



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

Kampus B : Jl. Tanah Merdeka No.20, RT.11/RW.2, Rambutan, Kecamatan Ciracas, Kota Jakarta Timur,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13830 Telp. (021) 8400341, 8403683, Fax. (021) 8411531
Website : www.fkip.uhamka.ac.id Home page : www.uhamka.ac.id

SURAT TUGAS

Nomor : 1502/ FKIP/ PTK/ 2024

Pimpinan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, memberi tugas kepada:

Nama : **Dr. Mayarni, S.Pd., M.Si.**
NIDN : 0312116901
Pangkat dan golongan : Penata, III-C
Jabatan : Dosen Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Untuk : Membuat Modul Ajar: Modul Ajar Anatomi Fisiologi Manusia pada Tanggal 1 Agustus 2024 di FKIP UHAMKA

Demikian tugas ini diberikan untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya sebagai amanah dan ibadah kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala. Setelah melaksanakan tugas agar memberikan laporan kepada pemberi tugas.

Jakarta, 1 Agustus 2024

Dekan,



Purnama Syae Purrohman, M.Pd., Ph.D.

MODUL AJAR ANATOMI FISILOGI MANUSIA



Oleh: Dr. Mayarni, S.Pd., M.Si

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA**

2024

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan berkah dan hidayah-Nya kepada kami sehingga penyusunan modul mata kuliah Anatomi Fisiologi Manusia pada jurusan pendidikan biologi dapat diselesaikan. Penyusunan modul perkuliahan ini berasal dari tugas mahasiswa yang mengambil mata kuliah Anatomi Fisiologi Manusia dan disempurnakan oleh mahasiswa ditahun berikutnya bila dirasa perlu, sebagai bentuk pemenuhan tugas dari mata kuliah yang diampu oleh Dosen Ibu Dr. Mayarni, S.Pd., M.Si. Adapun modul ini berisi 12 materi beserta kesimpulan dan saran.

Kami sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penyusunan materi ini. Akhir kata, semoga segala informasi yang terdapat di dalamnya dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta,

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
BAB I	1
ANATOMI MANUSIA	1
A. Pengertian	1
B. Bidang Anatomis.....	1
C. Pembagian Tubuh Manusia	2
D. Cabang-cabang Anatomi	3
E. Terminology Anatomi	5
F. Sel dan Stigma Tubuh Manusia.....	7
G. Struktur dan Jaringan Tulang	8
H. Skeleton Humanum (Kerangka Manusia).....	10
I. Kesimpulan	16
BAB II.....	17
SISTEM BUFFER	17
A. Macam-Macam Buffer dalam Tubuh	17
B. Keseimbangan Cairan dan Elektrolit	17
C. Keseimbangan Asam dan Basa	23
D. Penyebab Gangguan Keseimbangan Asam Basa.....	26
E. Kesimpulan	29
BAB III	30
SISTEM INTEGUMEN.....	30
A. Indra Penglihatan (Mata).....	30
B. Indra Pendengar (Telinga).....	36
C. Indra Peraba (Kulit).....	42
D. Indra Pengecap (Lidah)	45
E. Indra Pembau (Hidung)	47
F. Kesimpulan	49
BAB IV.....	51
SISTEM RANGKA.....	51

A. Pengertian Sistem Rangka.....	51
B. Fungsi Sistem Rangka.....	52
C. Struktur dan Pengelompokkan Rangka Tubuh Manusia.....	53
D. Kesimpulan	57
BAB V	58
SISTEM OTOT.....	58
A. Pengertian Sistem Otot.....	58
B. Karakteristik Otot.....	59
C. Fungsi Otot.....	59
D. Bagian-bagian Otot	61
E. Jenis-jenis Otot.....	61
F. Sifat Kerja Otot	65
G. Mekanisme Gerakan Otot.....	66
H. Anatomi Otot Manusia	67
I. Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
BAB VI.....	72
SISTEM ENDOKRIN.....	72
A. Pengertian sistem Endokrin.....	72
B. Fungsi Sistem Endokrin	72
C. Kelenjar pada Sistem Endokrin Manusia.....	74
D. Mekanisme Kerja Endokrin.....	85
E. Kesimpulan	87
BAB VII	88
SISTEM KARDIOVASKULER	88
A. Struktur Sistem Kardiovaskuler	88
B. Fisiologi Jantung	96
C. Anatomi Sistem Pembuluh Darah	102
D. Fisiologi Vaskuler	105
E. Kesimpulan	109
BAB VIII.....	110
SISTEM RESPIRASI	110
A. Pengertian Sistem Respirasi	110
B. Organ-organ Respirasi pada Manusia.....	111

C. Fisiologi Respirasi.....	114
D. Gangguan pada Sistem Respirasi Manusia.....	129
E. Kesimpulan	130
BAB IX.....	131
SISTEM EKSRESI.....	131
A. Pengertian Sistem Eksresi	131
B. Anatomi dan Fungsi Organ Eksresi pada Manusia.....	132
C. Gangguan Sistem Eksresi	144
D. Kesimpulan	146
BAB X.....	147
SISTEM SARAF	147
A. Pengertian Sistem Saraf.....	147
B. Organisasi Struktural Sistem Saraf.....	147
C. Fungsi Sistem Saraf.....	148
D. Fisiologi Sistem Saraf	148
E. Bagian-bagian Sel Saraf	149
F. Synaps	152
G. Impuls Saraf	154
H. Sistem Saraf Pusat Manusia	154
I. Saraf Tepi Manusia	163
J. Kesimpulan	165
BAB XI.....	166
ANATOMI DAN FISILOGI PENYAKIT KULIT.....	166
A. Pengertian Kulit	166
B. Kelainan-kelainan Kulit	175
C. Kesimpulan	183
BAB XII.....	184
GIZI DAN MAKANAN.....	184
A. Gizi	184
B. Makanan.....	192
C. Cara Kerja Gizi dan Makanan dalam Tubuh Manusia.....	196
D. Kebutuhan Gizi dan Makanan pada Anak-Anak dan Orang Dewasa	198
E. Penyakit yang Berhubungan dengan Gizi dan Makanan	204

DAFTAR PUSTAKA.....207

BAB I

ANATOMI MANUSIA

A. Pengertian

Anatomi (susunan tubuh) adalah ilmu yang mempelajari susunan tubuh dan bentuk tubuh makhluk hidup. Fisiologi (faal tubuh) adalah ilmu yang mempelajari faal (fungsi) bagian dari alat atau jaringan tubuh. Posisi Anatomis Tubuh manusia diproyeksikan menjadi suatu posisi yang dikenal sebagai posisi anatomis, yaitu berdiri tegak, kedua lengan di samping tubuh, telapak tangan menghadap ke depan. Kanan dan kiri mengacu pada kanan dan kiri penderita.

Sejarah anatomi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari kronologi masalah anatomi mulai dari kejadian pemeriksaan kurban persembahan pada masa purba hingga analisa rumit akan bagian-bagian tubuh oleh para ilmuwan modern. Dalam perkembangannya, manusia kian memahami fungsi-fungsi dan struktur tubuh melalui ilmu anatomi. Metode pemeriksaan selalu berkembang, dari pemeriksaan tubuh hewan, pembedahan mayat, sampai ke teknik-teknik kompleks yang dikembangkan pada satu abad terakhir.

B. Bidang Anatomis

Dalam posisi seperti ini tubuh manusia dibagi menjadi beberapa bagian oleh 3 buah bidang khayal:

1. Bidang Medial; yang membagi tubuh menjadi kiri dan kanan.
2. Bidang Frontal; yang membagi tubuh menjadi depan (anterior) dan bawah (posterior).
3. Bidang Transversal; yang membagi tubuh menjadi atas (superior) dan bawah (inferior).

Istilah lain yang juga dipergunakan adalah untuk menentukan suatu titik lebih dekat ke titik referensi (proximal) dan lebih jauh ke titik referensi (distal).

C. Pembagian Tubuh Manusia

Tubuh manusia dikelilingi oleh kulit dan diperkuat oleh rangka. Secara garis besar, tubuh manusia dibagi menjadi:

1. Kepala Tengkorak, wajah, dan rahang bawah
2. Leher
3. Batang tubuh Dada, perut, punggung, dan panggul
4. Anggota gerak atas Sendi bahu, lengan atas, lengan bawah, siku, pergelangan tangan, tangan.
5. Anggota gerak bawah Sendi panggul, tungkai atas, lutut, tungkai bawah, pergelangan kaki, kaki.

Rongga dalam tubuh manusia Selain pembagian tubuh maka juga perlu dikenali 5 buah rongga yang terdapat di dalam tubuh yaitu:

1. Rongga tengkorak Berisi otak dan bagian-bagiannya
2. Rongga tulang belakang Berisi bumbung saraf atau “spinal cord”
3. Rongga dada Berisi jantung dan paru
4. Rongga perut (abdomen) Berisi berbagai berbagai organ pencernaan.

Untuk mempermudah perut manusia dibagi menjadi 4 bagian yang dikenal sebagai kwadran sebagai berikut:

1. Kwadran kanan atas (hati, kandung empedu, pankreas dan usus)
2. Kwadran kiri atas (organ lambung, limpa dan usus)
3. Kwadran kanan bawah (terutama organ usus termasuk usus buntu)
4. Kwadran kiri bawah (terutama usus)

Catatan: Untuk materi terbaru, kwadran dibagi menjadi 9 titik yaitu: Titik atas kanan, Titik atas tengah, Titik atas kiri, Titik tengah kanan, Titik

tengah, Titik tengah kiri, Titik bawah kanan, Titik tengah bawah, dan Titik kiri bawah.

5. Rongga panggul Berisi kandung kemih, sebagian usus besar, dan organ reproduksi dalam Sistem dalam tubuh manusia.

Agar dapat hidup tubuh manusia memiliki beberapa sistem:

1. Sistem Rangka (kerangka/skeleton)
 - a. Menopang bagian tubuh
 - b. Melindungi organ tubuh
 - c. Tempat melekat otot dan pergerakan tubuh
 - d. Memberi bentuk bangunan tubuh
2. Sistem Otot (muskularis)
 - a. Sistem pernapasan (respirasi) Pernapasan bertanggung jawab untuk memasukkan oksigen dari udara bebas ke dalam darah dan mengeluarkan karbondioksida dari tubuh.
 - b. Sistem peredaran darah (sirkulasi) Sistem ini berfungsi untuk mengalirkan darah ke seluruh tubuh.
 - c. Sistem saraf (nervus) Mengatur hampir semua fungsi tubuh manusia. Mulai dari yang disadari sampai yang tidak disadari
 - d. Sistem pencernaan (digestif) Berfungsi untuk mencernakan makanan yang masuk dalam tubuh sehingga siap masuk ke dalam darah dan siap untuk dipakai oleh tubuh
 - e. Sistem Kelenjar Buntu (endokrin)
 - f. Sistem Kemih (urinarius)
 - g. Kulit
 - h. Panca Indera
 - i. Sistem Reproduksi

D. Cabang-cabang Anatomi

- 1. Anatomi makroskopik**
- 2. Anatomi mikroskopik**

Anatomi makroskopik mempelajari struktur dan bentuk bagian-bagian yang dapat terlihat mata biasa. Yang termasuk dalam lingkup ini adalah:

3. Anatomi deskriptif/sistematika

Uraian disajikan secara sistem persistem. Anatomi deskriptif memuat:

- a. Osteologia (sistem skletale) yang membahas bentuk, susunan dan fungsi tulang dan tulang rawan
- b. Arthrologia (sistem articulare) yang membahas bentuk, susunan dan peranan hubungan antar tulang termasuk persendian
- c. Myologia (sistem musculare) yang membahas bentuk, susunan dan peranan otot-otot
- d. Angiologia (sistem vasculare) membahas sistem sirkulasi dan limfe
- e. Neurologia (sistem nervosum) membahas sistem saraf pusat dan saraf tepi
- f. Apparatus digestoria (sistem digestive) membahas sistem pencernaan makanan
- g. Apparatus respiratorius (sistem respirasi) membahas saluran-saluran udara pernafasan dari hidung sampai paru
- h. Apparatus urogenitalis (sistem urogenitale) membahas sistem perkemihan dan reproduksi
- i. Glandula endokrin membahas kelenjar-kelenjar hormone]
- j. Integumentum commune membahas sistem pelindung permukaan tubuh yaitu kulit dan alat-alat yang terdapat padanya seperti rambut dan kuku.

- 1) Anatomi topographica/regional: mempelajari kedudukan suatu alat tertentu terhadap alat lainnya, terdiri dari:

- a) Sintopia: mempelajari suatu letak alat tubuh terhadap alat tubuh lainnya
 - b) Skletopia: mempelajari suatu letak alat tubuh terhadap tulang atau kerangka
 - c) Holotopia: mempelajari letak sebenarnya suatu alat tubuh
- 2) Anatomi terapan: anatomi yang uraiannya lebih dikhususkan pada kepentingan diagnosa dan terapi.
 - 3) Anatomi permukaan: anatomi yang mendeskripsikan tanda-tanda pada permukaan tubuh sebagai penentu kedudukan alat-alat dalam.

Anatomi mikroskopik adalah anatomi yang mempelajari struktur dan bentuk bagian-bagian tubuh dengan menggunakan bantuan alat optik (misal mikroskop). Yang dipelajari adalah sel (cytologi), jaringan (histologi) dan organ (organologi).

E. Terminology Anatomi

Posisi anatomis adalah posisi tubuh tertentu, yaitu :

1. posisi badan berdiri tegak
2. kepala, mata dan jari kaki menghadap ke depan
3. anggota badan atas berada di samping dan merapat sehingga telapak tangan menghadap ke depan
4. arah ibu jari menjauhi bidang median
5. kata-kata istilah yang menunjukkan bidang anatomis:
6. bidang median: bidang vertikal yang berjalan longitudinal melalui tubuh dan membagi tubuh menjadi dua bagian kiri dan kanan secara simetris
7. bidang sagittal: bidang vertikal yang sejajar bidang median
8. bidang frontal: bidang vertikal yang tegak lurus bidang median dan membagi tubuh menjadi bagian depan dan belakang
9. bidang coronal: bidang frontal yang khusus digunakan pada kepala

10. bidang horizontal: bidang yang tegak lurus terhadap bidang median dan frontal dan membagi tubuh atas dan bawah.
11. Garis anatomis adalah suatu garis khayal yang terletak pada tubuh pada posisi tertentu, antara lain:
 - a. linea mediana anterior: merupakan garis potong antara bidang median dengan permukaan tubuh
 - b. linea mediana posterior: garis potong antara bidang median dengan permukaan belakang tubuh
 - c. linea sternalis: garis khayal pada tepi lateral sternum
 - d. linea medioclavicularis: sejajar linea mediana dan melalui pertengahan clavicula
 - e. linea mammilaris: sejajar garis media dan melalui papilla mammae.

Istilah yang menunjukkan arah dan posisi:

- a. medial: lebih dekat ke bidang median
- b. lateral: lebih jauh dari bidang median
- c. anterior (ventral): ke arah muka
- d. posterior (dorsal): ke arah belakang, lebih dekat dengan punggung
- e. superior (cranial): ke arah atas (ke arah tengkorak)
- f. inferior (caudal): ke arah bawah (ke arah ekor, di bawah)
- g. Istilah yang berlaku bagi lengan, tungkai dan tengkorak:
 - proximal: ke arah pangkal, pada pangkal
 - distal: ke arah ujung, menjauhi pangkal, di ujungnya
 - volar atau palmar: ke arah yang sama dengan telapak tangan
 - plantar: ke arah yang sama dengan telapak kaki
 - radial: ke arah letak radius
 - ulnar: ke arah letak ulnar
 - tibial: ke arah letak tibia
 - fibular: ke arah letak fibula
 - frontal: ke arah muka, berlaku bagi kepala

- ksipital: ke arah belakang/disebelah belakang, berlaku di kepala

F. Sel dan Stigma Tubuh Manusia

1. Komponen-komponen Sel

Sel terdiri atas dua bagian utama, yaitu sitoplasma dan nukleus membran plasma adalah semua sel eukaryotik dibungkus oleh membran pembatas yang terdiri dari fosfolipid, protein dan polisakarida. Berfungsi sebagai barrier yang mengatur secara selektif zat-zat yang kedalam dan ke luar sel.

Retikulum endoplasmikum dan ribosom, tampak sebagai vesikel pipih atau bundar atau tubuler yang sering beranastomosis satu dengan yang lain Apparatus golgi, tampak sebagai vesikel pipih yang bertumpuk-tumpuk Lisosom, vesikel yang dibungkus membranyang mengandung semacam enzim litik yang fungsi utamanya berhubungan dengan pencernaan intrasitoplasmik. Mitokondria, umumnya disusun oleh suatu membran luar dan dalam mempunyai lipatan-lipatan ke bagian dalam, membentuk krista. Berperan membentuk energi. Nukleus, merupakan bagian bulat atau oval, biasanya di bagian tengah sel. Terdiri dari bungkus, kromatin, nukleolus dan nukleoplasma.

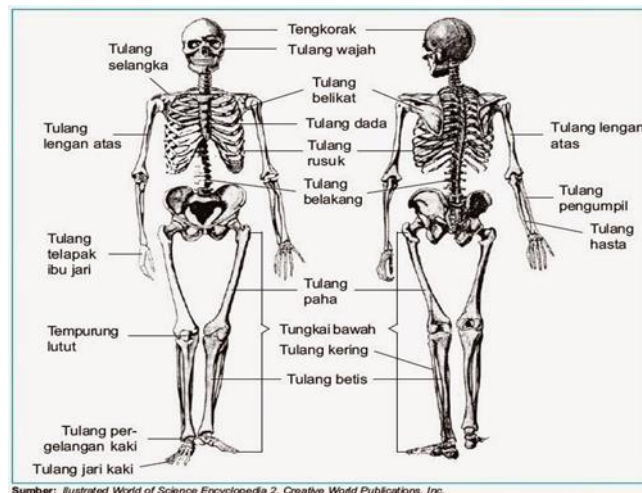
Jaringan adalah struktur yang dibentuk oleh kumpulan sel-sel yang sering mempunyai sifat morfologik dan fungsi yang sama. Meskipun sangat kompleks, tubuh manusia hanya terdiri dari 4 jaringan utama: EPITEL, PENYAMBUNG, OTOT DAN SARAF. Jaringan penyambung ditandai dengan banyaknya bahan intrasel yang dihasilkan oleh sel-selnya. Jaringan otot terdiri atas sel panjang yang mempunyai fungsi khusus yaitu kontraksi. Jaringan saraf terdiri dari sel-sek dengan prosessus panjang yang menonjol dari badan sel dan berfungsi khusus yaitu menerima, membangkitkan, dan menghantarkan rangsang saraf.

Jaringan epitel berfungsi:

1. menutupi dan melapisi permukaan

2. absorpsi/penyerapan
3. sekresi/pengeluaran misal epitel kelenjar
4. sensoris misal neuroepitel
5. kontraktil misal mioepitel

G. Struktur dan Jaringan Tulang



Skeleton terdiri dari 2 bagian yaitu bagian tulang (pars ossea) dan bagian tulang rawan (pars cartilagenosa).

Berdasarkan bentuk dan ukuran tulang dapat diklasifikasikan menjadi os longum (tulang panjang), os breve (tulang pendek), os planum (tulang pipih), os irregulare (tulang tidak beraturan), dan os pneumaticum (tulang berongga). Os longum mempunyai ukuran panjang melebihi lebar dan tebalnya, misal os humerus dan os femur. Terdiri dari 3 bagian

1. diaphysis: bagian batang
2. epiphysis: bagian ujung, dipisahkan dari diaphysis oleh jaringan cartilago yang disebut discus epiphysialis
3. metaphysic: bagian diaphysis yang berdekatan dengan epiphysis, mengandung zona pertumbuhan

struktur os longum terdiri atas:

1. periosteum: jaringan pengikat yang melapisi tulang dari sebelah luar
2. endosteum: jaringan pengikat yang melapisi tulang dari sebelah dalam
3. substantia compacta: bagian yang padat
4. substantia spongiosa: bagian yang berongga
5. cavitas medullaris: rongga dalam tulang yang berisi medulla ossium rubra dan medulla ossium flava

Os breve, mempunyai ukuran panjang, lebar dan tebal seimbang, contoh os carpi. Os planum, memiliki tebal lebih kecil dari panjang dan lebarnya, misal os costae dan sternum. Os irregulare, punya bentuk tidak beraturan, contoh os coxae dan os sphenoidale. Os pneumaticum, tulang yang dalamnya mempunyai rongga dan berisi udara, contoh os frontale dan ethmoidale. Pars cartilaginosa. Cartilago adalah jaringan ikat yang ulet, lenting yang disusun oleh sel-sel dan serabut-serabut dan dikelilingi oleh matriks interseluler serupa gel yang keras. Berdasarkan jenis dan jumlah jaringan ikat penyusun matriksnya cartilago dapat diklasifikasikan menjadi:

1. cartilago hyaline
2. cartilago fibrosa
3. cartilago elastic
4. cartilago hyalin mempunyai karakteristik sebagai berikut:
 - a. paling banyak dijumpai
 - b. matriks jernih, tembus cahaya
 - c. indeks bias matriks dan kolagen sama
 - d. dapat dijumpai pada cartilago articularis, costalis, trachea, larynx dan septum nasi

Cartilago fibrosa mempunyai karakteristik:

- a. Serabut-serabut yg ada dalam matriks adalah kolagen
- b. jumlah matriks lebih sedikit

- c. terdapat pada articulatio cartilaginea misal pada artic. Temporomandibularis

Cartilago elastica mempunyai karakteristik:

- a. matriks penyusunnya adalah elastic
- b. jarang mengalami pengapuran
- c. terdapat pada auricula, tuba auditiva, larynx

H. Skeleton Humanum (Kerangka Manusia)

1. Tulang Tengkorak (Cranium)



Terdiri dari :

a. Neurocranium (yang meliputi otak)

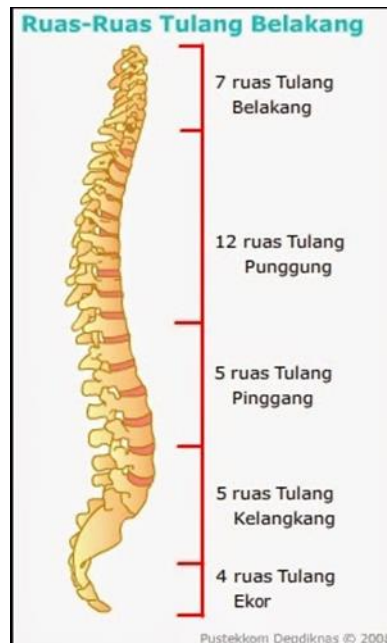
- 1) os frontale (dahi)
- 2) os parietale
- 3) os temporale (pelipis)
- 4) os sphenoidale
- 5) os occipitale (tulang belakang kepala)
- 6) os ethmoidale

b. Viscerocranium (yang membentuk muka) :

- 1) os maxillare (rahang atas)
- 2) os palatinum (langit-langit)
- 3) os nasale (hidung)
- 4) os lacrimale (air mata)
- 5) os zygomaticum (pipi)

- 6) concha nasalis inferior
- 7) vomer (sekat hidung)
- 8) os mandibulare (rahang bawah)

2. Kerangka Badan (Skeleton Trunci)



Terdiri dari :

i. Columna vertebralis (tulang belakang)

- vertebra cervicalis (leher) 7 ruas
- vertebra thoracalis (punggung) 12 ruas
- vertebra lumbalis (pinggang) 5 ruas
- os sacrum 5 ruas
- os cocygeus (ekor) 3-4 ruas

Lengkung ke ventral lordosis, ke belakang kyphosis, ke lateral skoliosis.

b. Costa (tulang iga/rusuk), ada yang berbentuk tulang disebut os costae dan ada yang berbentuk tulang rawan atau cartilago costalis, pada manusia berjumlah 12 pasang.

c. Os sternum (tulang dada) terdiri dari:

- manubrium sterni
- corpus sterni
- processus xypoides



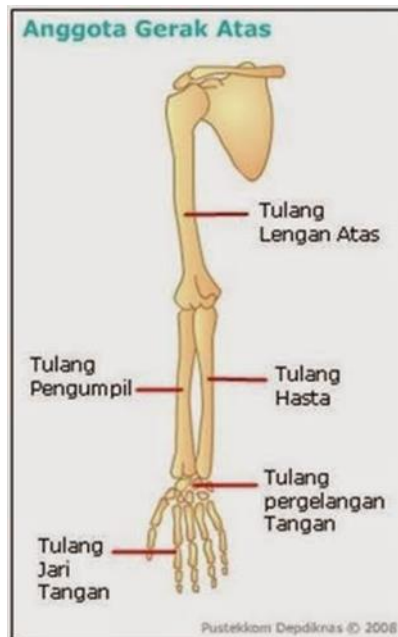
3. Gelang Bahu (Cingulum Superius)

Tulang Bahu



- a. clavícula (tulang selangka, 1 pasang)
- b. scapula (tulang belikat, 1 pasang)

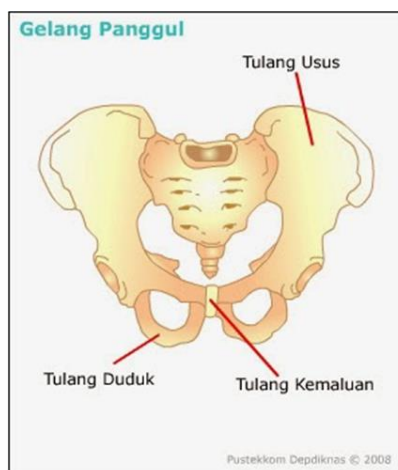
4. Anggota Gerak Atas (Skeleton Extremitas Superior)



terdiri dari:

- a. os humerus (lengan atas) 1 pasang
- b. os radius (pengumpil) 1 pasang
- c. os ulna (hasta) 1 pasang
- d. ossa carpalia (pergelangan tangan) 8 pasang
- e. ossa metacarpalia (telapak tangan) 5 pasang
- f. os phalanges (jari tangan)

5. Gelang Panggul (Cingulum Inferius)



terdiri dari:

1. os sacrum
2. os coccygeus
3. os coxae, terdiri dari os illium, os ischii, os pubis. rongga yang dibatasi oleh kedua os coxae, sacrum dan coccygeus disebut cavitas (rongga pelvis), cavitas pelvis dibagi oleh linea terminalis menjadi dua bagian:
 - pelvis major disebelah atas
 - pelvis minor disebelah bawah pintu masuk ke dalam pelvis minor disebut aditus pelvis (apertura pelvis superior/pintu atas panggul/PAP), pintu keluar dari pelvis minor disebut exitus pelvis (apertura pelvis inferior/pintu bawah panggul/PBP)
 - Menurut bentuk aditus pelvis, pelvis wanita dapat dibagi menjadi:
 - pelvis gynecoid, bentuk hampir bulat, terdapat pada 50% wanita
 - pelvis android, seperti gambaran jantung
 - pelvis anthropoid, bentuk oval, sempit dan memanjang dengan sumbu panjang ke arah anteroposterior
 - pelvis platypelloid, bentuk ellips, sumbu panjang ke arah transversal

Perbedaan pelvis wanita dan laki-laki:

1. arcus pubis pada wanita lebih besar (>90 derajat)
2. aditus pelvis wanita hampir bulat, laki-laki seperti jantung
3. alat ossis illi wanita lebih lebar
4. os sacrum pada wanita lebih pendek, lebar dan kurang melengkung
5. spina ischiadica wanita tidak menonjol

Pelvimetri (ukuran-ukuran pada pelvis)

1. conjugata anatomica: jarak antara promontorium dan tepi atas simpisis pubis
2. conjugata obstetrica (gynaecologica): jarak antara promontorium dan dinding posterior simpisis pubis

3. conjugata diagonalis: jarak antara promontorium dan tepi bawah simpisis pubis
4. diameter transversa: ukuran transversal terbesar pada aditus pelvis
5. diameter obliqua I: jarak antara artic. Sacroiliaca dextra dan eminentia iliopectineasin
6. diameter obliqua II: jarak antara artic. Sacroiliaca sin dan eminentia iliopectinea dextra

6. Anggota Gerak Bawah (Skeleton Extremitas Inferius)



terdiri dari:

1. os femur (paha) 1 pasang
2. os patella (lutut) 1 pasang
3. os tibia (tulang kering) 1 pasang
4. os fibula (tulang betis) 1 pasang
5. ossa tarsi (pergelangan kaki) 7 pasang
6. ossa metatarsi (telapak kaki) 5 pasang
7. phalanges (tulang jari kaki)

I. Kesimpulan

Pengertian Anatomi (susunan Tubuh) Adalah ilmu yang mempelajari susunan tubuh dan bentuk tubuh makhluk hidup.

