limfosit T. Jika limfosit T kebal terhadap suatu antigen tertentu, dan menjumpai antigen itu kembali maka limfosit T akan mempersiapkan sel-sel lain, misalnya makrofag.
- Limfosit B, diproduksi dan dewasa di dalam sumsum tulang, namun aktif menjalankan peran sebagai imunitas bila sudah meninggalkan sumsum tulang. Peranan limfosit B adalah memproduksi antibodi.

Cara Kerja Antibodi

Antibodi bekerja menghancurkan antigen melalui beberapa cara, yaitu penetralan, pengendapan, pelekatan, dan aktivasi protein komplemen.

1. Penetralan

Antibodi menetralkan racun atau toksin yang dihasilkan oleh bakteri (antigen) dan menjadikannya tidak berbahaya sehingga dapat disekresi dari tubuh melalui tubulus-tubulus ginjal.

2. Pengendapan (presipitasi)

Antibodi mengendapkan molekul-molekul antigen dengan cara menjadikan mereka membentuk gumpalan-gumpalan yang tidak larut. Dalam bentuk demikian, antigen-antigen dapat ditelan oleh sel-sel fagosit, dicerna, dan dijadikan tidak berbahaya.

3. Pelekatan

Antibodi melekat pada sel-sel mikroorganisme (antigen) sebagai opsonin sehingga antigen tersebut dapat difagosit dan dihancurkan oleh neutrofil.

4. Aktivasi protein komplemen

Antibodi bekerja sama dengan protein komplemen dalam plasma, melekat pada dinding sel antigen, dan mengidentifikasi mereka untuk sel-sel T.

Imunisasi

Imunisasi adalah proses pemberian perlindungan tubuh dari antigen. Imunisasi dapat diberikan dalam bentuk vaksin. Vaksin adalah suatu suspensi yang berisi bakteri atau virus yang telah dilemahkan atau dimatikan dan dimasukkan ke tubuh sehingga tubuh menjadi kebal. Jika kekebalan muncul karena respons dari adanya infeksi dan dapat sembuh, disebut **kekebalan alamiah**. Bila kekebalan timbul karena dibuat, contohnya karena vaksin maka disebut **kekebalan buatan**.

Jenis kekebalan dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu kekebalan aktif dan kekebalan pasif.

1. Kekebalan aktif

Terjadi apabila tubuh memperoleh sistem imun secara aktif dan menghasilkan respons imun utama. Kekebalan aktif terjadi melalui dua cara, yaitu kekebalan alami dan vaksinasi. Kekebalan alami diperoleh jika tubuh menderita sakit dan cepat pulih kembali. Cara kedua, yaitu kekebalan diperoleh karena pemberian vaksin.

2. Kekebalan pasif

Kekebalan pasif ini adalah mekanisme pertahanan tubuh yang tidak dirangsang. Kekebalan ini dilakukan dengan memberikan zat antitoksin. Contoh: serum, yaitu plasma darah yang dihilangkan fibrinogen dan mengandung antibodi.



1. Soal SNMPTN

Molekul atau senyawa yang dapat berikatan dengan hemoglobin adalah

- (A) Oksigen dan nitrogen
- (B) Oksigen dan karbon monoksida
- (C) Karbon monoksida dan nitrogen
- (D) Karbon monoksida dan karbon dioksida
- (E) Oksigen, karbon monoksida, dan karbon dioksida

Pembahasan:

Molekul atau senyawa yang dapat berikatan dengan hemoglobin adalah oksigen, karbon monoksida, dan karbon dioksida.

- Oksigen berikatan dengan hemoglobin membentuk oksihemoglobin

$$\text{Hb} + 4\text{O}_2 \rightarrow \text{Hb} (\text{O}_2)_4$$
- Karbon dioksida berikatan dengan hemoglobin membentuk karboksihemoglobin atau membentuk karbominohemoglobin

$$\text{Hb} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Hb CO}_2$$
- Karbon monoksida berikatan dengan hemoglobin bersifat toksik (racun) dan Hb memiliki daya pengikatan 200 kali lipat dengan CO daripada O_2

$$\text{Hb} + \text{CO} \rightarrow \text{Hb CO}$$

Jawaban: E

2. Soal SNMPTN

Penghambatan produksi hormon LH mengakibatkan peningkatan produksi progesteron.

SEBAB

Produksi progesteron merupakan sekresi dari korpus luteum yang terbentuk setelah ovulasi.

Pembahasan:

Pernyataan benar: penghambatan produksi hormon LH mengakibatkan peningkatan produksi progesteron. Hal ini terjadi pasca ovulasi karena progesteron berfungsi untuk menjaga penebalan dinding rahim. Progesteron meningkat pasca ovulasi dan LH menurun, jadi LH menurun setelah ovulasi dan progesteron meningkat.

Alasan benar: produksi progesteron merupakan sekresi dari korpus luteum (badan kuning) yang terbentuk setelah ovulasi. Korpus luteum adalah sisa folikel yang pecah setelah ovulasi dan akan menghasilkan hormon progesteron.

Jawaban: A