Sejarah anatomi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari kronologi masalah anatomi mulai dari kejadian pemeriksaan kurban persembahan pada masa purba hingga analisa rumit akan bagian-bagian tubuh oleh para ilmuwan modern. Dalam perkembangannya, manusia kian memahami fungsi-fungsi dan struktur tubuh melalui ilmu anatomi. Metode pemeriksaan selalu berkembang, dari pemeriksaan tubuh hewan, pembedahan mayat, sampai ke teknik-teknik kompleks yang dikembangkan pada satu abad terakhir.

Dalam posisi seperti ini tubuh manusia dibagi menjadi beberapa bagian oleh 3 buah bidang khayal:

1. Bidang Medial; yang membagi tubuh menjadi kiri dan kanan
2. Bidang Frontal; yang membagi tubuh menjadi depan (anterior) dan bawah (posterior)
3. Bidang Transversal; yang membagi tubuh menjadi atas (superior) dan bawah (inferior)

Cabang-cabang Anatomi dibagi menjadi 2 bagian besar, yaitu:

1. Anatomi makroskopik
2. Anatomi mikroskopik

BAB II

SISTEM BUFFER

A. Macam-Macam Buffer dalam Tubuh

Cairan tubuh merupakan cairan yang terdapat di dalam tubuh manusia atau hewan yang memiliki fungsi fisiologis tertentu. Contoh cairan tubuh adalah: Darah dan plasma darah, Sitosol, Cairan serebrospinal, Korpus vitreum maupun humor vitreous, Serumen, Humor aqueous, Cairan limfa, Cairan pleura, Cairan amnion. Adapun Fungsi Air / Cairan Tubuh:

1. Pelarut Universal

- a. Senyawa bergerak lbh cepat dan mudah
- b. Berperan dalam reaksi kimia contoh: Glucose larut dalam darah dan masuk ke sel

2. Pengaturan Suhu Tubuh

- a. Mampu menyerap panas dlm jumlah besar
- b. Membuang panas dari jaringan yang menghasilkan panas, contoh: Otot-otot selama exercise

3. Pelican → mengurangi gesekan

4. Reaksi-reaksi Kimia → Pemecahan karbohidrat & pembentukan protein

5. Pelindung → Cairan Cerebro-spinal, cairan amnion

B. Keseimbangan Cairan dan Elektrolit

Air merupakan yang terpenting untuk berbagai fungsi tubuh dan kadarnya harus tetap dijaga sehingga keasaman cairan tubuh harus dijaga agar tetap konstan. Setiap perubahan pH akan mempengaruhi semua reaksi kimia dalam tubuh. Enzim dan protein fungsional lainnya, seperti sitokrom dan hemoglobin, memiliki pH optimum untuk bekerja dengan baik sehingga sangat terpengaruh oleh perubahan pH yang sedikit sekalipun.

Pergerakan zat dan air di bagian-bagian tubuh melibatkan transpor pasif, yang tidak membutuhkan energi terdiri dari difusi dan osmosis, dan

transpor aktif yang membutuhkan energi ATP yaitu pompa Na-K. Osmosis adalah Bergeraknya molekul melalui membran semipermeabel dari larutan berkadar lebih rendah menuju larutan berkadar lebih tinggi hingga kadarnya sama. Seluruh membran sel dan kapiler permeabel terhadap air, sehingga tekanan osmotik cairan tubuh seluruh kompartemen sama. Tekanan osmotik plasma darah ialah 270-290 mOsm/L4. Difusi ialah proses Bergeraknya molekul lewat pori-pori. Larutan akan Bergerak dari konsentrasi tinggi ke arah larutan berkonsentrasi rendah. Difusi tergantung kepada perbedaan konsentrasi dan tekanan hidrostatik. Pompa natrium kalium merupakan suatu proses transpor yang memompa ion natrium keluar melalui membran sel dan pada saat bersamaan memompa ion kalium dari luar ke dalam.

Pengaturan keseimbangan cairan perlu memperhatikan 2 (dua) parameter penting, yaitu: volume cairan ekstrasel dan osmolaritas cairan ekstrasel. Ginjal mengontrol volume cairan ekstrasel dengan mempertahankan keseimbangan garam dan mengontrol osmolaritas cairan ekstrasel dengan mempertahankan keseimbangan cairan. Ginjal mempertahankan keseimbangan ini dengan mengatur keluaran garam dan air dalam urin sesuai kebutuhan untuk mengkompensasi asupan dan kehilangan abnormal dari air dan garam tersebut.

1. Pengaturan volume cairan ekstrasel

Penurunan volume cairan ekstrasel menyebabkan penurunan tekanan darah arteri dengan menurunkan volume plasma. Sebaliknya, peningkatan volume cairan ekstrasel dapat menyebabkan peningkatan tekanan darah arteri dengan memperbanyak volume plasma. Pengontrolan volume cairan ekstrasel penting untuk pengaturan tekanan darah jangka panjang. Pengaturan volume cairan ekstrasel dapat dilakukan dengan cara sbb:

- Mempertahankan keseimbangan asupan dan keluaran (intake & output) air Untuk mempertahankan volume cairan tubuh kurang lebih tetap, maka harus ada keseimbangan antara air yang ke luar dan yang masuk

ke dalam tubuh. Hal ini terjadi karena adanya pertukaran cairan antar kompartmen dan antara tubuh dengan lingkungan luarnya. Water turnover dibagi dalam:

1. *External fluid exchange*, pertukaran antara tubuh dengan lingkungan luar. (Gambar 3)

1.1. Pemasukan air melalui makanan dan minuman	2200 ml
air metabolisme/oksidasi	300 ml

	2500 ml
1.2. Pengeluaran air melalui <i>insensible loss</i> (paru-paru & kulit)	900 ml
urin	1500 ml
feses	100 ml

	2500 ml

2. *Internal fluid exchange*, pertukaran cairan antar pelbagai kompartmen, seperti proses filtrasi dan reabsorpsi di kapiler ginjal.

- Memperhatikan keseimbangan garam Seperti halnya keseimbangan air, keseimbangan garam juga perlu dipertahankan sehingga asupan garam sama dengan keluarannya. Permasalahannya adalah seseorang hampir tidak pernah memperhatikan jumlah garam yang ia konsumsi sehingga sesuai dengan kebutuhannya. Tetapi, seseorang mengkonsumsi garam sesuai dengan selernya dan cenderung lebih dari kebutuhan. Kelebihan garam yang dikonsumsi harus diekskresikan dalam urin untuk mempertahankan keseimbangan garam. Ginjal mengontrol jumlah garam yang diekskresi dengan cara: 1. Mengontrol jumlah garam (natrium) yang difiltrasi dengan pengaturan Laju Filtrasi Glomerulus (LFG)/ Glomerulus Filtration Rate(GFR). 2. Mengontrol jumlah yang direabsorpsi di tubulus ginjal 6 Jumlah Na⁺ yang direabsorpsi juga bergantung pada sistem yang berperan mengontrol tekanan darah. Sistem Renin-Angiotensin-Aldosteron mengatur reabsorpsi Na⁺ dan retensi Na⁺ di tubulus distal dan collecting. Retensi Na⁺ meningkatkan retensi air sehingga meningkatkan volume plasma dan menyebabkan peningkatan tekanan darah arteri. Selain sistem renin-angiotensin-aldosteron, Atrial Natriuretic Peptide (ANP)

atau hormon atriopeptin menurunkan reabsorpsi natrium dan air. Hormon ini disekresi oleh sel atrium jantung jika mengalami distensi akibat peningkatan volume plasma. Penurunan reabsorpsi natrium dan air di tubulus ginjal meningkatkan ekskresi urin sehingga mengembalikan volume darah kembali normal.

2. Pengaturan osmolaritas cairan ekstrasel

Osmolaritas cairan adalah ukuran konsentrasi partikel solut (zat terlarut) dalam suatu larutan. Semakin tinggi osmolaritas, semakin tinggi konsentrasi solute atau semakin rendah konsentrasi air dalam larutan tersebut. Air akan berpindah dengan cara osmosis dari area yang konsentrasi solutnya lebih rendah (konsentrasi air lebih tinggi) ke area yang konsentrasi solutnya lebih tinggi (konsentrasi air lebih rendah). Osmosis hanya terjadi jika terjadi perbedaan konsentrasi solut yang tidak dapat menembus membran plasma di intrasel dan ekstrasel. Ion natrium merupakan solut yang banyak ditemukan di cairan ekstrasel, dan ion utama yang berperan penting dalam menentukan aktivitas osmotik cairan ekstrasel. Sedangkan di dalam cairan intrasel, ion kalium bertanggung jawab dalam menentukan aktivitas osmotik cairan intrasel. Distribusi yang tidak merata dari ion natrium dan kalium ini menyebabkan perubahan kadar kedua ion ini bertanggung jawab dalam menentukan aktivitas osmotik di kedua kompartmen ini. Pengaturan osmolaritas cairan ekstrasel oleh tubuh dilakukan melalui:

- Perubahan osmolaritas di nefron 7 Di sepanjang tubulus yang membentuk nefron ginjal, terjadi perubahan osmolaritas yang pada akhirnya akan membentuk urin yang sesuai dengan keadaan cairan tubuh secara keseluruhan di duktus koligen. Glomerulus menghasilkan cairan yang isosmotik di tubulus proksimal (± 300 mOsm). Dinding tubulus ansa Henle pars desending sangat permeable terhadap air, sehingga di bagian ini terjadi reabsorpsi cairan ke kapiler peritubular atau vasa recta. Hal ini menyebabkan cairan di dalam lumen tubulus menjadi hiperosmotik. Dinding tubulus ansa henle pars asenden tidak

permeable terhadap air dan secara aktif memindahkan NaCl keluar tubulus. Hal ini menyebabkan reabsorpsi garam tanpa osmosis air. Sehingga cairan yang sampai ke tubulus distal dan duktus koligen menjadi hipoosmotik. Permeabilitas dinding tubulus distal dan duktus koligen bervariasi bergantung pada ada tidaknya vasopresin (ADH). Sehingga urin yang dibentuk di duktus koligen dan akhirnya di keluarkan ke pelvis ginjal dan ureter juga bergantung pada ada tidaknya vasopresin/ ADH.

- Mekanisme haus dan peranan vasopresin (anti diuretic hormone/ ADH) Peningkatan osmolaritas cairan ekstrasel (> 280 mOsm) akan merangsang osmoreseptor di hypothalamus. Rangsangan ini akan dihantarkan ke neuron hypothalamus yang menyintesis vasopressin. Vasopresin akan dilepaskan oleh hipofisis posterior ke dalam darah dan akan berikatan dengan reseptornya di duktus koligen. Ikatan vasopressin dengan reseptornya di duktus koligen memicu terbentuknya aquaporin, yaitu kanal air di membrane bagian apeks duktus koligen. Pembentukan aquaporin ini memungkinkan terjadinya reabsorpsi cairan ke vasa recta. Hal ini menyebabkan urin yang terbentuk di duktus koligen menjadi sedikit dan hiperosmotik atau pekat, sehingga cairan di dalam tubuh tetap dapat dipertahankan. Selain itu, rangsangan pada osmoreseptor di hypothalamus akibat peningkatan osmolaritas cairan ekstrasel juga akan dihantarkan ke pusat haus di hypothalamus sehingga terbentuk perilaku untuk mengatasi haus, dan cairan di dalam tubuh kembali normal.

3. Pengaturan Faal Cairan dan Elektrolit

Intake cairan yang normal dari seorang dewasa rata-rata sebanyak 2500ml, di mana kira-kira 300 ml merupakan hasil dari metabolisme substrat untuk menghasilkan energi. Kehilangan air harian rata-rata mencapai 2500 ml dan secara kasar diperkirakan Fakultas Keperawatan Universitas Airlangga. 1500 hilang melalui urin, 400 ml melalui penguapan di saluran napas, 400 ml melalui penguapan di kulit, 100 ml

melalui keringat, dan 100 ml melalui feses. Osmolalitas ECF dan ICF keduanya diregulasi hampir sama dalam pengaturan keseimbangan cairan yang normal dalam jaringan. Perubahan dalam komposisi cairan dan volume sel akan menyebabkan timbulnya kerusakan fungsi yang serius terutama pada otak. Nilai normal dari osmolalitas bervariasi antara 280 sampai 290 mosm/kg. Rumus menghitung osmolalitas plasma; Plasma osmolalitas (mosm/kg) = $[Na^+] \times 2 + BUN + Glukosa$ 2,8 18 Dalam keadaan fisiologis plasma osmolaliti hanya dipengaruhi oleh natrium sementara jika dalam keadaan patologis urea dan glukosa turut menentukan osmolalitas plasma. Hal ini misalnya terlihat pada; ditemukan penurunan natrium tiap 1 mEq/L terhadap peningkatan glukosa tiap 62mg/dl. Pengaturan keseimbangan cairan dilakukan melalui mekanisme fisiologis yang kompleks. Yang banyak berperan adalah ginjal, sistem kardiovaskuler, kelenjar hipofisis, kelenjar paratiroid, kelenjar adrenal dan paru-paru. TBW dan konsentrasi elektrolit sangat ditentukan oleh apa yang disimpan di ginjal.

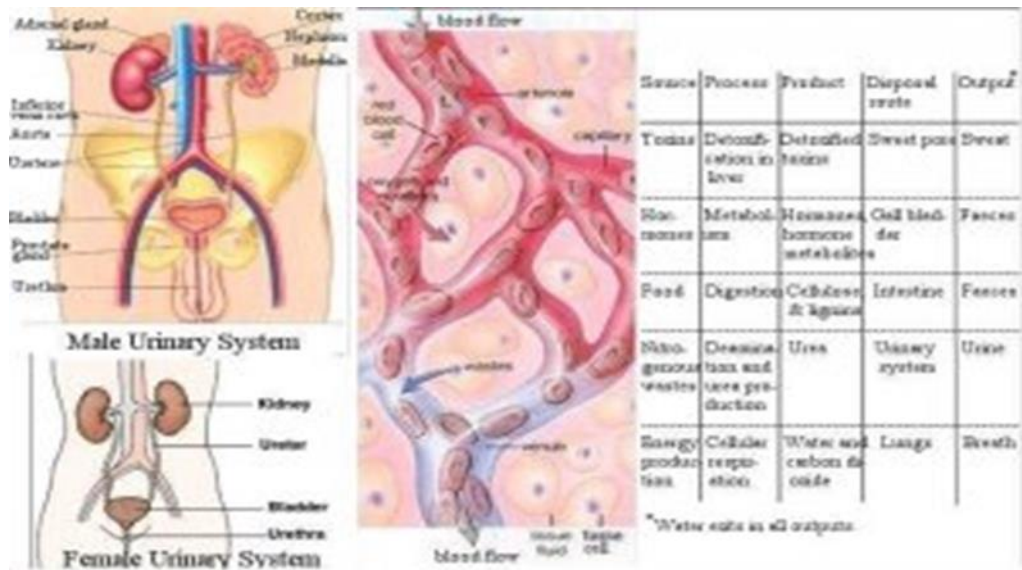
4. Sistem Cairan Tubuh Khusus.

Cairan tubuh menempati +/- 60 % BB tubuh:

- Wanita dewasa muda: 50 – 55% Berat Badan
- Pria dewasa muda: 55 – 60% Berat Badan
- Bayi: 75% Berat Badan
- Usia lanjut: 45% Berat Badan

Asupan (intake) cairan harus seimbang dengan keluaran (out put) cairan:

- a. Sumber asupan cairan → Makanan dan minuman, Proses metabolisme (karbohidrat)
- b. Sumber keluaran cairan → Penguapan melalui paru (pernapasan), Penguapan melalui kulit, Feces, Produksi urin



Pengaturan keseimbangan air:

- Produksi urine banyak dan encer jika asupan air meningkat
- Produksi urine sedikit dan kental jika banyak kehilangan cairan

Pengaturan Reabsorpsi Air & Elektrolit:

- Pengaturan utama: hormon-hormon
- Antidiuretic hormone (ADH): mencegah peningkatan kehilangan air pada urine
- Aldosterone: mengatur ion Natrium pada cairan extracellur
- Dicituskan oleh mekanisme rennin-angiotensin

C. Keseimbangan Asam dan Basa

Keseimbangan asam-basa terkait dengan pengaturan konsentrasi ion H bebas dalam cairan tubuh. pH rata-rata darah adalah 7,4, pH darah arteri 7,45 dan darah vena 7,35. Jika pH darah < 7,35 dikatakan asidosis, dan jika pH darah > 7,45 dikatakan alkalosis. Ion H terutama diperoleh dari aktivitas metabolik dalam tubuh. Ion H secara normal dan kontinyu akan ditambahkan ke cairan tubuh dari 3 sumber, yaitu:

1. pembentukan asam karbonat dan sebagian akan berdisosiasi menjadi ion H dan bikarbonat

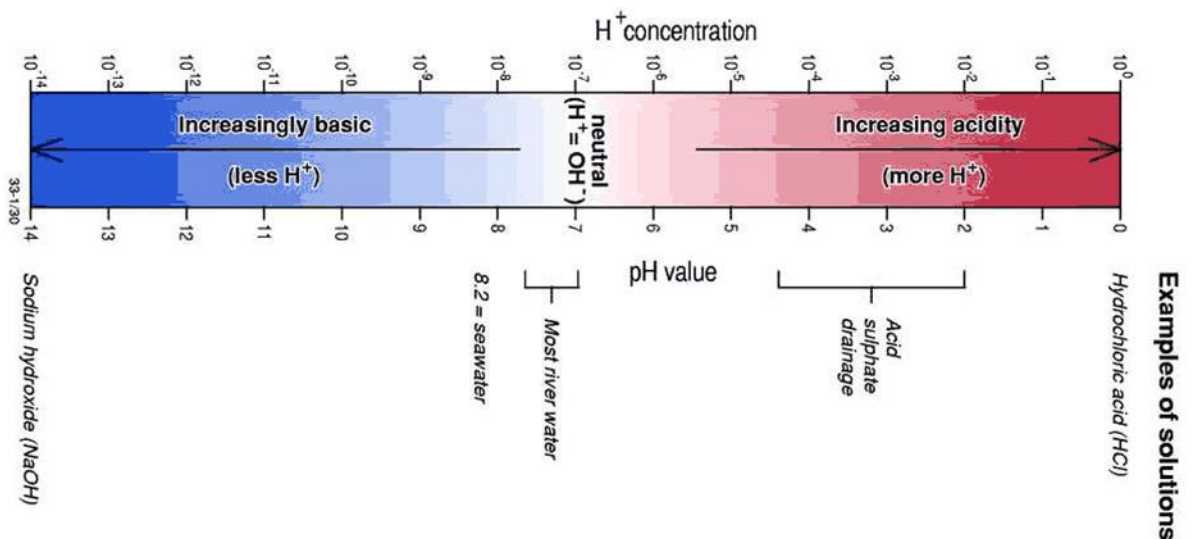
2. katabolisme zat organik
3. disosiasi asam organik pada metabolisme intermedia, misalnya pada metabolisme lemak terbentuk asam lemak dan asam laktat, sebagian asam ini akan berdisosiasi melepaskan ion H. 9 Fluktuasi konsentrasi ion h dalam tubuh akan mempengaruhi fungsi normal sel, antara lain:
 - perubahan eksitabilitas saraf dan otot; pada asidosis terjadi depresi susunan saraf pusat, sebaliknya pada alkalosis terjadi hipereksitabilitas.
 - mempengaruhi enzim-enzim dalam tubuh.
 - mempengaruhi konsentrasi ion K Bila terjadi perubahan konsentrasi ion H maka tubuh berusaha mempertahankan ion H seperti nilai semula dengan cara:
 - mengaktifkan sistem dapar kimia
 - mekanisme pengontrolan pH oleh sistem pernapasan
 - mekanisme pengontrolan pH oleh sistem perkemihan Ada 4 sistem dapar kimia, yaitu: 1. Dapar bikarbonat; merupakan sistem dapar di cairan ekstrasel terutama untuk perubahan yang disebabkan oleh non-bikarbonat. 2. Dapar protein; merupakan sistem dapar di cairan ekstrasel dan intrasel. 3. Dapar hemoglobin; merupakan sistem dapar di dalam eritrosit untuk perubahan asam karbonat. 4. Dapar fosfat; merupakan sistem dapar di sistem perkemihan dan cairan intrasel.

Sistem dapar kimia hanya mengatasi ketidakseimbangan asam-basa sementara. Jika dengan dapar kimia tidak cukup memperbaiki ketidakseimbangan, maka pengontrolan pH akan dilanjutkan oleh paru-paru yang berespons secara cepat terhadap perubahan kadar ion H dalam darah akibat rangsangan pada kemoreseptor dan pusat pernapasan, kemudian mempertahankan kadarnya sampai ginjal menghilangkan ketidakseimbangan tersebut. Ginjal mampu meregulasi ketidakseimbangan ion H secara lambat dengan mensekresikan ion H dan menambahkan bikarbonat baru ke dalam

darah karena memiliki dapar fosfat dan ammonia. (Chozim, Qurbaniah, & Hairida, 2018).

1. Skala pH dan Buffer

pH adalah skala logaritmik yang kita gunakan untuk menentukan keasaman atau kebasaan larutan. Ini adalah logaritma basa negatif 10 konsentrasi ion hidrogen yang diukur dalam satuan mol / L. Jika kita mengekspresikannya dengan lebih tepat, kita harus menggunakan aktivitas ion hidrogen alih-alih konsentrasi. Skala pH memiliki angka dari 0 hingga 14. Solusi yang memiliki pH kurang dari 7 bersifat asam dan jika pH lebih tinggi dari 7, adalah basa dan PH 7 menunjukkan larutan netral, yaitu air murni.



Buffer adalah larutan berair yang cenderung menahan perubahan pH. Larutan ini mengandung campuran asam lemah dan basa konjugatnya atau sebaliknya. PH larutan ini sedikit berubah pada penambahan asam kuat atau basa kuat. (Rizqyah Utami & Suyono, 2012)

2. Gangguan Homeostatis Asam dan Basa

Keseimbangan asam basa dipengaruhi oleh fungsi paru-paru. Manusia bernapas menghirup oksigen dan membuangnya dalam bentuk karbondioksida (CO₂). CO₂ adalah zat yang bersifat asam, sehingga jumlah CO₂ yang keluar akan memengaruhi keseimbangan pH darah, sehingga dapat menimbulkan asidosis atau alkalosis. Asidosis dan alkalosis yang disebabkan oleh gangguan pada paru-paru atau pernapasan disebut dengan asidosis respiratorik dan alkalosis respiratorik. Asidosis dan alkalosis juga dapat terjadi ketika produksi asam basa dalam tubuh tidak seimbang atau bisa juga terjadi akibat ginjal tidak bisa membuang kelebihan asam atau basa dari dalam tubuh. Asidosis dan alkalosis yang terjadi akibat dua kondisi di atas disebut asidosis metabolik dan alkalosis metabolic.

D. Penyebab Gangguan Keseimbangan Asam Basa

Masing-masing jenis gangguan keseimbangan asam basa, disebabkan oleh kondisi yang berbeda pula. Asidosis respiratorik dan alkalosis respiratorik disebabkan oleh gangguan pada paru-paru. Sedangkan asidosis metabolik dan alkalosis metabolik dipicu oleh masalah pada organ ginjal. Di bawah ini akan dijelaskan penyebab pada tiap jenis gangguan keseimbangan asam basa.

1. Asidosis Respiratorik

Asidosis respiratorik disebabkan oleh penyakit paru-paru atau kondisi lain yang memengaruhi fungsi paru-paru dalam membuang karbondioksida (CO₂). Dengan kata lain, asidosis respiratorik terjadi ketika tubuh hanya dapat membuang sedikit CO₂. Sejumlah kondisi yang dapat memicu asidosis respiratorik kronis, antara lain:

- Asma.
- Penyakit paru obstruktif kronis.
- Edema paru.
- Gangguan pada sistem saraf dan otot, misalnya *multiple sclerosis* dan distrofi otot.

- Kondisi lain yang membuat seseorang terganggu dalam bernapas, misalnya obesitas atau skoliosis.

Sedangkan asidosis respiratorik akut umumnya disebabkan oleh beberapa kondisi, seperti:

- Henti jantung.
- Penyakit paru-paru, misalnya asma, pneumonia, dan emfisema.
- Kelemahan otot pernapasan.
- Terdapat sumbatan pada saluran pernapasan.
- Overdosis obat penenang.

2. Asidosis Metabolik

Asidosis metabolik terjadi ketika tubuh menghasilkan terlalu banyak asam, atau saat ginjal hanya mampu membuang sedikit asam melalui urine. Asidosis metabolik terbagi dalam beberapa jenis, yaitu:

- a. **Asidosis diabetik.** Asidosis diabetik atau ketoasidosis diabetik terjadi ketika tubuh kekurangan insulin, sehingga lemak yang dipecah bukan karbohidrat. Pemecahan lemak ini mengakibatkan keton darah yang bersifat asam meningkat. Kondisi ini lazim lebih sering terjadi pada pasien diabetes tipe 1 yang tidak terkontrol.
- b. **Asidosis hiperkloremik.** Asidosis hiperkloremik disebabkan oleh kurangnya kadar natrium bikarbonat (NaHCO_3) dalam tubuh. Kondisi ini dapat disebabkan oleh diare. Senyawa tersebut banyak digunakan dalam kue atau roti karena mudah bereaksi dengan air membentuk gas karbon dioksida yang membuat roti mengembang. Senyawa ini dalam sering ditemukan dalam bentuk kristal atau serbuk dan dapat digunakan untuk obat antasid (penyakit maag atau tukak lambung). Dan juga bisa digunakan untuk penetral asam bagi asidosis tubulus renalis (RTA) atau renal tubular acidosis. Selain itu natrium karbonat

juga dapat menurunkan kadar asam urat. NaHCO_3 umumnya diproduksi melalui reaksi Natrium klorida, amoniak dan carbon dioksida dalam air. Natrium klorida (NaCl), amonia (NH_3), karbon dioksida (CO_2), air (H_2O).

- c. **Asidosis laktat.** Kondisi ini terjadi ketika tubuh kelebihan asam laktat. Asidosis laktat dapat disebabkan oleh konsumsi alkohol (ketoasidosis alkoholik), kanker, gagal jantung, kejang, gagal hati, kadar gula darah rendah, serta kekurangan oksigen dan olahraga yang berlebihan.
- d. Selain beberapa kondisi di atas, asidosis metabolik juga dapat disebabkan oleh penyakit ginjal, dehidrasi berat, dan keracunan aspirin.

3. Alkalosis Respiratorik

Alkalosis respiratorik umumnya disebabkan oleh hiperventilasi, yaitu suatu kondisi ketika seseorang bernapas terlalu cepat atau terlalu dalam. Hiperventilasi tersebut bisa disebabkan oleh perasaan panik dan cemas. Kondisi lain yang dapat memicu alkalosis respiratorik adalah:

- Demam tinggi
- Berada di dataran tinggi
- Penyakit paru
- Penyakit liver
- Kekurangan oksigen
- Keracunan salisilat

4. Alkalosis Metabolik

Alkalosis metabolik terjadi bila tubuh seseorang kekurangan asam atau kelebihan basa. Beberapa hal yang dapat memicu kondisi tersebut adalah:

- Muntah berkepanjangan, sehingga menyebabkan tubuh kekurangan elektrolit.
- Penggunaan obat diuretik yang berlebihan.
- Penyakit kelenjar adrenal.
- Penggunaan obat pencahar dan obat maag (antasida).

E. Kesimpulan

Buffer adalah suatu substansi atau sekelompok substansi yang dapat mengabsorpsi, atau melepaskan ion-ion hidrogen untuk memperbaiki adanya ketidakseimbangan asam-basa. Cairan tubuh tidak statis. Cairan dan elektrolit berpindah dari satu kompartemen ke kompartemen lain untuk memfasilitasi proses – proses yang terjadi di dalam tubuh, seperti oksigenasi jaringan, respons terhadap penyakit, keseimbangan asam-basa, dan respons terhadap terapi obat. Cairan tubuh dan elektrolit berpindah melalui difusi, osmosis, transportasi aktif, atau filtrasi. Perpindahan tersebut bergantung pada permeabilitas membrane sel atau kemampuan membrane untuk ditembus cairan dan elektrolit. Untuk mempertahankan kesehatan dibutuhkan keseimbangan cairan, elektrolit dan asam-basa di dalam tubuh. Banyak faktor yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan salah satunya karena penyakit.

Cairan dan elektrolit sangat diperlukan dalam rangka menjaga kondisi tubuh tetap sehat. Keseimbangan cairan dan elektrolit di dalam tubuh adalah merupakan satu bagian dari fisiologi homeostatis. Keseimbangan cairan dan elektrolit melibatkan komposisi dan perpindahan berbagai cairan tubuh.

BAB III

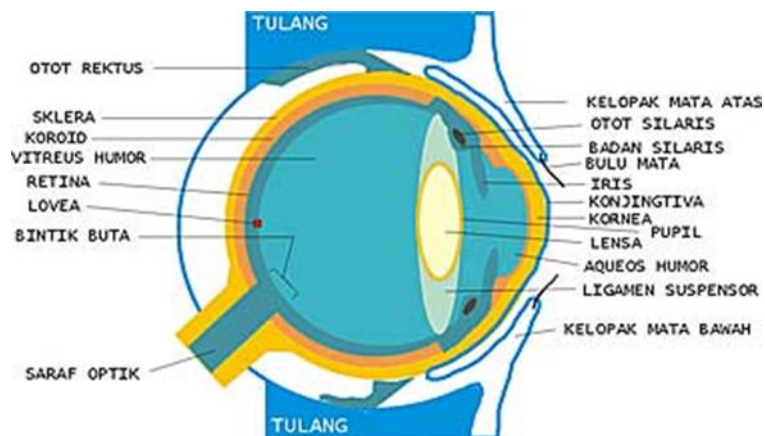
SISTEM INTEGUMEN

A. Indra Penglihatan (Mata)

Mata mempunyai reseptor khusus untuk mengenali perubahan sinar dan warna. Sesungguhnya yang disebut mata bukanlah hanya bola mata, tetapi termasuk otot-otot penggerak bola mata, kotak mata (rongga tempat mata berada), kelopak, dan bulu mata.

2. Bagian-bagian Mata

a. Bola Mata



Bola mata dikelilingi oleh tiga lapis dinding. Ketiga lapis dinding ini, dari luar ke dalam adalah sebagai berikut:

- 1) **Sklera**, merupakan jaringan ikat dengan serat yang kuat, berwarna putih buram (tidak tembus cahaya), kecuali di bagian depan bersifat transparan yang disebut kornea. Konjungtiva adalah lapisan transparan yang melapisi kornea dan kelopak mata. Lapisan ini berfungsi melindungi bola mata dari gangguan.
- 2) **Koroid**, berwarna coklat kehitaman sampai hitam. Koroid merupakan lapisan yang berisi banyak pembuluh darah yang memberi nutrisi dan oksigen terutama untuk retina. Warna gelap pada koroid berfungsi untuk mencegah refleksi (pantulan

sinar). Di bagian depan, koroid membentuk badan siliaris yang berlanjut ke depan membentuk iris yang berwarna. Di bagian depan iris bercelah membentuk pupil (anak mata). Melalui pupil sinar masuk. Iris berfungsi sebagai diafragma, yaitu pengontrol ukuran pupil untuk mengatur sinar yang masuk. Badan siliaris membentuk ligamentum yang berfungsi mengikat lensa mata. Kontraksi dan relaksasi dari otot badan siliaris akan mengatur cembung pipihnya lensa.

- 3) **Retina**, merupakan lapisan yang peka terhadap sinar. Pada seluruh bagian retina berhubungan dengan badan sel-sel saraf yang serabutnya membentuk urat saraf optik yang memanjang sampai ke otak. Bagian yang dilewati urat saraf optik tidak peka terhadap sinar dan daerah ini disebut bintik buta.

Adanya lensa dan ligamentum pengikatnya menyebabkan rongga bola mata terbagi dua, yaitu bagian depan yang terletak di depan lensa berisi cairan yang disebut aqueous humor, dan bagian belakang yang terletak di belakang lensa berisi vitreous humor. Kedua cairan tersebut berfungsi menjaga lensa agar selalu dalam bentuk yang benar.

b. Kotak Mata

Kotak mata pada tengkorak berfungsi melindungi bola mata dari kerusakan. Selaput transparan yang melapisi kornea dan bagian dalam kelopak mata disebut konjungtiva. Selaput ini peka terhadap iritasi. Konjungtiva penuh dengan pembuluh darah dan serabut saraf. Radang konjungtiva disebut konjungtivitis. Untuk mencegah kekeringan, konjungtiva dibasahi dengan cairan yang keluar dari kelenjar air mata (kelenjar lakrimal) yang terdapat di bawah alis. Air mata mengandung lendir, garam, dan antiseptik dalam jumlah kecil. Air mata berfungsi sebagai alat pelumas dan pencegah masuknya mikro organisme ke dalam mata.

c. Otot Mata

Ada enam otot mata yang berfungsi memegang sklera. Empat di antaranya disebut otot rektus (rektus inferior, rektus superior, rektus eksternal, dan rektus internal). Otot rektus berfungsi menggerakkan bola mata ke kanan, ke kiri, ke atas, dan ke bawah. Dua lainnya adalah otot obliq atas (*superior*) dan otot obliq bawah (*inferior*).

3. Cara Kerja Mata

Cara kerja mata manusia pada dasarnya sama dengan cara kerja kamera, kecuali cara mengubah fokus lensa. Sinar yang masuk ke mata sebelum sampai di retina mengalami pembiasan lima kali yaitu waktu melalui konjungtiva, kornea, aqueus humor, lensa, dan vitreous humor. Pembiasan terbesar terjadi di kornea. Bagi mata normal, bayang-bayang benda akan jatuh pada bintik kuning, yaitu bagian yang paling peka terhadap sinar.

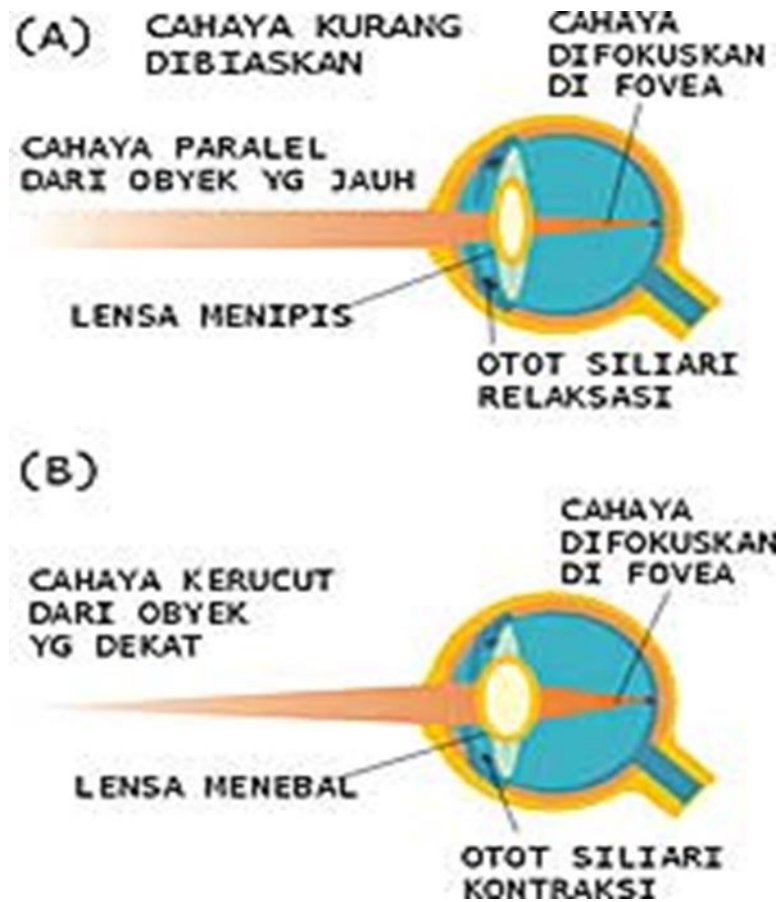
Ada dua macam sel reseptor pada retina, yaitu sel kerucut (sel konus) dan sel batang (sel basilus). Sel konus berisi pigmen lembayung dan sel batang berisi pigmen ungu. Kedua macam pigmen akan terurai bila terkena sinar, terutama pigmen ungu yang terdapat pada sel batang. Oleh karena itu, pigmen pada sel basilus berfungsi untuk situasi kurang terang, sedangkan pigmen dari sel konus berfungsi lebih pada suasana terang yaitu untuk membedakan warna, makin ke tengah maka jumlah sel batang makin berkurang sehingga di daerah bintik kuning hanya ada sel konus saja.

Pigmen ungu yang terdapat pada sel basilus disebut rodopsin, yaitu suatu senyawa protein dan vitamin A. Apabila terkena sinar, misalnya sinar matahari, maka rodopsin akan terurai menjadi protein dan vitamin A. Pembentukan kembali pigmen terjadi dalam keadaan gelap. Untuk pembentukan kembali memerlukan waktu yang disebut adaptasi gelap (disebut juga adaptasi rodopsin). Pada waktu adaptasi, mata sulit untuk melihat.

Pigmen lembayung dari sel konus merupakan senyawa iodopsin yang merupakan gabungan antara retinin dan opsin. Ada tiga macam sel konus, yaitu sel yang peka terhadap warna merah, hijau, dan biru. Dengan ketiga macam sel konus tersebut, mata dapat menangkap spektrum warna. Kerusakan salah satu sel konus akan menyebabkan buta warna.

Jarak terdekat yang dapat dilihat dengan jelas disebut titik dekat (*punctum proximum*). Jarak terjauh saat benda tampak jelas tanpa kontraksi disebut titik jauh (*punctum remotum*). Jika kita sangat dekat dengan obyek maka cahaya yang masuk ke mata tampak seperti kerucut, sedangkan jika kita sangat jauh dari obyek, maka sudut kerucut cahaya yang masuk sangat kecil sehingga sinar tampak paralel. Baik sinar dari obyek yang jauh maupun yang dekat harus direfraksikan (dibiaskan) untuk menghasilkan titik yang tajam pada retina agar obyek terlihat jelas. Pembiasan cahaya untuk menghasilkan penglihatan yang jelas disebut pemfokusan.

Cahaya dibiaskan jika melewati konjungtiva kornea. Cahaya dari obyek yang dekat membutuhkan lebih banyak pembiasan untuk pemfokusan dibandingkan obyek yang jauh. Mata mamalia mampu mengubah derajat pembiasan dengan cara mengubah bentuk lensa. Cahaya dari obyek yang jauh difokuskan oleh lensa tipis panjang, sedangkan cahaya dari obyek yang dekat difokuskan dengan lensa yang tebal dan pendek. Perubahan bentuk lensa ini akibat kerja otot siliari. Saat melihat dekat, otot siliari berkontraksi sehingga memendekkan aperture yang mengelilingi lensa. Sebagai akibatnya lensa menebal dan pendek. Saat melihat jauh, otot siliari relaksasi sehingga aperture yang mengelilingi lensa membesar dan tegangan ligamen suspensor bertambah. Sebagai akibatnya ligamen suspensor mendorong lensa sehingga lensa memanjang dan pipih. Proses pemfokusan obyek pada jarak yang berbeda-beda disebut daya akomodasi.



a. Akomodasi mata saat melihat jauh

b. Akomodasi mata saat melihat dekat

4. Kelainan pada Mata

a. Presbiopi

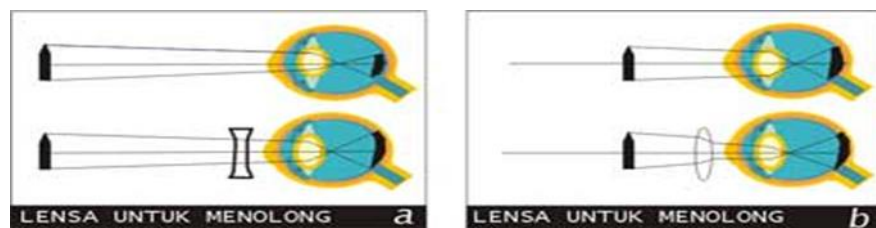
Presbiopi adalah penyakit mata karena proses penuaan, disebut juga mata tua. Pada anak-anak, titik dekat mata bisa sangat pendek, kira-kira 9 cm untuk anak umur 11 tahun. Makin tua, jarak titik dekat makin panjang. Sekitar umur 40-50 tahun terjadi perubahan yang menyolok, yaitu titik dekat mata sampai 50 cm, oleh karena itu memerlukan pertolongan kaca mata untuk membaca berupa kaca mata cembung (positif). Hal ini disebabkan karena elastisitas lensa berkurang. Penderita presbiopi dapat dibantu dengan lensa rangkap.

b. Hipermetropi

Hipermetropi atau mata jauh dapat terjadi pada anak-anak. Hipermetropi disebabkan bola mata terlalu pendek sehingga bayang-bayang jatuh di belakang retina. Penderita hipermetropi ini tidak dapat melihat benda yang dekat atau biasa disebut rabun dekat.

c. Miopi

Miopi atau mata dekat adalah cacat mata yang disebabkan oleh bola mata terlalu panjang sehingga bayang-bayang dari benda yang jaraknya jauh akan jatuh di depan retina. Pada penderita miopi ini orang tidak dapat melihat benda yang jauh biasa disebut rabun jauh, mereka hanya dapat melihat benda yang jaraknya dekat. Untuk cacat seperti ini orang dapat ditolong dengan lensa cekung (negatif). Miopi biasa terjadi pada anak-anak.



Gambar Kelainan mata : (a) Miopi, (b) Hipermetropi

d. Astigmatisma

Astigmatisma merupakan kelainan yang disebabkan bola mata atau permukaan lensa mata mempunyai kelengkungan yang tidak sama, sehingga fokusnya tidak sama, akibatnya bayang-bayang jatuh tidak pada tempat yang sama. Untuk menolong orang yang cacat seperti ini dibuat lensa silindris, yaitu yang mempunyai beberapa fokus.

e. Katarak

Katarak adalah cacat mata, yaitu buramnya dan berkurang elastisitasnya lensa mata. Hal ini terjadi karena adanya pengapuran pada lensa. Pada orang yang terkena katarak pandangan menjadi kabur dan daya akomodasi berkurang

f. Imeralopi

Imeralopi atau rabun senja adalah kelainan yang menyebabkan penderita menjadi rabun pada senja hari.

g. Xeroftalxmi

Xeroftalxni adalah kelainan pada mata, yaitu kornea menjadi kering dan bersisik.

h. Keratomealasi

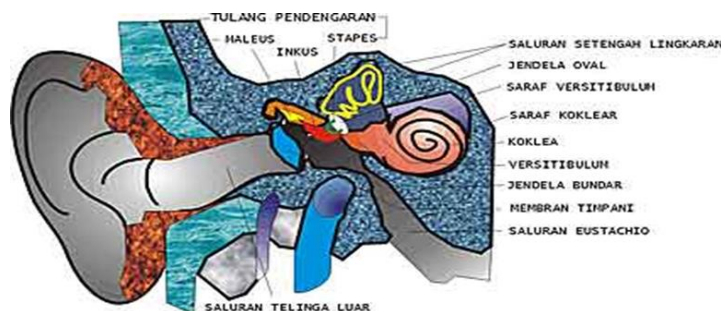
Keratomealasi adalah kelainan pada mata yaitu kornea menjadi putih dan rusak

B. Indra Pendengar (Telinga)

Telinga merupakan sebuah organ yang mampu mendeteksi/mengenal suara dan juga banyak berperan dalam keseimbangan dan posisi tubuh. Suara adalah bentuk energi yang bergerak melewati udara, air, atau benda lainnya, dalam sebuah gelombang. Walaupun telinga yang mendeteksi suara, fungsi pengenalan dan interpretasi dilakukan di otak dan sistem saraf pusat. Rangsangan suara disampaikan ke otak melalui saraf yang menyambungkan telinga dan otak (nervus vestibulokoklearis).

Ada tiga bagian utama dari telinga manusia, yaitu bagian telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam. Telinga luar berfungsi menangkap getaran bunyi, dan telinga tengah meneruskan getaran dari telinga luar ke telinga dalam. Reseptor yang ada pada telinga dalam akan menerima rangsang bunyi dan mengirimkannya berupa impuls ke otak untuk diolah.

1. Bagian-bagian Telinga



Gambar Struktur telinga pada manusia

a. Telinga Luar

Telinga luar meliputi [daun telinga](#) (*pinna*), liang telinga (*meatus auditorius eksternus*), dan saluran telinga luar. Bagian daun telinga berfungsi untuk membantu mengarahkan suara ke dalam liang telinga dan akhirnya menuju gendang telinga. Rancangan yang begitu kompleks pada telinga luar berfungsi untuk menangkap suara dan bagian terpenting adalah liang telinga. Saluran ini merupakan hasil susunan tulang rawan yang dilapisi kulit tipis. Di dalam saluran ini terdapat banyak [kelenjar](#) yang menghasilkan zat seperti lilin yang disebut [serumen](#) atau kotoran telinga. Bagian saluran yang memproduksi sedikit serumen yang memiliki rambut. Pada ujung saluran terdapat gendang telinga yang meneruskan suara ke telinga dalam.

Daun telinga manusia mempunyai bentuk yang khas, tetapi bentuk ini kurang mendukung fungsinya sebagai penangkap dan pengumpul getaran suara. Bentuk daun telinga yang sangat sesuai dengan fungsinya adalah daun telinga pada anjing dan kucing, yaitu tegak dan membentuk saluran menuju gendang telinga.

b. Telinga Tengah

Bagian ini merupakan rongga yang berisi udara untuk menjaga tekanan udara agar seimbang. Telinga tengah meliputi gendang telinga, 3 tulang pendengaran yaitu martir (*malleus*) menempel pada gendang telinga, tulang landasan (*incus*), kedua tulang ini terikat erat oleh ligamentum sehingga mereka bergerak sebagai satu tulang, dan tulang sanggurdi (*stapes*) yang berhubungan dengan jendela oval. Muara tuba eustachi yang menghubungkan ke faring juga berada di telinga tengah. Getaran suara yang diterima oleh gendang telinga akan disampaikan ke tulang pendengaran. Masing-masing tulang pendengaran akan menyampaikan getaran ke tulang

berikutnya. Tulang sanggurdi yang merupakan tulang terkecil di tubuh meneruskan getaran ke koklea atau rumah siput.

c. Telinga Dalam

Bagian ini mempunyai susunan yang rumit, terdiri dari labirin tulang dan labirin membran. Ada lima bagian utama dari labirin membran, yaitu:

- Tiga saluran setengah lingkaran
- Ampula
- Utrikulus
- Sakulus
- Koklea atau rumah siput

Sakulus berhubungan dengan utrikulus melalui saluran sempit. Tiga saluran setengah lingkaran, ampula, utrikulus dan sakulus merupakan organ keseimbangan, dan keempatnya terdapat di dalam rongga vestibulum dari labirin tulang.

Koklea mengandung organ Korti untuk pendengaran. Koklea terdiri dari tiga saluran yang sejajar, yaitu: saluran vestibulum yang berhubungan dengan jendela oval, saluran tengah dan saluran timpani yang berhubungan dengan jendela bundar, dan saluran (kanal) yang dipisahkan satu dengan lainnya oleh membran. Di antara saluran vestibulum dengan saluran tengah terdapat membran Reissner, sedangkan di antara saluran tengah dengan saluran timpani terdapat membran basiler. Dalam saluran tengah terdapat suatu tonjolan yang dikenal sebagai membran tektorial yang paralel dengan membran basiler dan ada di sepanjang koklea. Sel sensori untuk mendengar tersebar di permukaan membran basiler dan ujungnya berhadapan dengan membran tektorial. Dasar dari sel pendengar terletak pada membran basiler dan berhubungan dengan serabut saraf yang bergabung membentuk saraf pendengar. Bagian yang peka terhadap rangsang bunyi ini disebut organ korti.

2. Cara Kerja Telinga

Gelombang bunyi yang masuk ke dalam telinga luar menggetarkan gendang telinga. Getaran ini akan diteruskan oleh ketiga tulang dengar ke jendela oval. Getaran Struktur koklea pada jendela oval diteruskan ke cairan limfa yang ada di dalam saluran vestibulum. Getaran cairan tadi akan menggerakkan membran Reissner dan menggetarkan cairan limfa dalam saluran tengah. Perpindahan getaran cairan limfa di dalam saluran tengah menggerakkan membran basher yang dengan sendirinya akan menggetarkan cairan dalam saluran timpani. Perpindahan ini menyebabkan melebarnya membran pada jendela bundar. Getaran dengan frekuensi tertentu akan menggetarkan selaput-selaput basiler, yang akan menggerakkan sel-sel rambut ke atas dan ke bawah. Ketika rambut-rambut sel menyentuh membran tektorial, terjadilah rangsangan (impuls). Getaran membran tektorial dan membran basiler akan menekan sel sensori pada organ Korti dan kemudian menghasilkan impuls yang akan dikirim ke pusat pendengar di dalam otak melalui saraf pendengaran

3. Susunan dan Cara Kerja Alat Keseimbangan

Bagian dari alat vestibulum atau alat keseimbangan berupa tiga saluran setengah lingkaran yang dilengkapi dengan organ ampula (kristal) dan organ keseimbangan yang ada di dalam utrikulus dan sakulus. Ujung dari setiap saluran setengah lingkaran membesar dan disebut *ampula* yang berisi reseptor, sedangkan pangkalnya berhubungan dengan utrikulus yang menuju ke sakulus. Utrikulus maupun sakulus berisi reseptor keseimbangan. Alat keseimbangan yang ada di dalam ampula terdiri dari kelompok sel saraf sensori yang mempunyai rambut dalam tudung gelatin yang berbentuk kubah. Alat ini disebut *kupula*. Saluran semisirkular (saluran setengah lingkaran) peka terhadap gerakan kepala. Alat keseimbangan di dalam utrikulus dan sakulus terdiri dari sekelompok sel saraf yang ujungnya berupa rambut bebas yang melekat pada *otolith*, yaitu

butiran natrium karbonat. Posisi kepala mengakibatkan desakan otolith pada rambut yang menimbulkan impuls yang akan dikirim ke otak.

4. Kelainan pada Telinga

Telinga merupakan salah satu organ yang penting. Sebagai organ tubuh yang lemah, telinga bisa mengalami kelainan maupun terserang penyakit. Berikut beberapa penyakit yang ada pada telinga:

a. Tuli

Tuli adalah ketidakmampuan telinga untuk mendengarkan bunyi atau suara. Tuli dapat disebabkan oleh adanya kerusakan pada gendang telinga, tersumbatnya ruang telinga, atau rusaknya saraf pendengaran. Pada orang yang telah berusia lanjut, ketulian biasanya disebabkan oleh kakunya gendang telinga dan kurang baiknya hubungan antar tulang pendengaran.

b. Congek

Congek adalah penyakit telinga yang biasanya disebabkan oleh infeksi pada bagian telinga yang tersembunyi di tengah-tengah. Infeksi ini disebabkan oleh bakteri.

c. Otitis eksterna

Otitis eksterna adalah suatu infeksi pada saluran telinga. Infeksi ini bisa menyerang seluruh saluran (*otitis eksterna generalisata*) atau hanya pada daerah tertentu sebagai bisul (*furunkel*). Otitis eksterna seringkali disebut sebagai telinga perenang (*swimmer's ear*).

e. Perikondritis

Perikondritis adalah suatu infeksi pada tulang rawan (*kartilago*) telinga luar. Perikondritis bisa terjadi akibat cedera, gigitan serangga dan pemecahan bisul dengan sengaja. Nanah akan terkumpul diantara kartilago dan lapisan jaringan ikat di sekitarnya (*perikondrium*). Kadang nanah menyebabkan terputusnya aliran darah ke kartilago, dan menyebabkan kerusakan pada kartilago dan pada akhirnya menyebabkan kelainan bentuk telinga. Meskipun

bersifat merusak dan menahun, tetapi perikondritis cenderung hanya menyebabkan gejala-gejala yang ringan.

f. Eksim

Eksim pada telinga merupakan suatu peradangan kulit pada telinga luar dan saluran telinga, yang ditandai dengan gatal-gatal, kemerahan, pengelupasan kulit, kulit yang pecah-pecah serta keluarnya cairan dari telinga. Keadaan ini bisa menyebabkan infeksi pada telinga luar dan saluran telinga.

g. Cidera

Cedera pada telinga luar (misalnya pukulan tumpul) bisa menyebabkan memar diantara kartilago dan perikondrium. Jika terjadi penimbunan darah di daerah tersebut, maka akan terjadi perubahan bentuk telinga luar dan tampak massa berwarna ungu kemerahan. Darah yang tertimbun ini (*hematoma*) bisa menyebabkan terputusnya aliran darah ke kartilago sehingga terjadi perubahan bentuk telinga. Kelainan bentuk ini disebut telinga bunga kol, yang sering ditemukan pada pegulat dan petinju.

h. Tumor

Tumor pada telinga bisa bersifat jinak atau ganas (kanker). Tumor yang jinak bisa tumbuh di saluran telinga, menyebabkan penyumbatan dan penimbunan kotoran telinga serta ketulian. Contoh dari tumor jinak pada saluran telinga adalah:

- *Kista sebacea* (kantong kecil yang terisi sekresi dari kulit)
- *Osteoma* (tumor tulang)
- *Keloid* (pertumbuhan dari jaringan ikat yang berlebihan setelah terjadinya cedera).

i. Kanker

Kanker sel basal dan kanker sel skuamosa seringkali tumbuh pada telinga luar setelah pemaparan sinar matahari yang lama dan berulang-ulang. Pada stadium dini, bisa diatasi dengan pengangkatan

kanker atau terapi penyinaran. Pada stadium lanjut, mungkin perlu dilakukan pengangkatan daerah telinga luar yang lebih luas. Jika kanker telah menyusup ke kartilago, dilakukan pembedahan. Kanker sel basal dan sel skuamosa juga bisa tumbuh di dalam atau menyebar ke saluran telinga.

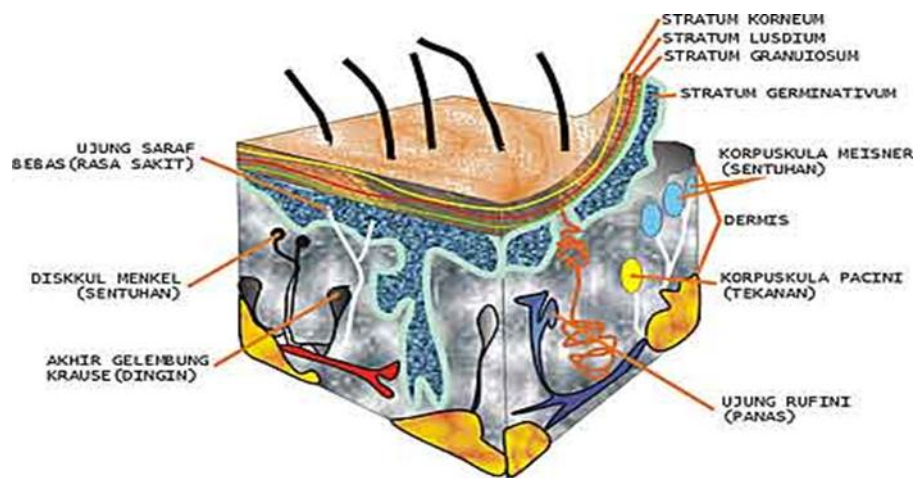
C. Indra Peraba (Kulit)

Kulit merupakan indra peraba yang mempunyai reseptor khusus untuk sentuhan, panas, dingin, sakit, dan tekanan. Reseptor untuk rasa sakit ujungnya menjorok masuk ke daerah epidermis. Reseptor untuk tekanan, ujungnya berada di dermis yang jauh dari epidermis. Reseptor untuk rangsang sentuhan dan panas, ujung reseptornya terletak di dekat epidermis. Kulit berfungsi sebagai alat pelindung bagian dalam, misalnya otot dan tulang.

1. Bagian-bagian Kulit

Kulit terdiri dari lapisan luar yang disebut epidermis dan lapisan dalam atau lapisan dermis. Pada lapisan epidermis tidak terdapat pembuluh darah dan sel saraf. Epidermis tersusun atas empat lapis sel yaitu:

- Stratum germinativum berfungsi membentuk lapisan di sebelah atasnya.
- Stratum granulosum yang berisi sedikit keratin yang menyebabkan kulit menjadi keras dan kering. Selain itu sel-sel dari lapisan granulosum umumnya menghasilkan pigmen hitam (melanin). Kandungan melanin menentukan derajat warna kulit, kehitaman, atau kecoklatan.
- Stratum lusidum merupakan lapisan yang transparan.
- Stratum korneum merupakan lapisan yang paling luar.



Gambar Penampang kulit manusia beserta reseptor-reseptornya

Penyusun utama dari bagian dermis adalah jaringan penyokong yang terdiri dari serat yang berwarna putih dan serat yang berwarna kuning. Serat kuning bersifat elastis/lentur, sehingga kulit dapat mengembang.

Stratum germinativum mengadakan pertumbuhan ke daerah dermis membentuk kelenjar keringat dan akar rambut. Akar rambut berhubungan dengan pembuluh darah yang membawakan makanan dan oksigen, selain itu juga berhubungan dengan serabut saraf. Pada setiap pangkal akar rambut melekat otot penggerak rambut. Pada waktu dingin atau merasa takut, otot rambut mengerut dan rambut menjadi tegak. Di sebelah dalam dermis terdapat timbunan lemak yang berfungsi sebagai bantalan untuk melindungi bagian dalam tubuh dari kerusakan mekanik.

2. Cara Kerja Kulit

Rangsang yang dapat diterima kulit berupa sentuhan panas, dingin, tekanan, dan nyeri. Ketika kulit menerima rangsang, rangsang tersebut diterima oleh sel-sel reseptor. Selanjutnya, rangsang akan diteruskan ke otak melalui urat saraf. Oleh otak, rangsang akan diolah. Akibatnya, kita merasakan adanya suatu rangsang. Otak pun memerintahkan tubuh untuk menanggapi rangsang tersebut.

3. Kelainan pada Kulit

Kulit merupakan bagian tubuh terluar sehingga selalu berhubungan dengan lingkungan sekitar. Oleh karena itu, kulit mudah terluka serta terserang jamur dan bibit penyakit lainnya. Beberapa penyakit kulit yang sering kita temui yaitu:

- a. **Jerawat.** Jerawat mudah menyerang kulit wajah, leher, punggung, dan dada. Penyakit ini timbul akibat ketidakseimbangan hormon dan kulit yang kotor. Anak-anak yang memasuki masa remaja serta orang-orang yang memiliki jenis kulit berminyak sangat rentan terhadap jerawat.
- b. **Panu.** Panu disebabkan oleh jamur yang menempel di kulit. Panu tampak sebagai bercak atau bulatan putih di kulit dan disertai rasa gatal. Panu timbul karena penderita tidak menjaga kebersihan kulit.
- c. **Kadas.** Kadas nampak di kulit sebagai bulatan putih bersisik. Pada setiap bulatan terdapat garis tepi yang jelas dengan kulit yang tidak terkena. Kadas juga menyebabkan rasa gatal. Penyakit ini disebabkan oleh jamur.
- d. **Skabies.** Skabies disebut pula “seven-year itch”. Penyakit tersebut disebabkan oleh parasit insekta yang sangat kecil (*Sarvoptes scabies*) dan dapat menular pada orang lain.
- e. **Eksim.** Eksim merupakan penyakit kulit yang akut atau kronis. Penyakit tersebut menyebabkan kulit menjadi kering, kemerah-merahan, gatal-gatal, dan bersisik.
- f. **Biang keringat.** Biang keringat terjadi karena kelenjar keringat tersumbat oleh sel-sel kulit mati yang tidak dapat terbuang secara sempurna. Keringat yang terperangkap tersebut menyebabkan timbulnya bintik-bintik kemerahan yang disertai gatal. Daki, debu, dan kosmetik juga dapat menyebabkan biang keringat.

D. Indra Pengecap (Lidah)

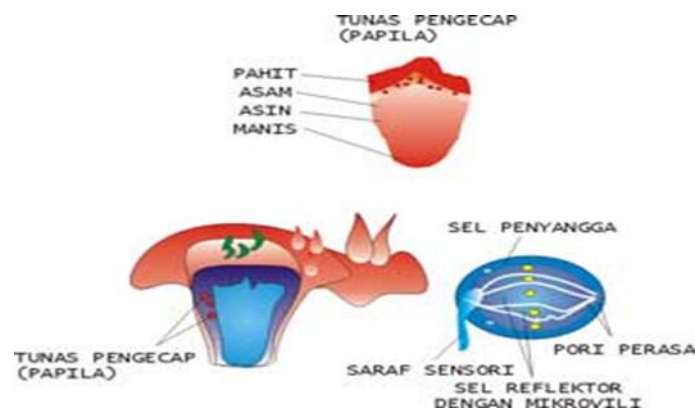
Lidah adalah kumpulan otot rangka pada bagian lantai mulut yang dapat membantu pencernaan makanan dengan mengunyah dan menelan. Lidah dikenal sebagai indera pengecap yang banyak memiliki struktur tunas pengecap. Menggunakan lidah, kita dapat membedakan bermacam-macam rasa. Lidah juga turut membantu dalam tindakan bicara.

Permukaan atas lidah penuh dengan tonjolan (papila). Tonjolan itu dapat dikelompokkan menjadi tiga macam bentuk, yaitu bentuk benang, bentuk dataran yang dikelilingi parit-parit, dan bentuk jamur. Tunas pengecap terdapat pada parit-parit papila bentuk dataran, di bagian samping dari papila berbentuk jamur, dan di permukaan papila berbentuk benang.

1. Bagian-bagian Lidah

Sebagian besar lidah tersusun atas otot rangka yang terlekat pada tulang hyoideus, tulang rahang bawah dan processus styloideus di tulang pelipis. Terdapat dua jenis otot pada lidah yaitu otot ekstrinsik dan intrinsik. Lidah memiliki permukaan yang kasar karena adanya tonjolan yang disebut papila. Terdapat tiga jenis papila yaitu:

- a. Papila filiformis berbentuk seperti benang halus.
- b. Papila sirkumvalata berbentuk bulat, tersusun seperti huruf V di belakang lidah.
- c. Papila fungiformis berbentuk seperti jamur.



Gambar Struktur lidah dan pembagian daerah perasanya

Tunas pengecap adalah bagian pengecap yang ada di pinggir papila, terdiri dari dua sel yaitu sel penyokong dan sel pengecap. Sel pengecap berfungsi sebagai reseptor, sedangkan sel penyokong berfungsi untuk menopang. Bagian-bagian lidah:

- a. Bagian depan lidah, fungsinya untuk mengecap rasa manis.
- b. Bagian pinggir lidah, fungsinya untuk mengecap rasa asin dan asam.
- c. Bagian belakang/pangkal, fungsinya untuk mengecap rasa pahit.

Lidah memiliki kelenjar ludah, yang menghasilkan air ludah dan enzim amilase (ptialin). Enzim ini berfungsi mengubah zat tepung (amilum) menjadi zat gula. Letak kelenjar ludah yaitu: kelenjar ludah atas terdapat di belakang telinga, dan kelenjar ludah bawah terdapat di bagian bawah lidah.

2. Cara Kerja Lidah

Makanan atau minuman yang telah berupa larutan di dalam mulut akan merangsang ujung-ujung saraf pengecap. Oleh saraf pengecap, rangsangan rasa ini diteruskan ke pusat saraf pengecap di otak. Selanjutnya, otak menanggapi rangsang tersebut sehingga kita dapat merasakan rasa suatu jenis makanan atau minuman.

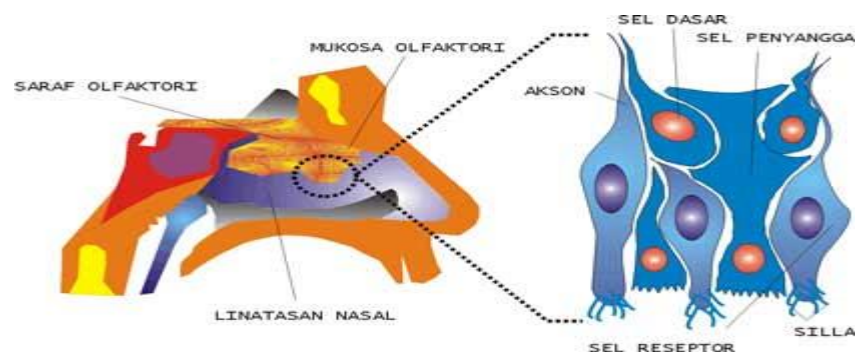
3. Kelainan pada Lidah

- a. ***Oral candidosis***. Penyebabnya adalah jamur yang disebut candida albicans. Gejalanya yaitu lidah akan tampak tertutup lapisan putih yang dapat dikerok.
- b. ***Atropic glossitis***. Lidah akan terlihat licin dan mengkilat baik seluruh bagian lidah maupun hanya sebagian kecil. Penyebab yang paling sering biasanya adalah kekurangan zat besi. Jadi banyak ditemukan pada penderita anemia.

- c. **Geografic tongue.** Gejalanya yaitu lidah seperti peta, berpulau-pulau. Bagian pulau itu berwarna merah dan lebih licin dan bila parah akan dikelilingi pita putih tebal.
- d. **Fissured tongue.** Gejalanya yaitu lidah akan terlihat pecah-pecah.
- e. **Glossopyrosis.** Kelainan ini berupa keluhan pada lidah dimana lidah terasa sakit dan panas dan terbakar tetapi tidak ditemukan gejala apapun dalam pemeriksaan. Hal ini lebih banyak disebabkan karena

E. Indra Pembau (Hidung)

Saat manusia baru lahir indera penciumannya lebih kuat dari manusia dewasa, karena dengan indera ini bayi dapat mengenali ibunya. Indera penciuman manusia dapat mendeteksi 2000 - 4000 bau yang berbeda. Indera pembau manusia berupa kemoreseptor yang terdapat di permukaan dalam hidung, yaitu pada lapisan lendir bagian atas. Reseptor pencium tidak bergerombol seperti tunas pengecap.



Gambar Struktur indera pembau

1. Bagian-bagian Hidung

- a. Hidung manusia di bagi menjadi dua bagian rongga yang sama besar yang di sebut dengan **nostril**. Dinding pemisah di sebut dengan septum, septum terbuat dari tulang yang sangat tipis. Rongga hidung di lapisi dengan rambut dan membran yang mensekresi lendir lengket.
- b. **Rongga hidung (nasal cavity)** berfungsi untuk mengalirkan udara dari luar ke tenggorokan menuju paru paru. Rongga hidung ini di

hubungkan dengan bagian belakang tenggorokan. Rongga hidung di pisahkan oleh langit-langit mulut kita yang di sebut dengan **palate**. Di rongga hidung bagian atas terdapat sel-sel reseptor atau ujung-ujung saraf pembau. Ujung-ujung saraf pembau ini timbul bersama dengan rambut-rambut halus pada selaput lendir yang berada di dalam rongga hidung bagian atas. dapat membau dengan baik.

- c. **Mucous membrane**, berfungsi menghangatkan udara dan melembabkannya. Bagian ini membuat mucus (lendir atau ingus) yang berguna untuk menangkap debu, bakteri, dan partikel-partikel kecil lainnya yang dapat merusak paru-paru.

2. Cara Kerja Hidung

Indera penciuman mendeteksi zat yang melepaskan molekul-molekul di udara. Di atap rongga hidung terdapat olfactory epithelium yang sangat sensitif terhadap molekul-molekul bau, karena pada bagian ini ada bagian pendeteksi bau (*smell receptors*). Reseptor ini jumlahnya sangat banyak ada sekitar 10 juta. Ketika partikel bau tertangkap oleh reseptor, sinyal akan di kirim ke the olfactory bulb melalui saraf olfactory. Bagian inilah yang mengirim sinyal ke otak dan kemudian di proses oleh otak, bau apakah yang telah tercium oleh hidung kita, apakah itu harumnya bau sate padang atau menyengatnya bau selokan.

3. Kelainan pada Hidung

Sebagai indra pembau, hidung dapat mengalami gangguan. Akibatnya, kepekaan hidung menjadi berkurang atau bahkan tidak dapat mencium bau suatu benda. Kelainan-kelainan pada hidung yaitu:

- a. **Angiofibroma Juvenil**, adalah tumor jinak pada hidung bagian belakang atau tenggorokan bagian atas (nasofaring), yang mengandung pembuluh darah. Tumor ini paling sering ditemukan pada anak-anak laki yang sedang mengalami masa puber.
- b. **Papiloma Juvenil**, adalah tumor jinak pada kotak suara (laring). Papiloma disebabkan oleh virus. Papiloma bisa ditemukan pada anak usia 1 tahun. Papiloma bisa menyebabkan suara serak, kadang

cukup berat sehingga anak tidak dapat berbicara dan bisa menyumbat saluran udara.

- c. **Rhinitis Allergica**, adalah peradangan hidung karena alergi. Disebabkan oleh adanya reaksi alergi pada hidung yang ditimbulkan oleh masuknya substansi asing ke dalam saluran tenggorokan.
- d. **Sinusitis**, merupakan peradangan sinus, yaitu rongga-rongga dalam tulang yang berhubungan dengan rongga hidung, yang gawat dan biasanya terjadi dalam waktu menahun (kronis).
- e. **Salesma dan influenza**, merupakan infeksi pada alat pernapasan yang disebabkan oleh [virus](#), dan umumnya dapat menyebabkan batuk, pilek, sakit leher dan kadang-kadang panas atau sakit pada persendian.
- f. **Anosmia**, adalah gangguan pada hidung berupa kehilangan kemampuan untuk membau. Penyakit ini dapat terjadi karena beberapa hal, misalnya cidera atau infeksi di dasar kepala, keracunan timbel, kebanyakan merokok, atau tumor otak bagian depan. Untuk mengatasi gangguan ini harus diketahui dulu penyebabnya.

F. Kesimpulan

Mata mempunyai reseptor khusus untuk mengenali perubahan sinar dan warna. Sesungguhnya yang disebut mata bukanlah hanya bola mata, tetapi termasuk otot-otot penggerak bola mata, kotak mata, kelopak, dan bulu mata. Cara kerja mata manusia pada dasarnya sama dengan cara kerja kamera, kecuali cara mengubah fokus lensa. Ada berbagai macam kelainan pada mata, seperti: presbiopi, hipermetropi, miopi, astigmatisma, katarak, imeralopi, xeroftalxni, keratomealasi, dan lain sebagainya.

Telinga mempunyai reseptor khusus untuk mengenali getaran bunyi dan untuk keseimbangan tubuh. Ada tiga bagian utama dari telinga manusia, yaitu bagian telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam. Ada berbagai

kelainan pada telinga, seperti: tuli, congek, otitis eksterna, perikondritis, eksim, cidera, tumor, kanker, dan lain sebagainya.

Kulit merupakan indra peraba yang mempunyai reseptor khusus untuk sentuhan, panas, dingin, sakit, dan tekanan. Kulit terdiri dari lapisan luar yang disebut epidermis dan lapisan dalam yang disebut lapisan dermis. Kelainan-kelainan yang ada pada kulit yaitu: jerawat, panu, kadas, skabies, eksim, biang keringat, dan lain sebagainya.

Lidah mempunyai reseptor khusus yang berkaitan dengan rangsangan kimia. Permukaan lidah dilapisi dengan lapisan epitelium yang banyak mengandung kelenjar lendir, dan reseptor pengecap berupa tunas pengecap. Lidah berfungsi sebagai pengecap rasa dan sebagai pembantu dalam tindakan berbicara. Kelainan yang ada pada lidah yaitu: oral candidosis, atropic glossitis, geografic tongue, fissured tongue, glossopyrosis, dan lain sebagainya.

Indra pembau berupa kemoreseptor yang terdapat di permukaan dalam hidung, yaitu pada lapisan lendir bagian atas. Kelainan-kelainan yang ada pada hidung yaitu: angiofibroma juvenil, papiloma juvenil, rhinitis allergica, sinusitis, salesma dan influenza, anosmia, dan lain sebagainya.

BAB IV

SISTEM RANGKA

A. Pengertian Sistem Rangka

Sistem rangka adalah suatu sistem organ yang memberikan dukungan fisik pada makhluk hidup. Sistem rangka umumnya dibagi menjadi tiga tipe: eksternal, internal, dan basis cairan (rangka hidrostatis), walaupun sistem rangka hidrostatis dapat pula dikelompokkan secara terpisah dari dua jenis lainnya karena tidak adanya struktur penunjang.

Sistem rangka adalah sistem yang memiliki fungsi untuk menyimpan bahan mineral, tempat pembentukan sel darah, tempat melekatnya otot rangka, melindungi tubuh yang lunak dan menunjang tubuh. Terdiri dari tengkorak, tulang rusuk, tulang belakang, rangka penopang tulang bahu, rangka penopang tulang pinggul, tulang anggota badan atas dan bawah.

Fungsi Kerangka adalah untuk memberikan bentuk keseluruhan bagi tubuh, menjaga agar organ tubuh tetap berada di tempatnya, melindungi organ-organ tubuh seperti otak, jantung, dan paru-paru, untuk bergerak ketika dikehendaki otot dan menghasilkan sel darah di dalam sumsum tulang.

Tulang-tulang dalam tubuh membentuk sistem rangka. Kemudian sistem rangka ini bersama-sama menyusun kerangka tubuh. Sistem rangka membentuk dasar dari tubuh manusia. Semua organ-organ, daging, darah, otot, cair dan udara semuanya terkandung dalam tubuh dan memiliki kestabilan dan kekuatan tertentu karena tulang - tulang dalam tubuh membentuk sistem rangka. Tulang-tulang ini didukung oleh sumsum tulang, yang dihasilkan oleh bentuk energi paling murni di dalam tubuh.

Kerangka tubuh manusia terletak di dalam tubuh ditutupi oleh kulit dan daging sehingga disebut rangka dalam. Rangka berfungsi untuk menunjang tubuh dan memberi bentuk tubuh, sebagai tempat melekatnya otot-otot rangka. Rangka juga berfungsi sebagai alat gerak pasif dan pelindung

bagian tubuh yang lunak. Ronggatulang pada rangka manusia yang bersumsum merah merupakan pusat penghasil sel-sel darah.

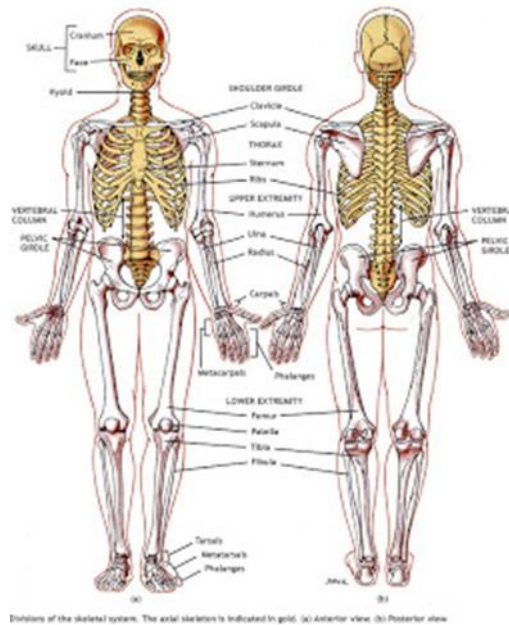
Rangka manusia terdiri dari ± 206 ruas tulang yang mempunyai ukuran dan bentuk yang bervariasi. Rangka pada bagian anggota tubuh manusia memiliki berbagai macam fungsi, seperti contohnya sebagai berikut : memberi bentuk tubuh, melindungi bagian-bagian tubuh yang lemah, menegakkan tubuh, tempat melekatnya otot-otot rangka, sebagai alat gerak pasif, sebagai tempat produksi sel-sel darah merah, sebagai tempat cadangan kalsium dan fosfat. Tulang-tulang penyusun rangka dikelompokkan menjadi tulang tengkorak, tulang pembentuk tubuh dan tulang anggota gerak. Anggota gerak dikelompokkan menjadi anggota gerak atas dan anggota gerak bawah. Tulang anggota gerak atas terdiri dari lengan, tulang hasta, tulang pengumpil, tulang pergelangan tangan, tulang telapak tangan dan tulang jari tangan. Tulang anggota gerak bawah terdiri dari tulang paha, tulang kering, tulang betis, tulang pergelangan kaki, tulang telapak kaki dan tulang jari kaki. Susunan dan bentuk tulang anggota gerak atas sesuai dengan fungsi lengan, misalnya untuk mengangkat, melempar, memukul, memegang, menggenggam, memungut, dan menjemput. Tulang Anggota gerak bawah memiliki bentuk dan susunan tulang anggota gerak bawah lebih disesuaikan untuk berjalan, berlari, dan menahan beban tubuh. Rangka manusia dibentuk dari tulang tunggal atau gabungan (seperti tengkorak) yang ditunjang oleh struktur lain seperti ligamen, tendon, otot, dan organ lainnya.

B. Fungsi Sistem Rangka

Secara umum guna rangka adalah sebagai berikut :

1. Untuk menegakan tubuh serta menentukan bentuk tubuh.
2. Melindungi jaringan lunak yang mudah rusak, misalnya otak, jantung, paru-paru, hati, dan jaringan saraf tulang belakang.
3. Tempat melekatnya otot-otot rangka.
4. Tempat pembentukan sel darah merah, keping darah dan sel darah putih.

5. Bersama-sama dengan otot merupakan alat gerak. Rangka disebut alat gerak pasif, sedangkan otot disebut alat gerak aktif.



Gambar 1. Rangka tubuh manusia tersusun dari 206 tulang (ediciones, 1994)

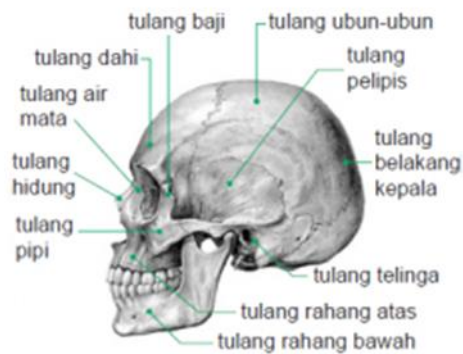
C. Struktur dan Pengelompokan Rangka Tubuh Manusia

Secara garis besar, rangka (skeleton) manusia dibagi menjadi dua, yaitu rangka aksial dan rangka apendikuler (anggota tubuh).

1. Rangka Aksial

a. Tulang Tengkorak

Tulang tengkorak berbentuk bulat, sebagian besar tersusun atas tulang-tulang yang pipih. Antara tulang yang satu dengan tulang yang lainnya bersambungan sangat kuat. Fungsi dari tulang kepala (tengkorak) adalah melindungi otak yang merupakan organ tubuh yang sangat penting. Tulang-tulang pada bayi yang baru dilahirkan akan terasa lunak dan belum berkaitan erat dan rapat. Namun seiring berjalannya waktu, tulang-tulang tengkorak mengalami pertumbuhan dan bertambah besar, menyatu dan tidak dapat digerakkan. Tulang tengkorak dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu tulang bagian kepala dan bagian muka.



Gambar 2. Tulang tengkorak dilihat dari samping.

2) Tulang Wajah

Tulang Wajah, tersusun oleh tulang-tulang :

- 2 tulang rahang atas (*os maxillare*) : Iletaknya di bawah hidung diatas rahang bawah, rahang atas sebagai tempat tumbuhnya gigi atas. Fungsinya untuk tempat proses masuknya makanan dan proses awal makanan. Istilah tulang rahang atas secara umum digunakan untuk keseluruhan struktur yang membentuk rongga mulut. Fungsinya membuka dan menutup mulut, menyusun sebagian dari hidung dan langit-langit.
- 2 tulang rahang bawah (*os mandibulare*): menempel pada tulang tengkorak bagian temporal. hal tersebut merupakan satu-satunya hubungan antar tulang dengan gerakan yang lebih bebas.
- 2 tulang pipi(*os zygomaticum*) : membentuk struktur pipi di wajah dan bersamaan tulang pelipis melindungi mata. Tulang ini berbatasan langsung dengan tulang frontal, tulang sphenoid, tulang temporal, dan tulang maksila. Lengkungan pada tulang pipi dan pelipis sebagai tempat melekatnya mata.
- 2 tulang langit-langit (*os pallatum*): • menyusun sebagian dari rongga hidung dan bagian atas dari atap rongga mulut

- 2 tulang hidung (*os nasale*) : membentuk batang hidung, dua tulang lonjong kecil dengan keragaman ukuran dan bentuk. Tulang ini terhitung cukup panjang dibanding tulang wajah lainnya, letak tulang hidung berdampingan dibagian tengah dan atas wajah. Tulang ini berfungsi membentuk hidung kita.
- 2 tulang air mata (*os lacrimale*) : tulang terkecil di wajah, tulang ini membentuk dinding rongga mata bagian tengah didekat hidung, tulang air mata terletak didekat kantung air mata. Tulang ini berfungsi sebagai melekatnya mata dan melindungi mata dari benturan.
- 1 tulang mata bajak (*os vomer*)
- 1 tulang lidah (*os hyoideus*)

3) Tulang Tempurung

Tulang bagian tempurung tersusun oleh tulang-tulang :

- 1 tulang dahi (*os frontalis*) : letaknya didepan bagian tengkorak =, bentuk tulang pipih, membentuk bagian atas soket mata, soket mata sendiri merupakan rongga tempat berdiamnya bola mata. Fungsi tulang dahi untuk melindungi otak bagian depan.
- tulang ubun-ubun (*os parietalis*) : berjumlah 2 terletak di kedua sisi kepala, serta menyatu di tengah-tengah, tulang ini letaknya tepat di belakang tulang frontal bagian tengah atas hingga ke bagian belakang. Fungsinya sebagai pelindung otak bagian tengah dan belakang.
- tulang kepala belakang (*os occipetalis*) : terletak dibagian belakang kepala berada diantara tulang ubun-ubun dan tulang pelipis bentuknya pipih, terdapat sebuah lubang yang menjadi tempat lewatnya saraf tulang belakang agar bisa terhubung ke otak. Fungsi tulang kepala belakang untuk melindungi otak bagian belakang.

- tulang baji (os sphenoidalis) : letaknya dibawah tulang frontal/ diantara tulang pelipis dan tulang dahi, tulang ini termasuk dalam tulang yang berbentuk ireguler dan pipih. Fungsinya sebagai pelindung otak dan berperan sebagai dasar tulang tengkorak.
- tulang tapis (os ethmoidalis)
- 2 tulang pelipis (os temporalis) : terletak di tulang tempurung kepala diatas tulang pipi. Tulang temporal masuk kedalam tulang yang membentuk ireguler. Tulang ini berjumlah 2 masing-masing disisi kanan dan kiri, tulang tengkorak. Fungsinya untuk melindungi lobus froto temporalis dan otak, selain itu tulang pelipis sebagai tempat melekatnya otot temporalis dan tempat dinding rongga orbita.

b. Tulang Belakang

Tulang belakang berfungsi untuk menyangga tengkorak dan sebagai tempat perlekatan tulang-tulang rusuk, melindungi saraf, penopang tubuh manusia, menghasilkan sel darah merah, peredam getaran, pelindung organ utama. Ruas-ruas tulang belakang terdiri atas 33 buah ruas tulang yang terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu :

- 7 ruas tulang leher (*vertebrae cervicales*) : bagian paling atas setelah tulang atlas. Fungsinya menyokong leher dan kepala, membentuk struktur leher, terlibat dalam gerakan kepala dan leher, menjaga stabilitas dan mobilitas dari kepala saat bergerak, dan sebagai pelindung bagian saraf serta pembuluh darah.
- 12 ruas tulang punggung (*vertebrae thoracales*) : fungsinya membentuk struktur punggung, penyokong tubuh, sebagai pelindung syaraf tulang belakang.
- 5 ruas tulang pinggang (*vertebrae lumbales*) : fungsinya sebagai penyambung tubuh bagian atas sampai bawah serta sebagai

penyangga organ bawah bagian perut yaitu usus halus dan usus besar.

- 5 ruas tulang kelangkang (*os sacrum*) : tulang yang terletak di atas tulang ekor, fungsinya sebagai penopang tulang belakang/ tulang pinggang, sebagai penopang dan penghubung tulang panggul sebelah kiri dan kanan, penopang tubuh bagian atas saat berlari, duduk, jongkok dan aktivitas lainnya, mempermudah tubuh bergerak.
- ruas tulang ekor (*vertebrae coccigis*) : tulang yang menyangga tulang di area kecil sumsum atau ruas tulang belakang.

c. Tulang Dada

d. Tulang Rusuk

2. Rangka Apendikular

a. Tulang Anggota Gerak Atas

b. Tulang Anggota Gerak Bawah

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dari makalah ini maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Rangka memiliki beberapa fungsi yaitu memberi bentuk tubuh, menegakkan tubuh, sebagai alat gerak pasif, tempat produksi sel-sel darah merah dan melindungi bagian-bagian tubuh yang lemah.
2. Tulang penyusun rangka tubuh terdiri dari tulang anggota badan, tulang tengkorak dan tulang anggota gerak.
3. Berdasarkan bahan penyusunnya tulang dibedakan menjadi dua yaitu tulang keras (osteon) dan tulang rawan (kartilago)
4. Beberapa penyakit dan gangguan pada tulang yaitu fraktura, fisura, riketsia, rakhitis, osteomalasia, osteoporosis dan TBC tulang

BAB V

SISTEM OTOT

A. Pengertian Sistem Otot

Otot merupakan organ tubuh yang mempunyai kemampuan mengubah energi kimia menjadi energi mekanik/gerak sehingga dapat berkontraksi untuk menggerakkan rangka, sebagai respons tubuh terhadap perubahan lingkungan. Otot disebut alat gerak aktif karena mampu berkontraksi, sehingga mampu menggerakkan tulang. Semua sel-sel otot mempunyai kekhususan yaitu untuk berkontraksi.

Otot membentuk 40-50% berat badan; kira-kira 1/3-nya merupakan protein tubuh dan 1/2-nya tempat terjadinya aktivitas metabolik saat tubuh istirahat. Terdapat lebih dari 600 buah otot pada tubuh manusia. Sebagian besar otot-otot tersebut dilekatkan pada tulang-tulang kerangka tubuh, dan sebagian kecil ada yang melekat di bawah permukaan kulit.

Peranan otot (muscle) yang utama ialah sebagai penggerak alat tubuh lain. Hal ini disebabkan oleh sifat otot yang mampu berkontraksi, sedangkan kontraksi dapat berlangsung bila ada rangsangan (stimulus) baik oleh pengaruh saraf atau oleh pengaruh lain. Kontraksi dapat terjadi karena adanya energi kimia berupa ATP yang terbentuk pada sel otot. Kontraksi terjadi sangat dipengaruhi oleh 2 jenis protein yaitu aktin dan myosin. Interaksi dari 2 protein tersebut menyebabkan terjadinya kontraksi pada otot. Gabungan otot berbentuk kumparan dan terdiri dari :

1. Fascia, adalah jaringan yang membungkus dan mengikat jaringan lunak. Fungsi fascia yaitu mengelilingi otot, menyediakan tempat tambahan otot, memungkinkan struktur bergerak satu sama lain dan menyediakan tempat peredaran darah dan saraf.
2. Ventrikel (empal), merupakan bagian tengah yang mengembung.

3. Tendon (urat otot), yaitu kedua ujung yang mengecil, tersusun dari jaringan ikat dan bersifat liat. Berdasarkan cara melekatnya pada tulang, tendon dibedakan sebagai berikut :
 - a. *Origo*, merupakan tendon yang melekat pada tulang yang tidak berubah kedudukannya ketika otot berkontraksi.
 - b. *Inersi*, merupakan tendon yang melekat pada tulang yang bergerak ketika otot berkontraksi.

B. Karakteristik Otot

Tiap serabut otot, banyak dari padanya dikelompokkan merupakan otot, memiliki empat sifat antara lain:

1. Iritabilitas.

Otot memiliki kemampuan menerima dan menanggapi bermacam-macam rangsangan.

2. Kontraktilitas

Bila menerima rangsangan, otot memiliki kemampuan untuk memendek.

3. Ekstensibilitas

Otot memiliki sifat dapat memanjang, baik dalam keadaan aktif maupun pasif.

4. Elastisitas

Bila otot dalam keadaan memendek atau memanjang, otot memiliki kemampuan untuk kembali kepada panjangnya waktu istirahat atau bentuk normal.

C. Fungsi Otot

Tubuh manusia tidak dapat berfungsi tanpa sistem otot. Hampir setiap impuls saraf dikirimkan oleh otak kita dinyatakan sebagai gerakan otot. Fungsi penting dari sistem otot dalam tubuh manusia dijelaskan sebagai berikut:

1. Pergerakan

Otot rangka masing-masing membantu dalam gerakan sadar di setiap bagian tubuh manusia. Kontraksi aktif otot-otot ini terjadi dengan mengeluarkan energi, yang menciptakan kekuatan yang menggerakkan bagian tubuh. Untuk mengatakan itu berbeda, otot dapat dianggap sebagai motorik tubuh, yang mengubah energi kimia dalam makanan ini menjadi kerja mekanik.

2. Postur dan stabilitas

Kerangka manusia terdiri dari tulang dan sendi yang terbentuk di antara mereka. Otot rangka memainkan peran utama dalam menstabilkan kerangka manusia. Mereka juga membantu dalam mempertahankan postur tubuh yang tepat dari tubuh manusia. Jaringan otot mendukung sendi yang terbentuk antara berbagai tulang, memberi mereka stabilitas.

3. Produksi Panas

Seperti telah disebutkan, kontraksi aktif otot membutuhkan energi. Oleh karena itu, otot menggunakan sejumlah besar energi total tubuh. Karena tingkat metabolisme tubuh meningkat, menghasilkan sejumlah besar panas dalam tubuh. Fitur otot ini memegang kepentingan khusus bagi individu yang tinggal di daerah beriklim dingin.

4. Sirkulasi

Otot jantung bertanggung jawab untuk memaksa darah keluar dari jantung dan memompa ke seluruh tubuh manusia. Darah yang terus bergerak dengan gerakan memompa jantung secara reguler, sehingga memasok nutrisi ke setiap jaringan tubuh manusia dan juga menghapus produk limbah.

5. Mendorong Pencernaan

Organ sistem pencernaan manusia seperti kerongkongan, lambung dan usus dilapisi oleh otot polos. Otot-otot ini berkontraksi dan membantu sistem pencernaan untuk mencerna makanan.

D. Bagian-bagian Otot

Pada otot, terdapat bagian-bagian di dalamnya yaitu sebagai berikut :

1. Sarkolema

Sarkolema adalah membrane yang melapisi suatu sel otot yang fungsinya sebagai perlindungan otot.

2. Sarkoplasma

Sarkoplasma adalah cairan sel otot yang fungsinya untuk tempat dimana miofibril dan miofilamen berada.

3. Miofibril

Miofibril merupakan serat-serat pada otot.

4. Miofilamen

Miofilamen adalah benang-benang/filamen halus yang berasal dari miofibril. Miofibril terbagi atas 2 macam, yakni :

- a. Miofilamen Homogen (terdapat pada otot polos)
- b. Miofilamen Heterogen (terdapat pada otot jantung/otot cardiak dan pada otot rangka/otot lurik).

Di dalam miofilamen terdapat protein kontraktile yang disebut aktomiosin (aktin dan miosin), tropopin dan tropomiosin. Ketika otot kita berkontraksi (memendek) maka protein aktin yang sedang bekerja dan jika otot kita melakukan relaksasi (memanjang) maka miosin yang sedang bekerja.

E. Jenis-jenis Otot

1. Otot Polos

Otot polos terdiri dari sel-sel otot polos. Sel otot ini bentuknya seperti gelendongan, dibagian tengah terbesar dan kedua ujungnya meruncing. Otot polos memiliki serat yang arahnya searah panjang sel tersebut miofibril. Serat miofilamen dan masing-masing miofilamen terdiri dari protein otot yaitu aktin dan miosin. Otot polos bergerak secara teratur, dan tidak cepat lelah. Walaupun tidur, otot masih mampu bekerja. Otot polos terdapat pada alat-alat dalam tubuh, misalnya pada:

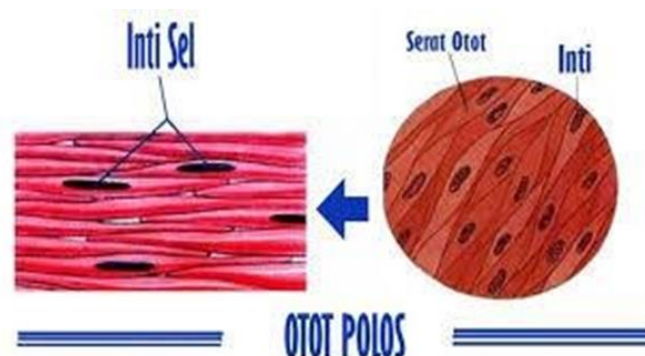
- Saluran-saluran pernapasan
- Dinding saluran pencernaan
- Pembuluh darah
- Saluran kencing dan kelamin

a. Ciri-ciri Otot Polos

- Waktu kontraksi antara 3 sampai 180 detik
- Bentuk dari otot polos seperti perahu
- Terletak pada organ dalam
- Memiliki satu inti sel yang berada ditengah
- Pergerakannya dari otot polos lambat, dan mudah lelah
- Dipengaruhi oleh saraf otonom
- Otot polos biasanya berada pada bagian usus, saluran peredaran darah, otot di saluran kemih
- Tidak diperintah oleh otak atau tidak dipengaruhi oleh otak

b. Cara Kerja Otot Polos

Bila otot polos berkontraksi, maka bagian tengahnya membesar dan otot menjadi pendek. Kerutan itu terjadi lambat, bila otot itu mendapat suatu rangsang, maka reaksi terhadap berasal dari susunan saraf tak sadar (otot involunter), oleh karena itu otot polos tidak berada di bawah kehendak. Jadi bekerja di luar kesadaran kita.



2. Otot Lurik

Otot lurik disebut juga otot rangka atau otot serat lintang . Sel-sel otot lurik berbentuk silindris atau seperti tabung dan berinti banyak,

letaknya di pinggir, panjangnya 2,5 cm dan diameternya 50 mikron. Sel otot lurik ujungnya sel nya tidak menunjukkan batas yang jelas dan miofibril tidak homogen akibatnya tampak serat-serat lintang. Otot rangka ini memiliki kumpulan serabut yang dibungkus oleh fascia super fasialis. Gabungan otot berbentuk kumparan dan terdiri dari bagian:

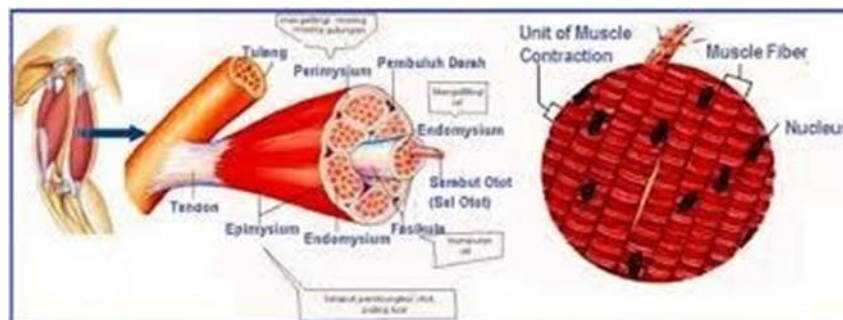
- Ventrikel (empal), merupakan bagian tengah yang menggebu
- Urat otot (tendon), merupakan kedua ujung yang mengecil. Urat otot (tendon) tersusun dari jaringan ikat dan bersifat keras serta liat.

a. Ciri-ciri Otot Lurik

- Bentuk selindris dengan garis gelap terang
- Melekat pada rangka
- Bekerja secara sadar dengan perintah otak
- Cepat dan mudah lelah
- Bentuk yang panjang
- Memiliki banyak inti sel (multi sel)
- Mempunyai pigmen myoglobin
- Inti sel yang berada di tepi

c. Cara Kerja Otot Lurik

Bila otot lurik berkontraksi, maka menjadi pendek dan setiap serabut turut dengan berkontraksi. Otot-otot jenis ini hanya berkontraksi jika di rangsang oleh rangsangan saraf sadar (otot valunter). Kerja otot lurik adalah bersifat sadar, karena itu disebut otot sadar, artinya bekerja menurut kemauan, karena itu di sebut otot sadar, artinya bekerja menurut kemauan atau perintah otak. Reaksi kerja otot lurik terhadap perangsang cepat tapi tidak tahan kelelahan.



3. Otot Jantung

Otot jantung merupakan otot “istimewa”. Otot ini bentuknya seperti otot lurik perbedaannya ialah bahwa serabutnya bercabang dan bersambung satu sama lain. Berciri merah khas dan tidak dapat dikendalikan kemauan. Kontraksi tidak di pengaruhi saraf, fungsi saraf hanya untuk percepat atau memperlambat kontraksi karena itu disebut otot tak sadar. Otot jantung di temukan hanya pada jantung (kor), mempunyai kemampuan khusus untuk mengadakan kontraksi otomatis dan gerakan tanpa tergantung pada ada tidaknya rangsangan saraf. Cara kerja otot jantung ini disebut miogenik yang membedakannya dengan neurogenik (Ville,1984).

a. Ciri-ciri Otot Jantung

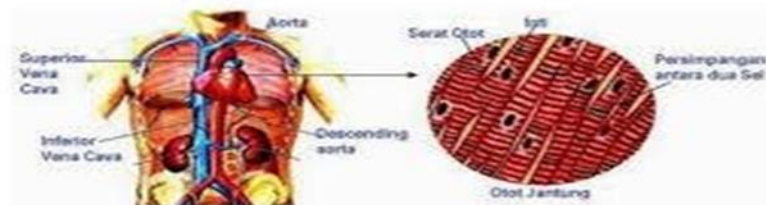
- Otot jantung yang berbentuk silindris
- Memiliki percabangan disebut sinsitium
- Otot Jantung terletak pada jantung
- Memiliki satu Inti sel yang berada ditengah
- Bekerja tanpa kesadaran manusia
- Bekerja terus menerus dan tak membutuhkan istirahat

c. Cara Kerja Otot Jantung

Otot jantung bekerja secara terus menerus dan ketika sedang memompa darah ditandai dengan adanya detak jantung. Seperti yang anda ketahui bahwa jika otot jantung ini tidak bekerja secara terus menerus dan ditandai dengan hilangnya detak jantung, maka makhluk hidup itu dikatakan mati. Dalam melakukan fungsinya, otot jantung membutuhkan energy untuk berkontraksi yang biasa disebut dengan ATP dan sebelum dipakai, senyawa ini dipecah menjadi ADP dan juga P inorganic. Sumber energy otot jantung lainnya yaitu glikogen yang disimpan dalam otot. Senyawa ini akan dipecah dengan bantuan enzim untuk mengubah ADP menjadi ATP.

Otot jantung bekerja dengan kontraksi secara terus menerus yang dikoordinasi mulai dari sel otot hingga ke bagian serambi dan juga bilik ke pembuluh darah baik itu bagian kiri maupun bagian kanan paru-paru. Nah, untuk fungsi dan cara kerja otot jantung dapat berjalan dengan baik ketika suplai darah dalam jumlah cukup agar oksigen dan juga nutrisi agar dapat tersebar ke seluruh tubuh manusia.

Otot Jantung



F. Sifat Kerja Otot

Sifat kerja otot dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Antagonis

Otot antagonis adalah dua otot atau lebih yang tujuan kerjanya berlawanan. Jika otot pertama berkontraksi dan yang kedua berelaksasi, akan menyebabkan tulang tertarik atau terangkat. Sebaliknya, jika otot pertama berelaksasi dan yang kedua berkontraksi akan menyebabkan tulang kembali ke posisi semula. Contoh otot antagonis adalah otot bisep dan trisep.

Antagonis juga adalah kerja otot yang kontraksinya menimbulkan efek gerak berlawanan, contohnya adalah :

- a. Ekstensor (meluruskan) dan fleksor (membengkokkan), misalnya otot trisep dan otot bisep.
- b. Abduktor (menjauhi badan) dan adductor (mendekati badan) misalnya gerak tangan sejajar bahun dan sikap sempurna.

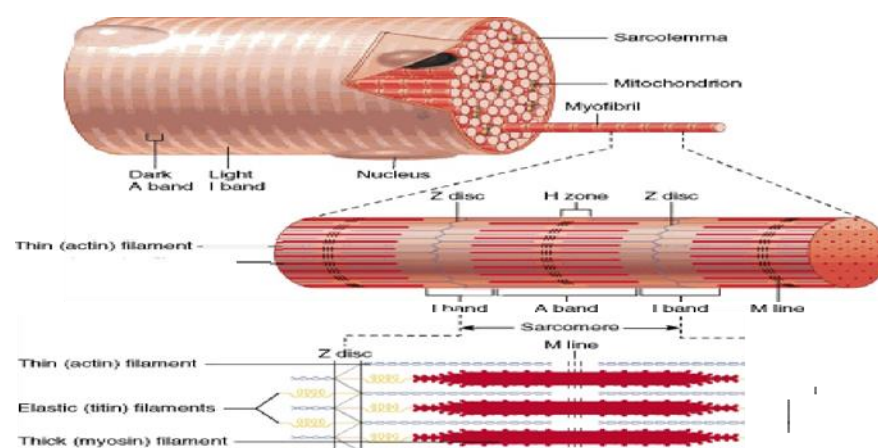
- c. Depresor (ke bawah) dan adduktor (ke atas), misalnya gerak kepala merunduk dan menengadah.
- d. Supinator (menengadah) dan pronator (menelungkup), misalnya gerak telapak tangan menengadah dan gerak telapak tangan menelungkup.

2. Sinergis

Otot sinergis adalah dua otot atau lebih yang bekerja bersama-sama dengan tujuan yang sama. Jadi, otot-otot itu berkontraksi bersama dan berelaksasi bersama. Misalnya, otot-otot antar tulang rusuk yang bekerja bersama ketika kita menarik napas, atau otot pronator, yaitu otot yang menyebabkan telapak tangan menengadah atau menelungkup. Apabila otot berkontraksi, maka otot akan menarik tulang yang dilekatinya sehingga tulang tersebut bergerak pada sendi yang dimilikinya.

G. Mekanisme Gerakan Otot

Otot yang dapat menggerakkan rangka adalah otot yang melekat pada rangka. Garis-garis gelap dan terang pada otot rangka adalah **miofibril** yang merupakan sumber kekuatan otot dalam melakukan gerakan kontraksi, karena massa utamanya adalah serabut.



Zona Z merupakan bagian tumpang tindih dua molekul protein filamen otot, yaitu aktin dan miosin. Protein otot yang tersusun atas aktin dan

miosin disebut **aktomiosin**. Protein kompleks inilah yang merupakan komponen terbesar dari bahan penyusun otot. Pada saat serabut otot berkontraksi terjadilah perubahan panjang zona Z dan zona H. jika otot berkontraksi maksimum, ukuran otot dapat 20 % lebih pendek dari ukuran saat berelaksasi.

Dari hasil penelitian dan pengamatan dengan mikroskop electron dan difraksi sinar X, Hansen dan Huxly (1995) mengemukakan teori kontraksi otot yang disebut model sliding filaments. Model ini menyatakan bahwa kontraksi didasarkan adanya dua set filamen di dalam sel otot kontraktikl yang berupa filamen aktin dan filame miosin. Rangsangan yang diterima oleh asetikolin menyebabkan aktomiosin mengerut (kontraksi). Kontraksi ini memerlukan energi. Pada waktu kontraksi, filamen aktin meluncur diantara miosin ke dalam zona H (bagian terang diantara 2 pita gelap).

Dengan demikian serabut otot menjadi memendek yang tetap panjangnya ialah ban A (pita gelap), sedangkan ban I (pita terang) dan zona H bertambah pendek waktu kontraksi. Ujung miosin dapat mengikat ATP dan menghidrolisisnya menjadi ADP. Beberapa energi dilepaskan dengan cara memotong pemindahan ATP ke miosin yang berubah bentuk ke konfigurasi energi tinggi. Miosin yang berenergi tinggi ini kemudian mengikatkan diri dengan kedudukan khusus pada aktin membentuk jembatan silang. Kemudian simpanan energi miosin dilepaskan, dan ujung miosin lalu beristirahat dengan energi rendah, pada saat inilah terjadi relaksasi. Relaksasi ini mengubah sudut perlekatan ujung miosin menjadi miosin ekor. Ikatan antara miosin energi rendah dan aktin terpecah ketika molekul baru ATP bergabung dengan ujung miosin. Kemudian siklus tadi berulang lagi.

H. Anatomi Otot Manusia

1. Otot Kerangka

Sebagian besar otot tubuh melekat pada rangka, bergerak secara aktif sehingga dapat menggerakkan bagian kerangka dalam suatu garak tertentu. Jadi otot kerangka merupakan alat yang menguasai gerak aktif

dan memelihara sikap tubuh. Dalam keadaan istirahat keadaanya tidak kendur sama sekali, tetapi mempunyai ketegangan sedikit yang disebut tonus.

2. Otot Bagian Kepala

Otot bagian kepala di bagi menjadi 5 bagian yaitu :

a. Otot pundak kepala, dibagi menjadi dua bagian yaitu :

- 1) Muskulus frontalis : berfungsi mengerutkan dahi dan menarik dahi mata.
- 2) Oksipitalis, terletak dibagian belakang yang berfungsi menarik kulit belakang.

b. Otot Wajah

- 1) Otot mata dan otot bola mata sebanyak 4 buah.
- 2) M.Oblikus Okuli/ otot bola mata sebanyak 2 buah.
- 3) M. Orbikularis Okuli/ otot lingkaran mata yang terdapat di sekeliling mata yang berfungsi sebagai penutup mata.
- 4) M.Levator Palpebra Superior, terdapat pada kelopak mata yang berfungsi menarik, mengangkat, kelopak mata atas.

c. Otot Mulut Dan Pipi

- 1) M.Triangularis dan M. Orbikularis/ otot sudut mata berfungsi menarik sudut mulut kebawah.
- 2) M.Quadratus Labii Superior/ otot bibir atas yang mempunyai origo pinggir lekuk mata menuju bibir atas dan hidung
- 3) M. Quadratus Labii Inferior, terdapat pada dagu, lanjutan otot leher berfungsi menarik bibir kebawah dan membentuk mimik muka kebawah
- 4) M.Buksinator yang membentuk dinding samping rongga mulut berfungsi menahan makanan waktu mengunyah.
- 5) M.Zigomatikus/otot pipi yng berfungsi mengangkat dagu mulut ke atas waktu senyum

d. Otot Pengunyah, bekerja pada waktu mengunyah

- 1) M. Maseer yang berfungsi mengangkat rahang bawah pada waktu mulut terbuka.
- 2) M. Temporalis yang berfungsi menarik rahang bawah ke atas dan ke belakang. M. Pterigoid internus dan eksternus yang berfungsi menarik rahang bawah ke depan.

e. Otot Lidah

- 1) M. Genioglossus yang berfungsi mendorong lidah ke depan.
- 2) M. Stiloglossus yang berfungsi menarik lidah ke atas dan ke belakang.

3. Otot Leher

Otot bagian leher bagi menjadi 3 bagian yaitu :

- a. M. Platisma, terdapat disamping leher menutupi sampai bagian dada. yang berfungsi menekan mandibula, menarik bibir kebawah dan mengerutkan kuli bibir.
- b. M. Sternokleido mastoid terdapat disamping kiri kanan leher yang berfungsi menarik kepala ke samping, ke kiri, ke kanan, memutar kepala,
- c. M. Longisimus Kapitis, terdiri dari splenius dan semispinalis kapitis, ketiganya terdapat dibelakang leher dengan fungsi untuk menarik kepala belakang dan menggelengkan kepala.

4. Otot Dada

Otot dada terdiri atas 5 bagian yaitu :

- a. Pectoralis Mayor (otot dada besar), yang berfungsi dapat memutar lengan kedepan dan menegakkan, menarik lengan melalui dada dan merapatkan lengan kedalam.
- b. Pectoralis Minor (otot dada kecil), yang berfungsi menarik lengan belikat dan menekankan bahu.
- c. Subklavikula (otot bawah selangka), yang berfungsi menekankan tulang selangkanagan disendi disebelah tulang dada dan menekan sendi bahu kebawah dan kedepan

- d. Seratus Anterior (otot gergaji depan). Berpangkal di tulang iga 1-9.
- e. Otot dada sejati, yaitu otot- otot sela iga luar dan otot- otot sela iga dalam, yang berfungsi mengangkat dan menurunkan iga waktu bernafas.

5. Otot Perut

Otot perut terdiri atas 4 bagian :

- a. M. Abdominalis internal (dinding perut) dan Linea alba, garis tengah dinding perut.
- b. Lapisan sebelah luar sekali dibentuk oleh M. Obliquus Eksternus Abdominis (otot miring luar).
- c. Lapisan kedua dibawah otot dibentuk oleh otot perut dalam/ Muskulus Oblique Internus Abdominis. Serabut menuju miring keatas dan ketengah.
- d. M. Transversus Abdominis, merupakan xifoid menuju artikule ke costa III terus ke simfisis.

6. Otot Bahu Dan Lengan

a. Otot Bahu

Hanya terdiri dari sebuah sendi saja dan membungkus tulang pangkal lengan dan tulang belikat akromion yang teraba dari luar.

- 1) M. Deltoid (otot segitiga), fungsinya mengangkat lengan sampai mendarat.
- 2) M.Subskapularis (otot depan tulang belikat), fungsinya menegahkan dan memutar tulang humerus kedalam.
- 3) M.Supraspinatus (otot atas balung tulang belikat), fungsinya mengangkat lengan dan Infraspinatus (otot bawah balung tulang belikat), fungsinya memutar lengan keluar.
- 4) M. Teres Mayor (otot lengan bulat besar), fungsinya memutar lengan kedalam dan M. Teres Minor (otot lengan belikat kecil), fungsinya memutar lengan luar

b. Otot- Otot Pangkal Lengan Atas

- 1) M. Biceps Brachii (otot lengan berkepala dua), fungsinya membengkokkan lengan bawah siku, mrtakan hasta dan mengangkat lengan.
- 2) M. Brachialis (otot lengan dalam), fungsinya mmbengkokkan lengan bawah siku.
- 3) M. Karako Brachialis, fungsinya mengangkat lengan

BAB VI

SISTEM ENDOKRIN

A. Pengertian sistem Endokrin

Dalam tubuh manusia terdapat kelenjar, enzim dan beberapa bagian penting yang mempengaruhi kestabilan tubuh. Salah satu kelenjar endokrin. Kelenjar ini merupakan kelenjar yang tersusun atas susunan sel mikro yang sangat sederhana yang terdiri atas jaringan ikat halus yang mengandung pembuluh kapiler.

Kelenjar endokrin adalah sebuah organ yang memproduksi zat aktif (hormone), yang dilepaskan melalui darah. Zat aktif ini akan mengatur kerja sebuah organ atau bahkan beberapa organ sekaligus. Sifat kerja hormone adalah bekerja sebagai control umpan balik, bekerja pada spesifik target, dan memiliki mekanisme kerja tertentu.

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).

Sistem endokrin terbagi menjadi beberapa kelenjar endokrin yang jika dalam satu kesatuan disebut dengan sistem endokrin. Jadi, sistem endokrin merupakan gabungan dari beberapa kelenjar endokrin. Kelenjar endokrin itu sendiri ada yang menghasilkan satu macam hormon tunggal, dan juga menghasilkan beberapa hormone ganda.

B. Fungsi Sistem Endokrin

Sistem endokrin berfungsi untuk mempertahankan homeostasis selama istirahat dan olahraga. Saraf dan sistem endokrin juga bekerja sama untuk memulai dan mengendalikan gerakan, dan semua gerakan yang melibatkan

proses fisiologis. Dimana sistem saraf bertindak cepat (hamper seketika) menyampaikan pesan impulls saraf , sistem endokrin memiliki respon lebih lambat tapi lebih tahan lama dari impuls sistem saraf.

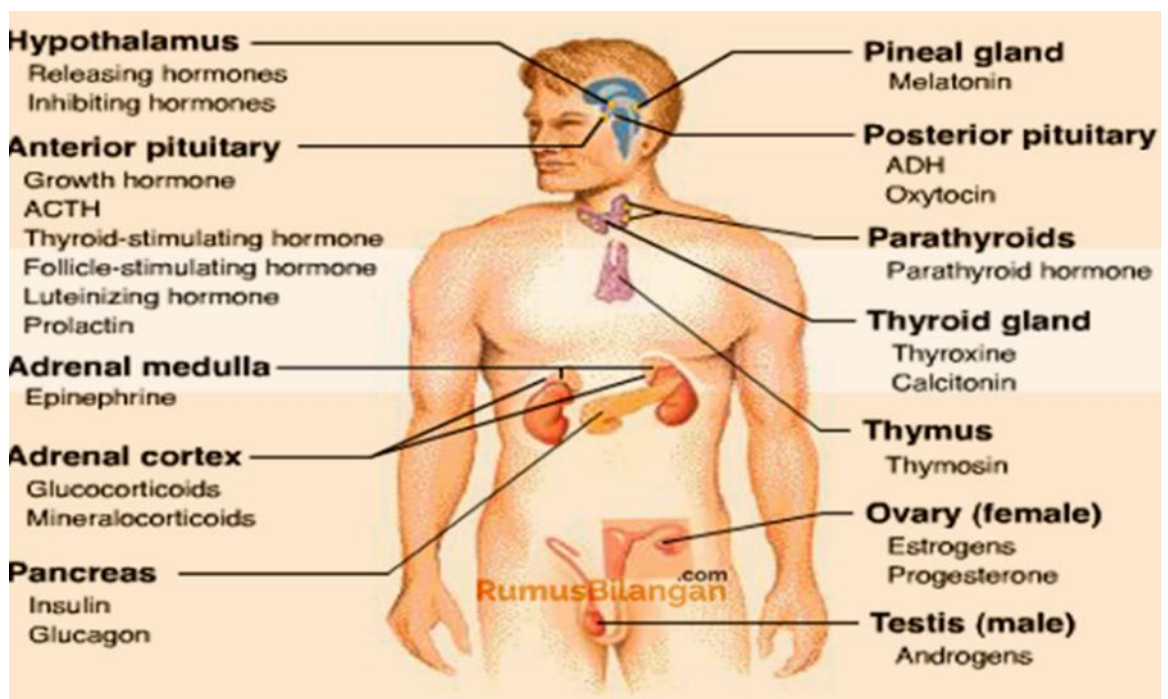
Sistem endokrin mengatur pertumbuhan, perkembangan dan reproduksi dan menambah kapasitas tubuh untuk menangani stress fisik dan psikologis. Secara keseluruhan, masing-masing kelenjar yang terdapat dalam tubuh memiliki fungsi yang berbeda-beda tergantung dari mana kelenjar tersebut dihasilkan. Akan tetapi, secara umum fungsi kelenjar endokrin adalah:

1. **Penghasil Hormon** – Kelenjar endokrin bertugas untuk menghasilkan berbagai macam jenis hormon yang nantinya akan disalurkan ke darah apabila diperlukan oleh jaringan tubuh tertentu.
2. **Mengontrol Aktivitas** – Kelenjar endoktrin bertugas untuk mengontrol aktivitas dari kelenjar tubuh agar dapat berfungsi dengan normal dan maksimal.
3. **Merangsang Aktivitas** – Kelenjar endoktrin juga bertugas untuk merangsang aktivitas kelenjar tubuh untuk kemudian disampaikan ke sistem saraf dan menciptakan suatu efek dari rangsangan tersebut.
4. **Pertumbuhan Jaringan** – Kelenjar endoktrin juga mempengaruhi pertumbuhan jaringan pada manusia agar jaringan tersebut berfungsi maksimal.
5. **Mengatur Metabolisme** – Kelenjar endoktrin juga berfungsi untuk mengatur metabolisme dalam tubuh, sistem oksidasi tubuh serta bertugas untuk meningkatkan absorpsi glukosa dalam tubuh dan pada usus halus.
6. **Metabolisme Zat** – Kelenjar endoktrin bertugas untuk mempengaruhi fungsi metabolisme lemak, vitamin, metabolisme protein, mineral, air dan hidrat aranga dalam tubuh untuk agar optimal.

Sedangkan fungsi dari hormone adalah :

1. Mengendalikan proses-proses dalam tubuh manusia seperti proses metabolisme, proses oksidatif, perkembangan seksual.
2. Menjaga keseimbangan fungsi tubuh (homeostasis).

Pada umumnya, sistem hormonal (sistem endokrin) terutama berhubungan dengan pengaturan sebagai fungsi metabolisme tubuh, mengatur kecepatan reaksi kimia di dalam sel atau transpor zat-zat melalui membran aspek-aspek metabolisme sel lainnya seperti pertumbuhan dan sekresi.



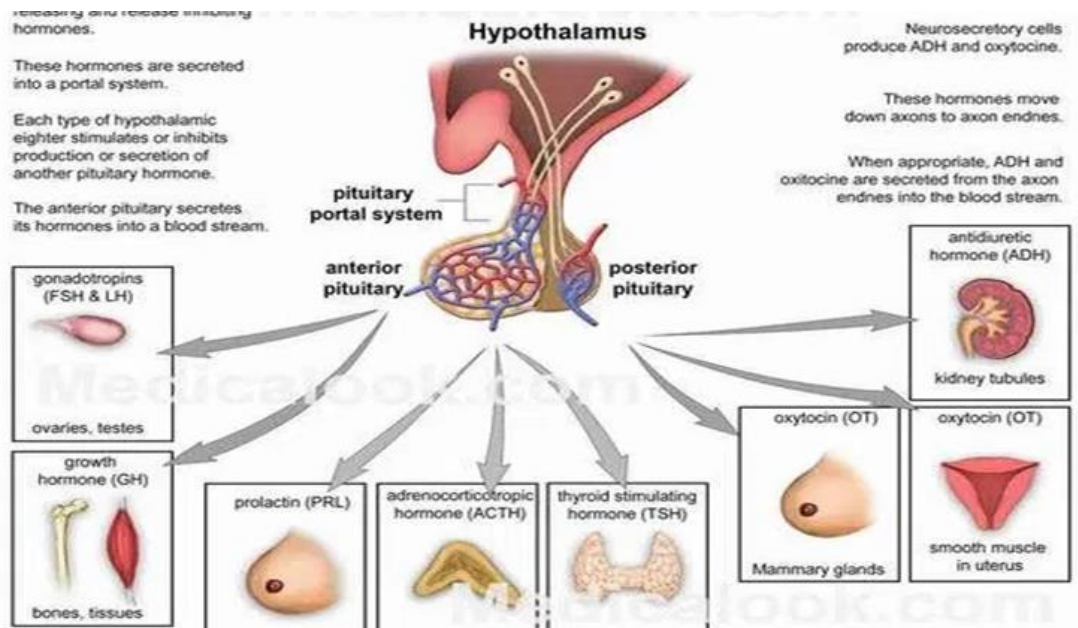
Gambar Sistem Endokrin

C. Kelenjar pada Sistem Endokrin Manusia

Pada sistem endokrin terdapat beberapa kelenjar yaitu :

1. Kelenjar Hipofisis (pituitari)

Merupakan kelenjar kecil, garis tengahnya kurang dari 1 cm dan berat sekitar 0,5 sampai 1 gram yang terletak dalam sel latursica pada basis otak dan dihubungkan dengan hipotalamus oleh tangkai pituitaria atau infundibulum hipotalamus



Pembagian hormon hipofisis secara fisiologis dibagi dalam dua bagian :

a. Hipofisis anterior (adehipofisis)

Hipofisis anterior, juga dikenal sebagai adehipofisis. Sekresi hipofisis anterior diatur oleh hormon yang dinamakan “releasing” dan “inhibitory hormones (“ faktor”) hipotalamus” yang disekresi dalam hipotalamus sendiri dan kemudian dihantarkan ke hipofisis anterior melalui pembuluh darah kecil yang dinamakan pembuluh portal hipotalamik-hipofisial. Kelenjar hipofisis anterior terdiri atas beberapa jenis sel. Pada umumnya, terdapat satu jenis sel untuk setiap jenis untuk setiap sel jenis hormon yang dibentuk pada kelenjar ini dengan teknik perawatan khusus, berbagai jenis sel ini dapat dibedakan satu sama lain. Satu-satunya kemungkinan pengecualiannya adalah sel dari jenis yang sama mungkin menyekresi hormon luteinisasi dan hormon perangsang folikel.

b. Hipofisis posterior.

Hipofisis posterior, juga dikenal sebagai sebagai neurohipofisis. Sekresi hipofisis posterior diatur oleh serabut saraf yang berasal dari hipotalamus dan berakhir pada hipofisis posterior.

Kelenjar hipofisis posterior, juga dinamakan neurohipofisis, terutama terdiri atas sel-sel seperti sel glia yang dinamakan pituisis. Akan tetapi, pituisis tidak menyekresi hormon, mereka bekerja sebagai struktur penyokong untuk serabut saraf terminal yang jumlahnya banyak dan ujung-ujung saraf terminal dari traktus saraf yang berasal dari nuklei suproaptikus dan paraventrikularis hipotalamus. Traktus-traktus ini berjalan ke neurohipofisis melalui infudibulum hipotalami. Ujung-ujung saraf merupakan tombol-tombol bolusa yang terletak pada permukaan kapiler, tempat mereka menyekresi hormon-hormon hipofisis posterior:

- 1) Hormon antidiuretik (ADH), juga dinamakan vasopresin dan
- 2) Oksitosin. Kedua hormon ini merupakan polipeptida kecil, masing-masing mengandung sembilan asam amino. Mereka identik satu sama lain kecuali untuk dua asam amino.

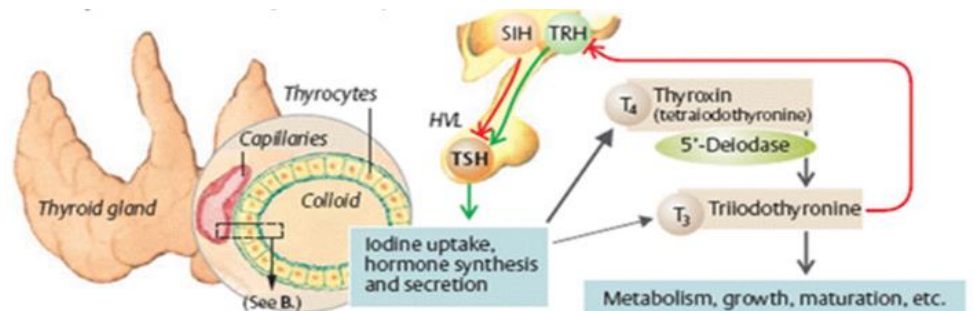
Hipotalamus menghasilkan :

- 1) Releasing hormon (RH) : merangsang hipofisis anterior
- 2) Inhibitory hormon (IH) : menghambat hipofisis anterior

Jadi ada RH dan IH yang spesifik untuk masing-masing hormon hormon. Misalnya : ada GH-RH dan GH-IH dll.

2. Kelenjar Tiroid

Kelenjar tiroid terdiri dari dua lobus lateral yang dihubungkan melalui sebuah istmus yang sempit. Organ terletak di atas permukaan anterior kartilago trachea, tepat di bawah laring.



a. Pembentukan dan pelepasan

Kelenjar tiroid mendeteksi dua jenis hormone, yaitu :

- Tiroksin atau tetraiodotironin (T4), 90% dari seluruh sekresi kelenjar tiroid
- Triiodotironin (T3), sekresi dalam jumlah kecil

b. Efek fisiologis hormone tiroid

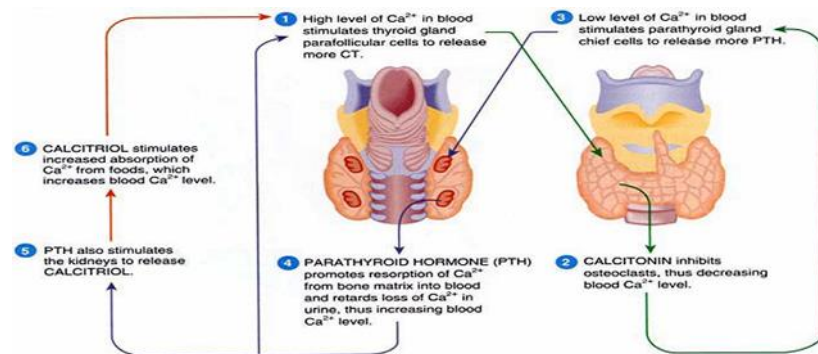
- Meningkatkan laju metabolik hampir semua sel tubuh dengan menstimulasi konsumsi oksigen dan memperbesar pengeluaran energi, terutama dalam bentuk panas
- Untuk pertumbuhan dan maturasi normal tulang dan gigi, jaringan ikat serta jaringan syaraf

c. Abnormalis sekresi

- Hipotiroidisme, mengakibatkan penurunan aktivitas metabolic, konstipasi, letargi, reaksi mental lambat dan peningkatan simpanan lemak pada anak kecil mengakibatkan retardasi mental (kretinisme)
- Hipertiroidisme, mengakibatkan aktivitas metabolic meningkat, berat badan turun, gelisah, tremor, diare, frekwensi jantung meningkat. Hipertiroidisme berlebihan dapat mengakibatkan goiter eksoftalmik dengan gejala berupa pembekakan

3. Kelenjar Paratiroid

Kelenjar paratiroid adalah empat organ kecil yang masing-masing berukuran sebesar biji apel, terletak pada permukaan terior kelenjar tiroid dan dipisahkan dari kelenjar tiroid oleh kapsul jaringan ikat. Selama bertahun-tahun telah diketahui bahwa peningkatan aktifitas kelenjar paratiroid menyebabkan absorpsi garam-garam kalsium yang cepat dari tulang dengan akibat hiperkalsemia pada cairan ekstrasel; sebaliknya, hipofungsi kelenjar paratiroid menyebabkan hipokalsemia, sering dengan akibat tetani. Hormone paratiroid juga penting pada metabolisme posfat serta metabolisme kalsium.



a. Anatomi Fisiologi Kelenjar Paratiroid

Dalam keadaan normal terdapat empat kelenjar paratiroid pada manusia; kelenjar ini terletak tepat di belakang tiap kutub atas dan tiap di belakang kutub bawah setiap kelenjar tiroid. Setiap kelenjar paratiroid kira-kira panjang 6 mm, lebar 3 mm, dan tebal 2 mm dan mempunyai gambaran makroskopik lemak coklat tua; oleh karena itu kelenjar paratiroid sukar ditentukan tempatnya.

Kelenjar paratiroid manusia dewasa mengandung sel-sel utama dan oksifil, tetapi sel oksifil tidak terdapat pada banyak binatang dan manusia muda. Sel utama mensekresi sebagian besar hormon paratiroid. Fungsi sel oksifil tidak diketahui, mungkin mereka merupakan sel utama yang sudah tua yang tetap mensekresi sedikit hormone.

b. Efek Fisiologis

Paratiroid mengendalikan keseimbangan kalsium dan Fosfat dalam tubuh melalui peningkatan kadar fosfat darah.

- Ion kalsium sangat penting untuk pembentukkan tulang dan gigi, koagulasi darah, kontraksi otot, dan kemampuan neuromuskular yang normal.
- Ion fosfat sangat penting untuk metabolisme seluler, sistem buffer asam basa tubuh, juga sebagai komponen nukleotida dan membrane sel.

c. Abnormalitas sekresi

- **Hipersekresi** : Penyebab hiperparatiroidisme biasanya adalah tumor dari salah satu kelenjar paratiroid.
- **Hiposekresi**
 - Bila kelenjar paratiroid tidak mensekresi hormone paratiroid dalam jumlah cukup, osteoklast tulang hamper tidak aktif sama sekali
 - Rickets terutama pada anak-anak sebagai akibat defisiensi kalsium atau fosfat dalam cairan ekstrasel. Biasanya disebabkan karena kekurangan kalsium atau fosfat dalam diet.

4. Kelenjar Kalsitonin

Kira-kira 20 tahun yang lalu, ditemukan suatu hormone baru yang mempunyai efek pada kalsium darah yang berlawanan dengan efek hormone paratiroid yang ditemukan pada beberapa binatang rendah, dan mula-mula diduga disekresi oleh kelenjar paratiroid. Hormone ini diberi nama kalsitonin karena ia menurunkan konsentrasi ion kalsium darah. Kalsitonin mengurangi konsentrasi kalsium plasma dalam tiga ara :

- 1) Efek segera untuk mengurangi aktifitas osteoksalat
- 2) Efek kedua, yang dapat dilihat sekitar satu jam, adalah peningkatan aktivitas osteoblastik
- 3) Efek ketiga dan terlama kalsitonin adalah mencegah pembentukan osteoksalat baru dari sel osteoprogenitor.

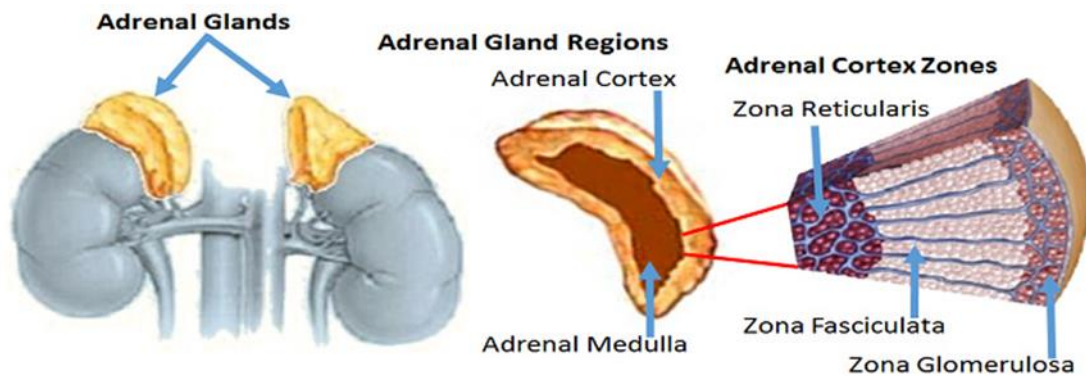
a. Absorpsi Kalsium dan Fosfat

Kalsium sukar diabsorpsi dari saluran pencernaan karena banyak senyawanya relative kurang larut dan juga karena kation bivalen sukar diabsorpsi dengan baik setiap waktu kecuali bila terdapat kalsium berlebihan dalam diet, kalsium cenderung membentuk senyawa kalsium fosfat yang hamper tidak larut sehingga sukar diabsorpsi dan dibuang melalui usus untuk disekresikan ke fase.

b. **Vitamin D dan peranannya pada Absorpsi Kalsium**

Vitamin D mempunyai efek kuat dalam meningkatkan absorpsi kalsium dari saluran pencernaan, ia juga mempunyai efek penting pada pengendapan tulang dan reabsorpsi tulang. Akan tetapi vitamin D sendiri bukan merupakan zat aktif yang sebenarnya menyebabkan efek-efek ini, sebagai gantinya vitamin D pertama kali harus diubah melalui serangkaian reaksi didihidroksikolekalsiferol.

5. **Kelenjar Adrenal**



Kelenjar adrenal adalah dua massa triangular pipih berwarna kuning yang terutama pada jaringan adipose. Organ ini berada di kutub atas ginjal. Hormon yang dihasilkan adalah:

a. **Hormon medular**, yang disekresi oleh sel-sel kromatin medulla adrenal untuk merespon stimulus preganglion simpatis. Hormone ini antara lain katekolamin, epineprin.

Secara umum fungsi hormone ini adaah untuk mempersiapkan tubuh terhadap aktivitas fisik yayng merespon stress,kegembiraan,cedera, latihan dan penurunan kadar gula darah.

b. **Hormon kortikal adrenal**, kelenjar adrenal terletak pada kutub superior kedua ginjal, masing-masing terdiri atas dua bagian,medulla adrenal I dan korteks. Medulla adrenal secara fungsional berhubungan dengan susunan saraf simpatis dan ia mensekresi hormone Efinefrin dan norefinefrin akibat rangsangan simpatis.

Zat-zat tadi disekresikan dibawah pengendalian sistem persarafan simpatis. Sekresinya bertambah dalam keadaan emosi, seperti marah dan takut, serta dalam keadaan asfiksia dan kelaparan. Pengeluaran yang bertambah itu menaikkan tekanan darah guna melawan shok yang disebabkan kegentingan ini. Noradrenalin menaikkan tekanan darah dengan jalan merangsang serabut otot didalam dinding pembuluh darah untuk berkontraksi. Adrenalin membantu metabolisme karbohidrat dengan jalan menambah pengeluaran glukosa dari hati.

Beberapa hormon terpenting yang disekresikan korteks adrenal adalah hidrokortison, aldosteron, dan kortikosteron, yang semuanya bertalian erat dengan metabolisme pertumbuhan, fungsi ginjal, dan tonus oto. Semua fungsi ini menentukan jalan hidup.

6. Pankreas Endokrin

Sel endokrin dapat ditemukan dalam pulau Langerhans, yaitu kumpulan sel kecil yang tersebar diseluruh sel organ. Ada empat jenis sel penghasil hormone yang teridentifikasi dalam pulau-pulau tersebut yaitu:

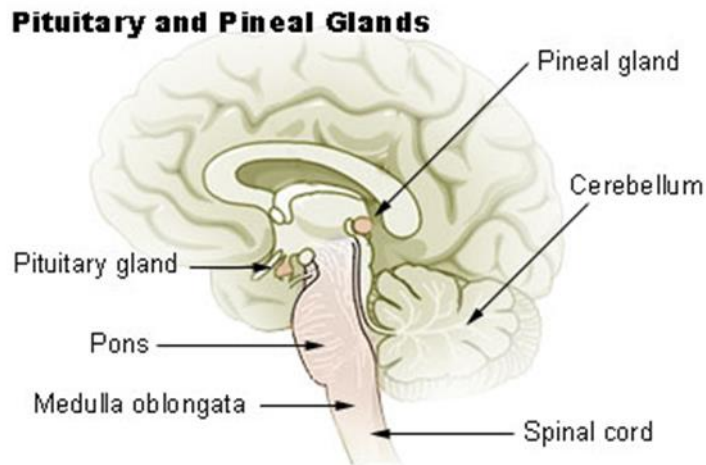
- a. Sel alfa, mensekresi glucagon yang meningkatkan kadar gula darah
- b. Sel mensekresi insulin, yang menurunkan kadar gula darah
- c. Sel delta mensekresi somatostatin atau hormone penghalang hormone pertumbuhan Yang menghambat sekresi glucagon dan insulin
- d. Sel F, mensekresi polipotida pancreas, sejenis hormone pencernaan untuk fungsi yang tidak jelas yang dilepaskan setelah makan.

Insulin

Insulin merupakan protein keci dengan berat molekul 5808 untuk insulin manusia. Insulin terdiri atas dua rantai asam amino, satu sama lain dihubungkan oleh ikatan disulfida. Sebelum insulin

dapat berfungsi , ia harus berikatan dengan protein reseptor yang besar di dalam membrane sel.

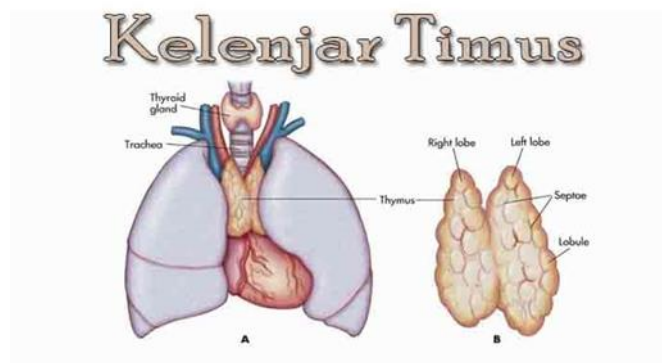
7. Kelenjar Pineal



Kelenjar pineal terbentuk dari jaringan saraf dan terletak dilangit-langit ventrikel ketiga otak. Kelenjar ini terdiri dari Pinealosit dan sel neuroblia penopang. Hormon yang disekresi melatonin yang memiliki beberapa efek yaitu :

- Pada binatang percobaan mempengaruhi fungsi endokrin kelenjar tiroid, korteks adrenal dan gonad serta mempengaruhi perilaku perkawinan mereka.
- Pada manusia sepertinnya memiliki efek inhibisi terhadap pelepasan gonadotropin dan menghambat produksi melanin oleh melanosin di kulit.

8. Kelenjar Timus

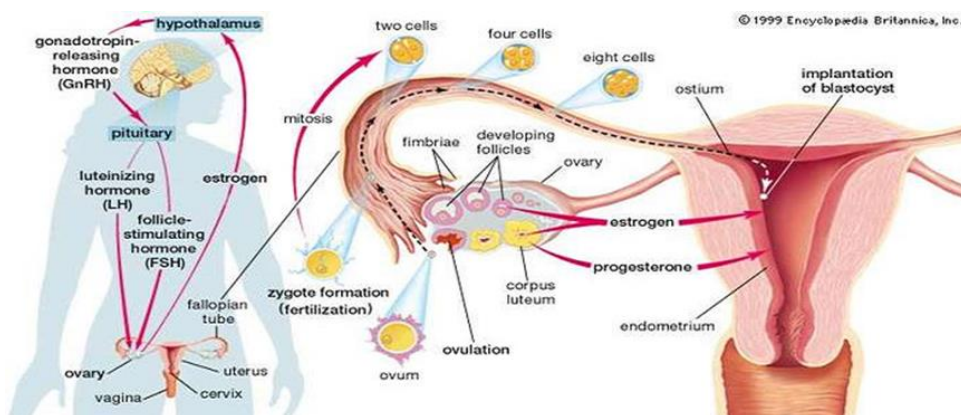


Kelenjar timus terletak didalam toraks, kira-kira pada ketinggian bifurkasi trakea. Warnanya kemerah-merahandan terdiri atas dua lobus. Pada bayi yang baru lahir sangat kecil dan beratnya kira-kira 10 gram atau lebih sedikit. Ukurannya bertambah, pada masa remaja beratnya dari 30 sampai 40 gram, dan kemudian mengerut lagi. Fungsinya belum diketahui, tetapi diperkirakan ada hubungannya dengan produksi antibodi.

Faktor yang diproduksi oleh kelenjar ini adalah meliputi enam peptide,yang secara kolektif disebut timosin. Fungsi dari timosin adalah:

- a. Mengendalikan perkembangan sistem imun dependen timus dengan menstimulasi diferensiasi dan ploriferasi sel limfosit T
- b. Mungkin berperan dalam penyakit Immunodefisiensi kongenital, seperti agamaglobulinemia, yaitu ketidak maupun total untuk memproduksi antibodi

9. Kelenjar Kelamin



Gonad merupakan organ reproduksi (seks) utama, terdiri atas testis pada pria dan ovarium pada wanita. Selain sebagai kelenjar eksokrin untuk menghasilkan sperma, testis juga berperan sebagai kelenjar endokrin dalam mensekresikan hormon testosteron (androgen).

Ovarium juga selain menghasilkan ovum, juga berperan mensekresikan hormon estrogen dan progesteron. Kedua hormon tersebut sudah mulai mensekresikan hormon sejak tahap fetus, namun baru

berfungsi aktif ketika memasuki masa puber. Kedua hormon tersebut akan mengatur pertumbuhan dan perkembangan struktur reproduksi. Pada hal tersebut tampak pada pembesaran suara, pertumbuhan rangka dan otot, pertumbuhan rambut tubuh, dan meningkatnya hasrat seksual pria. Pada wanita, terjadi perkembangan payudara, distribusi lemak di pinggul, kaki, dan payudara. Hormon progesteron dan estrogen juga mengatur berlangsungnya siklus menstruasi.

Kelenjar kelamin atau kelenjar gonad menghasilkan hormon dan dua sel kelamin. Dua sel kelamin tersebut, yaitu:

a. Ovarium di rongga perut

Ovarium berfungsi sebagai organ endokrin dan organ reproduksi. Sebagai organ endokrin, ovarium menghasilkan hormon estrogen dan progesteron. Sebagai organ reproduksi, ovarium menghasilkan ovum (sel telur) setiap bulannya pada masa ovulasi untuk selanjutnya siap untuk dibuahi sperma. Estrogen dan progesteron akan mempengaruhi perkembangan seks sekunder, menyiapkan endometrium untuk menerima hasil konsepsi serta mempertahankan proses laktasi. Estrogen dibentuk di sel-sel granulosa folikel dan sel lutein korpus luteum. Progesteron juga dibentuk di sel lutein korpus luteum.

b. Testis di rongga perut bawah

Dua buah testes ada dalam skrotum. Testis mempunyai dua fungsi yaitu sebagai organ endokrin dan organ reproduksi. Menghasilkan hormon testosteron dan estradiol di bawah pengaruh LH. Testosteron diperlukan untuk mempertahankan spermatogenesis sementara FSH diperlukan untuk memulai dan mempertahankan spermatogenesis. Estrogen mempunyai efek menurunkan konsentrasi testosteron melalui umpan balik negatif terhadap FSH sementara kadar testosteron dan estradiol menjadi umpan balik negatif terhadap LH. Fungsi testis sebagai organ reproduksi berlangsung di tubulus seminiferus. Efek testosteron pada fetus merangsang diferensiasi dan

perkembangan genital ke arah pria. Pada masa pubertas hormon ini akan merangsang perkembangan tanda-tanda seks sekunder seperti perkembangan bentuk tubuh, pertumbuhan dan perkembangan alat genital, distribusi rambut tubuh, pembesaran laring dan penebalan pita suara serta perkembangan sifat agresif. Sebagai hormon anabolik, akan merangsang pertumbuhan dan penutupan epifisis tulang.

D. Mekanisme Kerja Endokrin

Kelenjar endokrin akan mengeluarkan hormone bila ada stimulus atau rangsangan. Hormone yang akan dikeluarkan kemudian diangkut oleh darah menuju kelenjar-kelenjar yang sesuai sehingga bagian tubuh yang sesuai tersebut akan merespon misalnya insulin yang disekresikan pancreas apabila kadar gula dalam darah tinggi.

Berikut mekanisme kerja hormone secara spesifik :

1. Stimulasi kerja enzim yang ada dalam sel. Aktivasi enzim melibatkan system reseptor terikat membrane (pembawa pesan kedua).
 - a. Molekul-molekul dari berbagai hormone protein dan polipeptida (pembawa pesan pertama) berikatan dengan reseptor tetap pada permukaan sel yang spesifik terhadap hormone tersebut.
 - b. Kompleks hormone reseptor menstimulasi pembentukan adenosine 3,5 – monofosfat siklik (cAMP) sebagai pengantar pesan kedua, yang dapat menyampaikan pesan pertama dari berbagai hormone.
 - Sintesis cAMP melibatkan lebih dari satu G-protein terikat membrane, yang termasuk keluarga protein regulator pengikat nukleotida guanine.
 - G-protein mengalami perubahan bentuk, sehingga guanosin difosfat(GDP) yang tidak aktif dapat diganti dengan enzim pengaktivasi, guanosin trifosfat (GTP).
 - Kompleks G-protein-GTP mengaktivasi enzim adenilat siklase, untuk memproduksi cAMP.

- c. Setiap molekul cAMP mengaktivasi berbagai molekul cAMP-dependen protein kinase yang sesuai.
 - Enzim protein kinase mengkatalisis reaksi fosforilasi khusus (transfer gugus fosfat) untuk enzim kunci dalam sitoplasma.
 - Setiap molekul protein kinase mengaktivasi berbagai molekul yang sesuai dengan enzimnya. Dengan demikian, suatu konsentrasi rendah dari hormone yang bersirkulasi dapat diperkuat sehingga mengakibatkan aktivitas enzim intraseluler utama
 - d. Aktivasi enzim oleh protein kinase mengakibatkan efek fisiologis dan reaksi kimia, bergantung pada sifat bawaan sel.
 - e. cAMP terurai dengan cepat oleh enzim intraseluler fosfoditerase. Ini akan membatasi durasi efek cAMP.
2. Aktivasi gen melibatkan system reseptor intraselular
- a. Hormone steroid, hormone tiroid, dan beberapa jenis hormone polipeptida, menembus membrane untuk masuk ke dalam sel. Hormone tersebut berikatan dengan reseptor internal bergerak dalam sitoplasma atau nucleus sel.
 - b. Kompleks reseptor-hormon bergerak ke DNA di sisi atau di dekat gen yang transkripsinya distimulasi oleh hormone. Disini, kompleks akan berikatan dengan reseptor DNA spesifik untuk hormone.
 - c. Gen kemudian diaktivasi oleh kompleks ini untuk membentuk transkripsi mRNA yang akan berdifusi ke dalam sitoplasma.
 - d. mRNA kemudian ditranskripsi menjadi protein dan enzim yang memicu respons selular terhadap hormon.

E. Kesimpulan

1. Sistem endokrin, dalam kaitannya dengan sistem saraf, mengontrol dan memadukan fungsi tubuh. Kedua sistem ini bersama-sama bekerja untuk mempertahankan homeostasis tubuh.
2. Sistem endokrin memiliki fungsi untuk mempertahankan hemoestatis, membatu mensekresikan hormon-hormon yang bekerja dalam sistem persyarafan, pengaturan pertumbuhan dan perkembangan dan kontrol perkembangan seksual dan reproduksi.
3. Pada sistem endokrin ini terdapat beberapa kelenjar diantaranya hipofisis anterior posterior, kelenjar thyroid, empat kelenjar parathyroid, dua kelenjar adrenal, pulau langerhans, dua ovarium, dua testis, kelenjar pineal, kelenjar timus.
4. Mekanisme kelenjar endokrin pertama akan mengeluarkan hormone bila ada stimulus atau rangsangan. Hormone yang akan dikeluarkan kemudian diangkut oleh darah menuju kelenjar-kelenjar yang sesuai sehingga bagian tubuh yang sesuai tersebut akan merespon.

BAB VII

SISTEM KARDIOVASKULER

A. Struktur Sistem Kardiovaskuler

Sistem kardiovaskular merupakan suatu sistem organ untuk memindahkan zat (nutrien seperti asam amino dan elektrolit, hormon, sel darah dll) dari dan menuju sel-sel tubuh manusia. Sistem ini juga menolong stabilisasi suhu dan pH tubuh (bagian dari homeostasis / keseimbangan). Jenis sistem peredaran darah: sistem peredaran darah terbuka, dan sistem peredaran darah tertutup. Sistem peredaran darah juga merupakan bagian dari kinerja jantung dan jaringan pembuluh darah (sistem kardiovaskuler). Sistem ini menjamin kelangsungan hidup organisme, didukung oleh metabolisme setiap sel dalam tubuh dan mempertahankan sifat kimia dan fisiologis cairan tubuh. Sistem kardiovaskular terdiri dari Jantung, Pembuluh Darah, dan Saluran Limfe (Pearce,2007; Smeltzer & Bare, 2002).

1. Jantung

Jantung adalah pompa berotot didalam dada yang bekerja terus menerus tanpa henti keseluruh tubuh. Jantung berkontraksi dan relaksasi sebanyak 100.000 kali dalam sehari, dan semua pekerjaan ini memerlukan suplai darah yang baik yang disediakan oleh pembuluh arteri koroner. Bagian kanan dan kiri jantung masing-masing memiliki ruang sebelah atas (atrium) yang mengumpulkan darah dan ruang sebelah bawah (ventrikel) yang mengeluarkan darah. Agar darah hanya mengalir dalam satu arah, maka ventrikel memiliki satu katup pada jalan masuk dan satu katup pada jalan keluar (Pearce,2007; Smeltzer & Bare, 2002).

Fungsi utama jantung adalah memberikan dan mengalirkan suplai oksigen dan nutrisi ke seluruh jaringan dan organ tubuh yang diperlukan dalam proses metabolisme. Secara normal setiap jaringan dan organ tubuh akan menerima aliran darah dalam jumlah yang cukup sehingga jaringan dan organ tubuh menerima nutrisi dengan adekuat. Sistem kardiovaskular

yang berfungsi sebagai sistem regulasi melakukan mekanisme yang bervariasi dalam merespons seluruh aktivitas tubuh. Salah satu contoh adalah mekanisme meningkatkan suplai darah agar aktivitas jaringan dapat terpenuhi. Pada keadaan tertentu, darah akan lebih banyak dialirkan pada organ-organ vital seperti jantung dan otak untuk memelihara sistem sirkulasi organ tersebut. Ketika oksigen telah diserap oleh jaringan, pembuluh vena membawa balik darah yang berwarna biru dan mengandung sedikit sekali oksigen ke jantung (Pearce, 2007; Smeltzer & Bare, 2002).

2. Struktur Jantung

Jantung terletak di rongga toraks (dada) sekitar garis tengah antara sternum dan vertebra (tulang punggung). Bagian depan dibatasi oleh sternum dan costae 3,4, dan 5. Hampir dua pertiga bagian jantung terletak di sebelah kiri garis median sternum. Jantung terletak di atas diafragma, miring ke depan kiri dan apex cordis berada paling depan dalam rongga thorax. Apex cordis dapat diraba pada ruang intercostal 4-5 dekat garis medioclavicular kiri. Batas cranial jantung dibentuk oleh aorta ascendens, arteri pulmonalis, dan vena cava superior. Pada usia dewasa, rata-rata panjang jantung berkisar 12 cm dan lebar 9 cm, dengan berat 300-400 gram (Pearce, 2007; Smeltzer & Bare, 2002).

3. Ruang Jantung

Jantung dibagi menjadi bagian kanan dan kiri, dan memiliki empat bilik (ruang), bilik bagian atas dan bawah di kedua belahannya. Bilik-bilik atas, atria (atrium, tunggal) menerima darah yang kembali ke jantung dan memindahkannya ke bilik-bilik bawah, ventrikel, yang memompa darah dari jantung. Kedua belahan jantung dipisahkan oleh septum, yang mencegah pencampuran darah dari kedua sisi jantung. Pemisahan ini sangat penting, karena bagian kanan jantung menerima dan memompa darah beroksigen rendah sementara sisi kiri jantung menerima dan memompa darah beroksigen tinggi. Bagian-bagian jantung terdiri dari

atrium dextra, atrium sinistra, ventrikel dextra, dan ventrikel sinistra (Pearce,2007; Smeltzer & Bare, 2002).

a. Atrium Dextra

Dinding atrium dextra berukuran tipis, rata-rata 2 mm. Terletak agak ke depan dibandingkan ventrikel dextra dan atrium sinistra. Pada bagian antero-superior terdapat lekukan ruang atau kantung berbentuk daun telinga yang disebut Auricle. Permukaan endokardiumnya tidak sama. Posterior dan septal licin dan rata, lateral dan auricle kasar dan tersusun dari serabut-serabut otot yang berjalan paralel yang disebut otot Pectinatus. Atrium dextra merupakan muara dari vena cava. Vena cava superior bermuara pada dinding superoposterior. Vena cava inferior bermuara pada dinding infero-latero-posterior. Pada muara vena cava inferior ini terdapat lipatan katup rudimenter yang disebut katup Eustachii. Pada dinding medial atrium dextra bagian postero-inferior terdapat septum inter-atrialis. Pada pertengahan septum inter-atrialis terdapat lekukan dangkal berbentuk lonjong yang disebut fossa ovalis, yang mempunyai lipatan tetap di bagian anterior dan disebut limbus fossa ovalis. Di antara muara vena cava inferior dan katup tricuspidalis terdapat sinus coronarius, yang menampung darah vena dari dinding jantung dan bermuara pada atrium dextra. Pada muara sinus coronaries terdapat lipatan jaringan ikat rudimenter yang disebut katup Thebesii. Pada dinding atrium dextra terdapat nodus sumber listrik jantung, yaitu Nodus sino-atrial terletak di pinggir lateral pertemuan muara vena cava superior dengan auricle, tepat di bawah sulcus terminalis. Nodus Atri-Ventricular terletak pada antero-medial muara sinus coronaries, di bawah katup tricuspidalis. Fungsi atrium dextra adalah tempat penyimpanan dan penyalur darah dari vena-vena sirkulasi sistemik ke dalam ventrikel dextra dan kemudian ke paru-paru (Pearce,2007; Smeltzer & Bare, 2002). Pemisah vena cava dengan dinding atrium hanyalah lipatan katup atau pita otot rudimenter maka apabila

terjadi peningkatan tekanan atrium dextra akibat bendungan darah di bagian kanan jantung, akan dikembalikan ke dalam vena sirkulasi sistemik. Sekitar 80% alir balik vena ke dalam atrium dextra akan mengalir secara pasif ke dalam ventrikel dextra melalui katup tricuspidalis, 20% sisanya akan mengisi ventrikel dengan kontraksi atrium. Pengisian secara aktif ini disebut Atrial Kick. Hilangnya atrial kick pada Disaritmia dapat mengurangi curah ventrikel.

b. Atrium Sinistra

Terletak postero-superior dari ruang jantung, tebal dinding atrium sinistra 3 mm, sedikit lebih tebal dari pada dinding atrium dextra. Endocardiumnya licin dan otot pectinatus hanya ada pada auricle. Atrium kiri menerima darah yang sudah dioksigenasi dari 4 vena pulmonalis yang bermuara pada dinding postero-superior atau postero-lateral, masing-masing sepasang vena dextra dan sinistra. Antara vena pulmonalis dan atrium sinistra tidak terdapat katup sejati. Oleh karena itu, perubahan tekanan dalam atrium sinistra membalik retrograde ke dalam pembuluh darah paru. Peningkatan tekanan atrium sinistra yang akut akan menyebabkan bendungan pada paru. Darah mengalir dari atrium sinistra ke ventrikel sinistra melalui katup mitralis (Pearce, 2007; Smeltzer & Bare, 2002).

c. Ventrikel Dextra

Terletak di ruang paling depan di dalam rongga thorax, tepat di bawah manubrium sterni. Sebagian besar ventrikel kanan berada di kanan depan ventrikel sinistra dan di medial atrium sinistra. Ventrikel dextra berbentuk bulan sabit atau setengah bulatan, tebal dindingnya 4-5 mm. Bentuk ventrikel kanan seperti ini guna menghasilkan kontraksi bertekanan rendah yang cukup untuk mengalirkan darah ke dalam arteria pulmonalis. Sirkulasi pulmonar merupakan sistem aliran darah bertekanan rendah, dengan resistensi yang jauh lebih kecil terhadap aliran darah dari ventrikel dextra, dibandingkan tekanan tinggi sirkulasi sistemik terhadap aliran darah dari ventrikel kiri.

Karena itu beban kerja dari ventrikel kanan jauh lebih ringan daripada ventrikel kiri. Oleh karena itu, tebal dinding ventrikel dextra hanya sepertiga dari tebal dinding ventrikel sinistra. Selain itu, bentuk bulan sabit atau setengah bulatan ini juga merupakan akibat dari tekanan ventrikel sinistra yang lebih besar daripada tekanan di ventrikel dextra. Disamping itu, secara fungsional, septum lebih berperan pada ventrikel sinistra, sehingga sinkronisasi gerakan lebih mengikuti gerakan ventrikel sinistra (Pearce,2007; Smeltzer & Bare, 2002).

Dinding anterior dan inferior ventrikel dextra disusun oleh serabut otot yang disebut Trabeculae carnae, yang sering membentuk persilangan satu sama lain. Trabeculae carnae di bagian apical ventrikel dextra berukuran besar yang disebut Trabeculae septomarginal (moderator band). Secara fungsional, ventrikel dextra dapat dibagi dalam alur masuk dan alur keluar. Ruang alur masuk ventrikel dextra (Right Ventricular Inflow Tract) dibatasi oleh katup tricupidalis, trabekel anterior, dan dinding inferior ventrikel dextra. Alur keluar ventrikel dextra (Right Ventricular Outflow Tract) berbentuk tabung atau corong, berdinding licin, terletak di bagian superior ventrikel dextra yang disebut Infundibulum atau Conus Arteriosus. Alur masuk dan keluar ventrikel dextra dipisahkan oleh Krista Supraventrikularis yang terletak tepat di atas daun anterior katup tricupidalis (Pearce,2007; Smeltzer & Bare, 2002). Untuk menghadapi tekanan pulmonary yang meningkat secara perlahan-lahan, seperti pada kasus hipertensi pulmonar progresif, maka sel otot ventrikel dextra mengalami hipertrofi untuk memperbesar daya pompa agar dapat mengatasi peningkatan resistensi pulmonary, dan dapat mengosongkan ventrikel. Tetapi pada kasus dimana resistensi pulmonar meningkat secara akut (seperti pada emboli pulmonary massif) maka kemampuan ventrikel dextra untuk memompa darah tidak cukup kuat, sehingga seringkali diakhiri dengan kematian.

d. Ventrikel Sinistra

Berbentuk lonjong seperti telur, dimana pada bagian ujungnya mengarah ke anteroinferior kiri menjadi Apex Cordis. Bagian dasar ventrikel tersebut adalah Annulus Mitralis. Tebal dinding ventrikel sinistra 2-3x lipat tebal dinding ventrikel dextra, sehingga menempati 75% masa otot jantung seluruhnya. Tebal ventrikel sinistra saat diastole adalah 8-12 mm. Ventrikel sinistra harus menghasilkan tekanan yang cukup tinggi untuk mengatasi tahanan sirkulasi sitemik, dan mempertahankan aliran darah ke jaringan-jaringan perifer. Sehingga keberadaan otot-otot yang tebal dan bentuknya yang menyerupai lingkaran, mempermudah pembentukan tekanan tinggi selama ventrikel berkontraksi. Batas dinding medialnya berupa septum interventrikulare yang memisahkan ventrikel sinistra dengan ventrikel dextra. Rentangan septum ini berbentuk segitiga, dimana dasar segitiga tersebut adalah pada daerah katup aorta.

Septum interventrikulare terdiri dari 2 bagian yaitu bagian Muskulare (menempati hampir seluruh bagian septum) dan bagian Membraneus. Pada dua pertiga dinding septum terdapat serabut otot Trabeculae Carnae dan sepertiga bagian endocardiumnya licin. Septum interventrikularis ini membantu memperkuat tekanan yang ditimbulkan oleh seluruh ventrikel pada saat kontraksi. Pada saat kontraksi, tekanan di ventrikel sinistra meningkat sekitar 5x lebih tinggi daripada tekanan di ventrikel dextra; bila ada hubungan abnormal antara kedua ventrikel (seperti pada kasus robeknya septum pasca infark miokardium), maka darah akan mengalir dari kiri ke kanan melalui robekan tersebut. Akibatnya jumlah aliran darah dari ventrikel kiri melalui katup aorta ke dalam aorta akan berkurang (Pearce, 2007; Smeltzer & Bare, 2002).

4. Katup Jantung

Berfungsi mempertahankan aliran darah searah melalui bilik-bilik jantung. Setiap katub berespon terhadap perubahan tekanan. Katub-katub terletak sedemikian rupa, sehingga mereka membuka dan menutup secara

pasif karena perbedaan tekanan, serupa dengan pintu satu arah. Katub jantung dibagi dalam dua jenis, yaitu katub atrioventrikuler dan katub semilunar.

a. Katup Antrioventrikuler

Terletak antara atrium dan ventrikel, sehingga disebut katub atrioventrikular. Katub yang terletak di antara atrium kanan dan ventrikel kanan mempunyai tiga buah katub disebut katub trukuspid. Terdiri dari tiga otot yang tidak sama, yaitu: 1) Anterior, yang merupakan paling tebal, dan melekat dari daerah Infundibuler ke arah kaudal menuju infero-lateral dinding ventrikel dextra. 2) Septal, Melekat pada kedua bagian septum muskuler maupun membraneus. Sering menutupi VSD kecil tipe alur keluar. 3) Posterior, yang merupakan paling kecil, melekat pada cincin tricuspidalis pada sisi postero-inferior. Sedangkan katub yang letaknya di antara atrium kiri dan ventrikel kiri mempunyai dua daun katub disebut katub mitral. Katup mitral terdiri dari dua bagian, yaitu daun katup mitral anterior dan posterior. Daun katup anterior lebih lebar dan mudah bergerak, melekat seperti tirai dari basal bentrikel sinistra dan meluas secara diagonal sehingga membagi ruang aliran menjadi alur masuk dan alur keluar (Pearce,2007; Smeltzer & Bare, 2002).

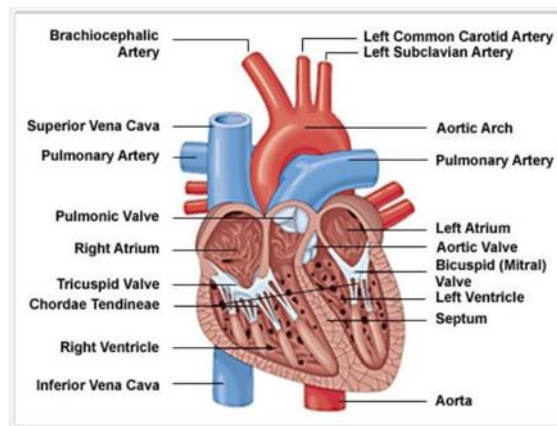
b. Katup Semilunar

Disebut semilunar (“bulan separuh”) karena terdiri dari tiga daun katub, yang masingmasing mirip dengan bulan separuh. Katub semilunar memisahkan ventrikel dengan arteri yang berhubungan. Katub pulmonal terletak pada arteri pulmonalis, memisahkan pembuluh ini dari ventrikel kanan. Katub aorta terletak antara ventrikel kiri dan aorta. Adanya katub semilunar ini memungkinkan darah mengalir dari masing-masing ventrikel ke arteri pulmonalis atau aorta selama systole ventrikel, dan mencegah aliran balik waktu diastole ventrikel (Pearce,2007; Smeltzer & Bare, 2002).

5. Dinding Jantung

Dinding jantung terdiri dari tiga lapisan berbeda, yaitu: Perikardium (Epikardium) merupakan membran tipis di bagian luar yang membungkus jantung. Terdiri dari dua lapisan yaitu perikardium fibrosum (viseral), merupakan bagian kantong yang membatasi pergerakan jantung terikat di bawah sentrum tendinum diafragma, bersatu dengan pembuluh darah besar merekat pada sternum melalui ligamentum sternoperikardial dan perikardium serosum (parietal), dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

- a. Perikardium parietalis membatasi perikardium fibrosum sering disebut epikardium, dan Perikardium viseral yang mengandung sedikit cairan yang berfungsi sebagai pelumas untuk mempermudah pergerakan jantung.
- b. Miokardium, merupakan lapisan tengah yang terdiri dari otot jantung, membentuk sebagian besar dinding jantung. Serat-serat otot ini tersusun secara spiral dan melingkari jantung. Lapisan otot ini yang akan menerima darah dari arteri koroner.
- c. Endokardium lapisan tipis endothelium, suatu jaringan epitel unik yang melapisi bagian dalam seluruh sistem sirkulasi (Pearce, 2007; Smeltzer & Bare, 2002). Jantung dipersarafi oleh sistem saraf otonom. Kecepatan denyut jantung terutama ditentukan oleh pengaruh otonom pada nodus SA. yang dapat memodifikasi kecepatan (serta kekuatan) kontraksi, walaupun untuk memulai kontraksi tidak memerlukan stimulasi saraf. Saraf parasimpatis ke jantung, yaitu saraf vagus, terutama mempersarafi atrium, terutama nodus SA dan AV. Saraf-saraf simpatis jantung juga mempersarafi atrium, termasuk nodus SA dan AV, serta banyak mempersarafi ventrikel. Untuk memperjelas mengenai anatomi jantung maka bisa kita lihat pada gambar 3 berikut ini.



Gambar anatomi jantung

B. Fisiologi Jantung

1. Sistem Pengaturan Jantung

a. Serat Purkinje

Serat ini adalah serabut otot jantung khusus yang mampu mengantar impuls dengan kecepatan lima kali lipat kecepatan hantaran serabut otot jantung. Hantaran yang cepat di sepanjang sistem Purkinje memungkinkan atrium berkontraksi bersamaan, kemudian diikuti dengan kontraksi ventrikular yang serempak, sehingga terbentuk kerja pemompaan darah yang terkoordinasi.

b. Nodus Sinoatrial (Nodus SA)

- 1) Lokasi. Nodus SA adalah suatu massa jaringan otot jantung khusus yang terletak di dinding posterior atrium kanan tepat di bawah permukaan vena kava superior.
- 2) Nodus SA melepaskan impuls sebanyak 72 kali permenit, frekuensi irama yang lebih cepat dibandingkan dalam atrium (40 sampai 60 kali permenit), dan ventrikel (20 kali permenit). Nodus ini dipengaruhi saraf simpatis dan parasimpatis sistem saraf otonom, yang akan mempercepat atau memperlambat iramanya.
- 3) Nodus SA mengatur frekuensi kontraksi irama, sehingga disebut pemacu jantung (pacemaker).

c. Nodus Atrioventrikuler (Nodus AV)

- 1) Lokasi. Impuls menjalar di sepanjang pita serat purkinje pada atrium, menuju nodus AV yang terletak di bawah dinding posterior atrium kanan.
- 2) Nodus AV menunda impuls seperatusan detik, sampai ejskisi darah atrium selesai sebelum terjadi kontraksi ventrikular.

d. Berkas AV (berkas his)

- 1) Lokasi. Berkas AV adalah sekelompok besar serat purkinje yang berasal dari nodus AV dan membawa impuls di sepanjang septum interventrikular menuju ventrikel. Berkas ini dibagi menjadi percabangan berkas kanan dan kiri.
- 2) Percabangan berkas kanan memanjang di sisi dalam ventrikel kanan. Serabut bercabang menjadi serat-serat purkinje kecil yang menyatu dalam serat otot jantung untuk memperpanjang impuls.
- 3) Percabangan berkas kiri memanjang di sisi dalam ventrikel kiri dan bercabang ke dalam serabut otot jantung kiri.

2. Metabolisme dan Kerja Jantung

Seperti otot kerangka, otot jantung juga menggunakan energy kimia untuk berkontraksi. Energy terutama berasal dari metabolisme asam lemak dalam jumlah yang lebih kecil dari metabolisme zat gizi terutama laktat dan glukosa. Proses metabolisme jantung adalah aerobic yang membutuhkan oksigen.

3. Elektrofisiologi Sel Otot Jantung

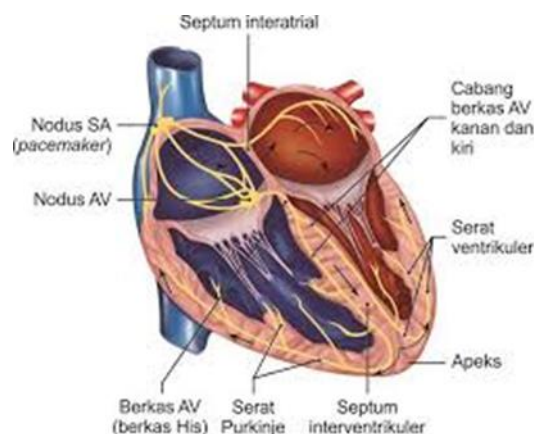
Aktifitas listrik jantung merupakan akibat perubahan permeabilitas membrane sel. Seluruh proses aktifitas listrik jantung dinamakan potensial aksi yang disebabkan oleh rangsangan listrik, kimia, mekanika, dan termis. Lima fase aksi potensial yaitu:

- a. Fase istirahat: Bagian dalam bermuatan negative(polarisasi) dan bagian luar bermuatan positif.
- b. Fase depolarisasi(cepat): Disebabkan meningkatnya permeabilitas membrane terhadap natrium sehingga natrium mengalir dari luar ke dalam.

- c. Fase polarisasi parsial: Setelah depolarisasi terdapat sedikit perubahan akibat masuknya kalsium ke dalam sel, sehingga muatan positif dalam sel menjadi berkurang.
- d. Fase plato (keadaan stabil): Fase depolarisasi diikuti keadaan stabil agak lama sesuai masa refraktor absolute miokard.
- e. Fase repolarisasi (cepat): Kalsium dan natrium berangsur-angsur tidak mengalir dan permeabilitas terhadap kalium sangat meningkat.

4. Sistem Konduksi Jantung

Berbeda dengan serat otot rangka (sel), yang saling bebas, serat otot jantung (serat otot kontraktile) dihubungkan oleh cakram sisipan, sel-sel yang bersebelahan dihubungkan oleh desmosom secara struktural, menyegel rapat yang menyatukan membran plasma, dan yang secara elektrik dihubungkan oleh sambungan berumpang, saluran ion yang memungkinkan transmisi peristiwa depolarisasi. Akibatnya, seluruh miokardia berfungsi sebagai unit tunggal dengan kontraksi tunggal serambi yang diikuti kontraksi tunggal ventrikel. Potensial aksi (impuls elektrik) pada jantung berasal dari sel otot jantung khusus yang disebut sel otoritmik. Sel-sel ini dapat bergerak sendiri, dapat menghasilkan potensi aksi tanpa perangsangan saraf. Sel otoritmik berfungsi sebagai perintis untuk memulai siklus jantung (siklus pemompaan jantung) dan menyediakan sistem konduksi untuk mengkoordinasi kontraksi sel-sel otot di seluruh jantung (gambar 4).



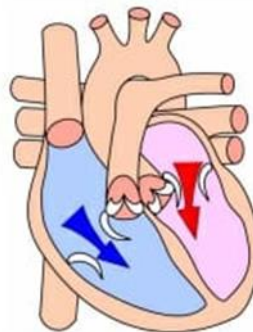
Gambar mekanisme konduksi jantung

5. Siklus Jantung

Siklus jantung adalah interval dari akhir satu kontraksi jantung ke akhir kontraksi berikutnya. Siklus jantung terdiri dari dua periode, yaitu periode kontraksi (sistol) dan relaksasi (diastol) (Abbas, 2009). Selama sistol, ruang jantung memompa darah ke luar; selama diastol, ruang jantung terisi dengan darah. Setiap tahap dalam siklus jantung berisi langkah-langkah penting yang mengarahkan aliran darah dengan benar. Langkah-langkah ini termasuk kontraksi bilik jantung dan pembukaan dan penutupan katup jantung yang tepat.

a. Diastol

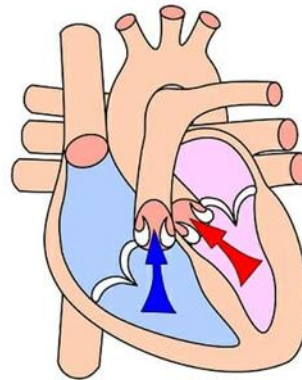
Fase diastole dimulai dengan relaksasi semua otot jantung. Selama diastole, darah kembali ke jantung dan mulai mengisi atrium dan ventrikel. Kurangnya tekanan di ventrikel memungkinkan katup mitral dan trikuspid untuk membuka, yang memungkinkan darah dari atrium ke ventrikel kiri dan kanan, masing-masing. Fase siklus jantung ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Sebuah sinyal yang dikirim ke simpul sinoatrial menginduksi otot kedua atria untuk berkontraksi. Bersamaan, ini memaksa darah keluar dari atrium dan masuk ke ventrikel. Sebagian besar darah meninggalkan atrium pada titik ini dalam siklus jantung. Saat atria menekan, potensial aksi dilewatkan melalui otot dan saraf jantung ke ventrikel.



b. Sistol

Gelombang kontraksi lain dimulai ketika ventrikel memasuki sistol ventrikel dan mulai berkontraksi sendiri. Tekanan yang meningkat pada ventrikel menutup katup mitral dan trikuspid. Tekanan mendorong membuka katup aorta dan paru-paru. Ini bisa dilihat pada gambar di bawah ini. Ini memulai bagian sistol dari siklus.

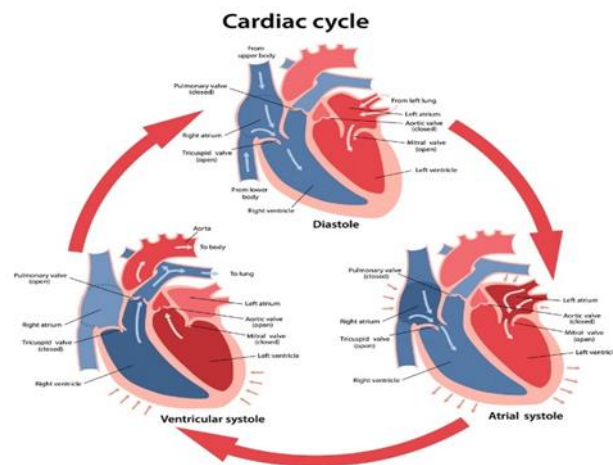
Ventrikel berkontraksi keras, mendorong sebagian besar darah yang dikandungnya ke dalam sirkulasi paru dan sistemik. Aorta adalah arteri utama yang memberi makan darah beroksigen ke tubuh dan melekat pada ventrikel kiri. Arteri pulmonalis keluar dari ventrikel kanan dan membawa darah yang tidak teroksigenasi ke paru-paru. Darah ini kemudian kembali dan memasuki atrium kiri. Di sini mengalir ke ventrikel kiri untuk dipompa keluar ke tubuh.



Tubuh menggunakan oksigen dan mengembalikan darah ke atrium kanan, dan siklus dimulai kembali. Walaupun mungkin perlu beberapa saat untuk satu pompa darah untuk mengelilingi tubuh, jantung melanjutkan siklus jantung tanpa batas, untuk memastikan pergerakan nutrisi dan oksigen dalam tubuh, serta menghilangkan sisa metabolisme beracun.

Alat impor untuk mengukur siklus jantung adalah elektrokardiogram, yang dapat dilihat sebagai garis hijau pada grafik di atas. Elektrokardiogram adalah sinyal yang dapat diukur dengan elektronik medis yang sensitif dan memberikan sekilas siklus jantung.

“QRS” pada garis hijau menunjukkan titik-titik signifikan pada sinyal, dan sesuai dengan kontraksi ventrikel. Studi tentang elektrokardiogram dapat menyebabkan wawasan penting tentang fungsi jantung. Tidak hanya kehadiran sinyal, tetapi kekuatan sinyal dan jarak peristiwa adalah semua pengukuran signifikan fungsi jantung.



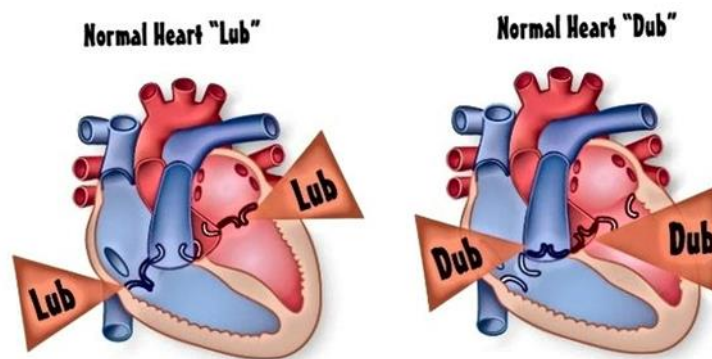
Gambar siklus jantung

6. Bunyi Jantung

Bunyi jantung secara tradisional digambarkan sebagai lup-dup dan dapat di dengar melalui stetoskop. “lup” mengacu pada saat katup AV (Antrio Ventrikel) menutup dan “dup” mengacu pada saat katup semilunar menutup (gambar 6). Bunyi ketiga atau keempat adalah bunyi jantung yang abnormal yang disebabkan fibrasi yang terjadi pada dinding jantung saat darah mengalir dengan cepat ke dalam ventrikel, dan dapat di dengar jika bunyi jantung diperkuat dengan mikrofon. Oleh karena itu, bunyi jantung pertama (S1) terdengar pada permulaan sistol ventrikel, pada saat ini tekanan ventrikel meningkat melebihi tekanan atrium dan menutup katup mitral dan trikuspid. Pada kasus tenosis mitral terdengar bunyi (S1) yang abnormal dan lebih keras akibat kekakuan daun-daun katup. Bunyi jantung kedua (S2) terdengar pada permulaan relaksasi

ventrikel karena tekanan ventrikel turun sampai di bawah tekanan arteri pulmonalis dan aorta, sehingga katup pulmonalis dan aorta tertutup.

Terdapat dua bunyi jantung lain yang kadang-kadang dapat terdengar selama diastolik ventrikel yaitu bunyi jantung ketiga dan keempat. Kedua bunyi ini disebut sebagai irama gallop, istilah ini dapat digunakan karena tambahan bunyi jantung yang lain tersebut merangsang timbulnya irama gallop seperti derap lari kuda. Bunyi ketiga terjadi selama periode pengisian ventrikel cepat sehingga disebut sebagai gallop ventrikular apabila abnormal. Bunyi keempat timbul pada waktu sistolik atrium dan disebut sebagai gallop atrium. Bunyi keempat biasanya sangat pelan atau tidak terdengar sama sekali, bunyi ini timbul sesaat sebelum bunyi jantung pertama. Gallop atrium terdengar bila resistensi ventrikel terhadap pengisian atrium meningkat akibat berkurangnya peregangan dinding ventrikel atau peningkatan volume ventrikel.



Gambar Dua bunyi jantung normal

C. Anatomi Sistem Pembuluh Darah

Pembuluh darah adalah bagian dari sistem peredaran darah. Pembuluh darah biasa disebut oleh orang awam dengan sebutan urat. Pembuluh darah merupakan jaringan elastis membawa darah yang dipompa dari ventrikel kiri jantung ke seluruh tubuh, kemudian mengembalikannya lagi ke dalam jantung. Darah tersebut mengandung oksigen yang diikat oleh hemoglobin atau Hb di dalam darah. Di dalam darah juga terdapat protein dan glukosa

yang mana komponen tersebut dibutuhkan oleh jaringan dan sel nantinya, setelah sampai ke seluruh tubuh atau organ targetnya melalui anastomosis arteriovenosa dan juga kapiler.

Fungsi utama sistem ini adalah menyalurkan darah yang mengandung oksigen ke sel dan jaringan dan mengembalikan darah vena ke paru-paru untuk pertukaran gas oksigen (O₂) dengan karbon dioksida (CO₂). Pembuluh darah juga berfungsi untuk membawa sel darah putih ketika terjadi infeksi untuk mekanisme penyembuhan, sel darah putih tersebut yang merupakan imunitas tubuh seseorang akan melawan kuman ataupun benda asing yang masuk ke dalam tubuh, sehingga ketika imunitas seseorang melemah ataupun kuman yang masuk ke dalam tubuh terlalu kuat, disitulah seseorang terkena penyakit.

Sistem pembuluh darah pada manusia terdiri dari arteri, arteriola, kapiler, vena, dan vena.

1. Arteri

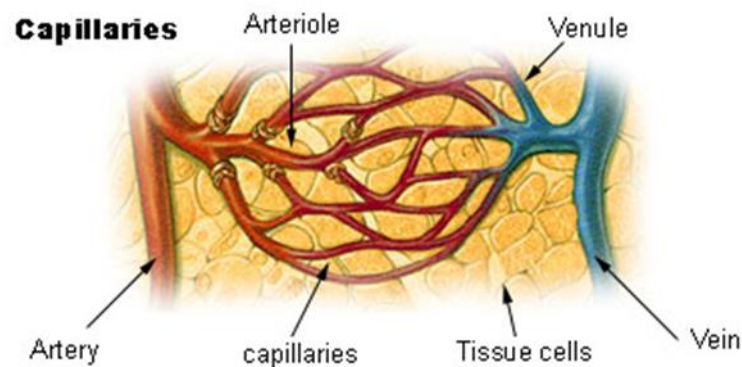
Dinding aorta dan arteri besar mengandung banyak jaringan penting dan sebagian otot polos. Fungsi arteri yaitu pada saat ventrikel kiri memompa darah masuk ke dalam aorta dengan tekanan tinggi. Dorongan darah secara mendadak ini merenggang dinding arteri yang elastis tersebut, pada saat ventrikel beristirahat maka dinding yang elastis tersebut kembali pada keadaan semula dengan memompa darah ke depan, ke seluruh sistem sirkulasi. Di daerah perifer, cabang-cabang sistem arteri berploriferasi dan terbagi lagi menjadi pembuluh darah kecil

2. Arteriola

Dinding arteriola terutama terdiri dari otot polos dengan sedikit serat elastis. Dinding otot arteriola ini sangat peka dan dapat berdilatasi atau berkontraksi. Bila berkontraksi, arteriola merupakan tempat resistensi utama aliran darah dalam cabang arterial. Saat berdilatasi penuh, arteriola hampir tidak memberi resistensi terhadap aliran darah. Pada pesambungan antara arteriola dan kapiler terdapat sfingter prakapiler yang berada dibawah pengaturan fisiologis yang cukup rumit.

3. Kapiler

Pembuluh darah kapiler memiliki dinding tipis yang terdiri dari lapisan sel endotel. Nutrisi dan metabolik berdifusi dari daerah berkonsentrasi tinggi menuju daerah berkonsentrasi rendah melalui membran yang tipis dan semi permeabel ini. Dengan demikian oksigen dan nutrisi akan meninggalkan pembuluh darah dan masuk ke dalam ruang interstisial dan sel. Karbondioksida dan metabolik berdifusi ke arah yang berlawanan. Pergerakan cairan antara pembuluh darah dan ruang interstisial bergantung pada keseimbangan relatif antara tekanan hidrostatik dan osmotik jaringan kapiler.



4. Venula

Venula berfungsi sebagai saluran pengumpul dan terdiri dari sel-sel endotel dan jaringan fibrosa.

5. Vena

Vena adalah saluran yang berdinding relatif tipis dan berfungsi menyalurkan darah dari jaringan kapiler melalui sistem vena, masuk ke atrium kanan. Aliran vena ke jantung hanya searah karena katup-katupnya terletak strategis di dalam vena. Vena merupakan pembuluh pada sirkulasi sistemik yang paling dapat merenggang. Pembuluh ini dapat menampung darah dalam jumlah banyak dengan tekanan yang relatif rendah. Sifat aliran vena yang bertekanan rendah bervolume tinggi ini menyebabkan sistem vena ini di sebut sistem kapasitas.

D. Fisiologi Vaskuler

Darah adalah cairan jaringan tubuh yang fungsi utamanya adalah mengangkut oksigen yang diperlukan oleh sel-sel di seluruh tubuh. Darah juga menyuplai jaringan tubuh dengan nutrisi, mengangkut zat-zat sisa metabolisme, dan mengandung berbagai bahan penyusun sistem imun yang bertujuan mempertahankan tubuh dari berbagai penyakit. Hormon-hormon dari sistem endokrin juga diedarkan melalui darah. Darah berwarna merah, antara merah terang apabila kaya oksigen sampai merah tua apabila kekurangan oksigen. Warna merah pada darah disebabkan oleh hemoglobin, protein pernapasan (*respiratory protein*) yang mengandung besi dalam bentuk heme, yang merupakan tempat terikatnya molekul-molekul oksigen (Pearce, 2007; Smeltzer & Bare, 2002).

Darah terdiri atas plasma darah 55 %, Sel-sel darah 45 % yang terdiri atas Sel darah merah (*eritrosit*), Sel darah putih (*leukosit*), keping-keping darah (*trombosit*). Plasma darah merupakan komponen terbesar dalam darah. Hampir 90% bagian dari plasma darah adalah air. Plasma darah berfungsi untuk mengangkut sari makanan ke sel-sel serta membawa sisa pembakaran dari sel ke tempat pembuangan. Fungsi lainnya adalah menghasilkan zat kekebalan tubuh terhadap penyakit atau zat antibodi. Sel darah merah (*eritrosit*), bentuknya seperti cakram/ bikonkaf dan tidak mempunyai inti. Ukuran diameter kira-kira 7,7 unit (0,007 mm), tidak dapat bergerak. Banyaknya kira-kira 5 juta dalam 1 mm³ (41/2 juta), warnanya kuning kemerahan, karena didalamnya mengandung suatu zat yang disebut hemoglobin, warna ini akan bertambah merah jika di dalamnya banyak mengandung oksigen.

Fungsi sel darah merah adalah mengikat oksigen dari paru-paru untuk diedarkan ke seluruh jaringan tubuh dan mengikat karbon dioksida dari jaringan tubuh untuk dikeluarkan melalui paru-paru. Pengikatan oksigen dan karbon dioksida ini dikerjakan oleh hemoglobin yang telah bersenyawa dengan oksigen yang disebut oksihemoglobin ($hb + oksigen \rightarrow 4 hb-oksigen$) jadi oksigen diangkut dari seluruh tubuh sebagai oksihemoglobin yang setelah

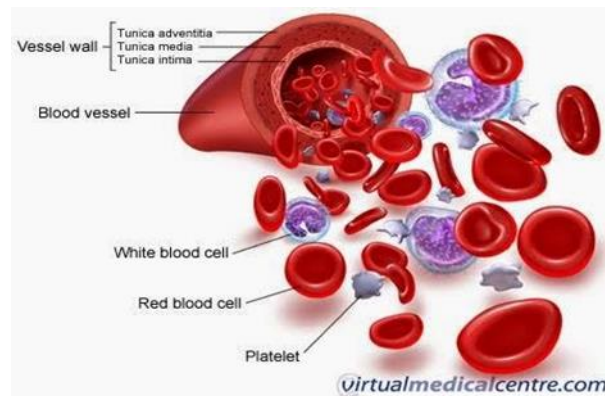
tiba di jaringan akan dilepaskan hb-oksigen hb + oksigen, dan seterusnya. Hb akan bersenyawa dengan karbon dioksida dan disebut karbon dioksida hemoglobin (hb + karbon dioksida hb-karbon dioksida) yang mana karbon dioksida tersebut akan dikeluarkan di paru-paru (Pearce,2007; Smeltzer & Bare, 2002).

Sel darah merah (eritrosit) diproduksi di dalam sumsum tulang merah,limpa dan hati. Proses pembentukannya dalam sumsum tulang melalui beberapa tahap. Mula-mula besar dan berisi nukleus dan tidak berisi hemoglobin kemudian dimuati hemoglobin dan akhirnya kehilangan nukleusnya dan siap diedarkan dalam sirkulasi darah yang kemudian akan beredar di dalam tubuh selama lebih kurang 114 –115 hari, setelah itu akan mati. Hemoglobin yang keluar dari eritrosit yang mati akan terurai menjadi dua zat yaitu hematin yang mengandung fe yang berguna untuk membuat eritrosit baru dan hemoglobin yaitu suatu zat yang terdapat didalam eritrosityang berguna untuk mengikat oksigen dan karbon dioksida. Jumlah normal pada orang dewasa kira- kira 11,5 – 15 gram dalam 100cc darah. Normal hb wanita 11,5 mg% dan laki-laki 13,0 mg%. Sel darah merah memerlukan protein karena strukturnya terdiri dari asam aminodan memerlukan pula zat besi, sehingga diperlukan diit seimbang zat besi (Pearce,2007; Smeltzer & Bare, 2002).

Di dalam tubuh banyaknya sel darah merah ini bisa berkurang,demikian juga banyaknya hemoglobin dalam sel darah merah. Apabila kedua-duanya berkurang maka keadaan ini disebut anemia, yang biasanya disebabkan oleh perdarahaan yang hebat, penyakit yang melisis eritrosit,dan tempat pembuatan eritrosit terganggu. Sel darah putih (leukosit), mempunyai bentuk dan sifat berlainan dengan sifat eritrosit di bawah mikroskop akan terlihat bentuknya yang dapat berubah-ubah dan dapat bergerak dengan perantaraan kaki palsu (pseudopodia), mempunyai bermacam-macam inti sel sehingga ia dapat dibedakan menurut intinya, warnanya bening (tidak berwarna), banyaknya dalam 1 mm³ darah kira-kira 6000-9000. Fungsinya sebagai pertahanan tubuh yaitu membunuh dan

memakan bibit penyakit / bakteri yang masuk ke dalam jaringan res (system retikulo endotel), tempat pembiakannya di dalam limpa dan kelenjar limfe; sebagai pengangkut yaitu mengangkut / membawa zat lemak dari dinding usus melalui limpa terus ke pembuluh darah. Sel leukosit disamping berada di dalam pembuluh darah juga terdapat di seluruh jaringan tubuh manusia. Pada kebanyakan penyakit disebabkan oleh masuknya kuman / infeksi maka jumlah leukosit yang ada di dalam darah akan lebih banyak dari biasanya. Hal ini disebabkan sel leukosit yang biasanya tinggal di dalam kelenjar limfe, sekarang beredar dalam darah untuk mempertahankan tubuh dari serangan penyakit tersebut. Jika jumlah leukosit dalam darah melebihi 10000/mm³ disebut leukositosis dan kurang dari 6000 disebut leukopenia (Pearce, 2007; Smeltzer & Bare, 2002).

Keping-keping darah (trombosit). Trombosit merupakan benda-benda kecil yang mati yang bentuk dan ukurannya bermacam-macam, ada yang bulat dan lonjong, warnanya putih, normal pada orang dewasa 200.000-300.000/mm³. Fungsinya memegang peranan penting dalam pembekuan darah. Jika banyaknya kurang dari normal, maka kalau ada luka darah tidak lekas membeku sehingga timbul perdarahan yang terus-menerus. Trombosit lebih dari 300.000 disebut trombotosis. Trombosit yang kurang dari 200.000 disebut trombotopenia. Di dalam plasma darah terdapat suatu zat yang turut membantuterjadinya peristiwa pembekuan darah, yaitu Ca^{2+} dan fibrinogen. Fibrinogen mulai bekerja apabila tubuh mendapat luka. Ketika kita luka maka darah akan keluar, trombosit pecah dan mengeluarkan zat yang dinamakan trombokinase. Trombokinasi ini akan bertemu dengan protrombin dengan pertolongan Ca^{2+} akan menjadi trombin. Trombin akan bertemu dengan fibrin yang merupakan benang-benang halus, bentuk jaringan yang tidak teratur letaknya, yang akan menahan sel darah, dengan demikian terjadilah pembekuan. Protrombin di buat didalam hati dan untuk membuatnya diperlukan vitamin k, dengan demikian vitamin k penting untuk pembekuan darah. Untuk membantu memperjelas tentang struktur darah, perhatikan Gambar 11 berikut ini.



Gambar. Darah

(Sumber: Syaifuddin, 2012)

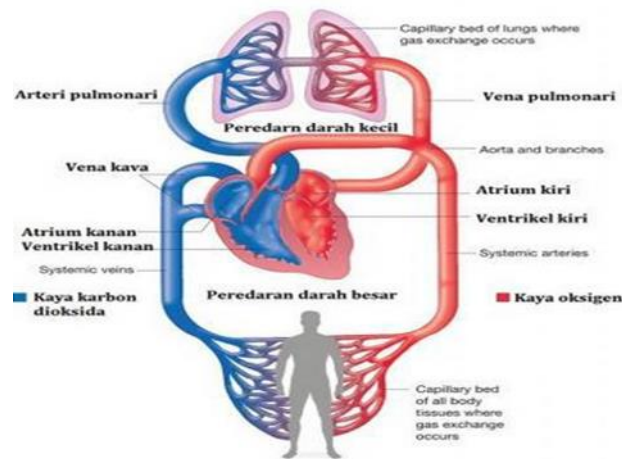
Sistem peredaran darah manusia ada dua yaitu sistem peredaran darah besar dan sistem peredaran darah kecil.

1. Sistem Peredaran Darah Besar (Sistemik)

Peredaran darah besar dimulai dari darah keluar dari jantung melalui aorta menuju keseluruhan tubuh (organ bagian atas dan organ bagian bawah). Melalui arteri darah yang kaya akan oksigen menuju ke sistem-sistem organ, maka disebut sebagai sistem peredaran sistemik. Dari sistem organ vena membawa darah kotor menuju ke jantung. Vena yang berasal dari sistem organ bagian atas jantung akan masuk ke bilik kanan melalui vena cava inferior, sementara vena yang berasal dari sistem organ bagian bawah jantung dibawa oleh vena cava posterior. Darah kotor dari bilik kanan akan dialirkan ke serambi kanan, selanjutnya akan dipompa ke paru-paru melalui arteri pulmonalis. Arteri pulmonalis merupakan satu keunikan dalam sistem peredaran darah manusia karena merupakan satu-satunya arteri yang membawa darah kotor (darah yang mengandung CO₂). Urutan perjalanan peredaran darah besar yaitu: bilik kiri – aorta – pembuluh nadi – pembuluh kapiler – vena cava superior dan vena cava inferior – serambi kanan (Pearce, 2007; Smeltzer & Bare, 2002).

2. Sistem Peredaran Darah Kecil (Pulmonal)

Peredaran darah kecil dimulai dari dari darah kotor yang dibawa arteri pulmonalis dari serambi kanan menuju ke paru-paru. Dalam paru-paru tepatnya pada alveolus terjadi pertukaran gas antara O₂ dan CO₂. Gas O₂ masuk melalui sistem respirasi dan CO₂ akan dibuang ke luar tubuh. O₂ yang masuk akan diikat oleh darah (dalam bentuk HbO) terjadi di dalam alveolus. Selanjutnya darah bersih ini akan keluar dari paru-paru melalui vena pulmonalis menuju ke jantung (bagian bilik kiri). Vena pulmonalis merupakan keunikan yang kedua dalam system peredaran darah manusia, karena merupakan satu-satunya vena yang membawa darah bersih. Urutan perjalanan peredaran darah kecil : bilik kanan jantung – arteri pulmonalis – paru-paru – vena pulmonalis – serambi kiri jantung (Pearce, 2007; Smeltzer & Bare, 2002). Untuk memperjelas mengenai peredaran darah pada manusia maka bisa kita lihat pada gambar berikut ini.



Gambar peredaran darah manusia

(Sumber : Pearce, 2007)

E. Kesimpulan

BAB VIII

SISTEM RESPIRASI

A. Pengertian Sistem Respirasi

Sistem pernapasan atau yang sering disebut sistem respirasi merupakan sistem organ yang digunakan untuk proses pertukaran gas, dimana sistem pernapasan ini merupakan salah satu sistem yang berperan sangat penting dalam tubuh untuk menunjang kelangsungan hidup.

Sistem respirasi adalah suatu proses mulai dari pengambilan oksigen, pengeluaran karbohidrat hingga penggunaan energi di dalam tubuh. Manusia dalam bernapas menghirup oksigen dalam udara bebas dan membuang karbondioksida ke lingkungan (Majumder, 2015).

Dalam mengambil napas ke dalam tubuh dan membuang napas ke udara dilakukan dengan dua cara pernapasan, yaitu :

1. Pernapasan Dada

- Otot antar tulang rusuk luar berkontraksi atau mengerut
- Tulang rusuk terangkat ke atas
- Rongga dada membesar yang mengakibatkan tekanan udara dalam dada kecil sehingga udara masuk ke dalam badan

2. Pernapasan Perut

- Otot diafragma pada perut mengalami kontraksi
- Diafragma datar
- Volume rongga dada menjadi besar yang mengakibatkan tekanan udara pada dada mengecil sehingga udara masuk ke paru-paru

Normalnya manusia butuh kurang lebih 300 liter oksigen perhari. Dalam keadaan tubuh bekerja berat maka oksigen atau O₂ yang diperlukan pun menjadi berlipat-lipat kali dan bisa sampai 10 hingga 15 kali lipat. Ketika oksigen tembus selaput alveolus, hemoglobin akan mengikat oksigen yang banyaknya akan disesuaikan dengan besar kecil tekanan udara.

Pada pembuluh darah arteri, tekanan oksigen dapat mencapai 100 mmHg dengan 19 cc oksigen. Sedangkan pada pembuluh darah vena tekanannya hanya 40 milimeter air raksa dengan 12 cc oksigen. Oksigen yang kita hasilkan dalam tubuh kurang lebih sebanyak 200 cc di mana setiap liter darah mampu melarutkan 4,3 cc CO₂. CO₂ yang dihasilkan akan keluar dari jaringan menuju paru-paru dengan bantuan darah.

Proses Kimiawi Respirasi Pada Tubuh Manusia :

- Pembuangan CO₂ dari paru-paru : $H + HCO_3 \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow H_2 + CO_2$
- Pengikatan oksigen oleh hemoglobin : $Hb + O_2 \rightarrow HbO_2$
- Pemisahan oksigen dari hemoglobin ke cairan sel : $HbO_2 \rightarrow Hb + O_2$
- Pengangkutan karbondioksida di dalam tubuh : $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2 + CO_2$

Alat-alat pernapasan berfungsi memasukkan udara yang mengandung oksigen dan mengeluarkan udara yang mengandung karbon dioksida dan uap air. Tujuan proses pernapasan yaitu untuk memperoleh energi. Pada peristiwa bernapas terjadi pelepasan energi.

B. Organ-organ Respirasi pada Manusia

1. Rongga Hidung (Cavum nasalis)

Udara dari luar akan masuk lewat rongga hidung (*cavum nasalis*). Rongga hidung berlapis selaput lendir, di dalamnya terdapat kelenjar minyak (kelenjar sebacea) dan kelenjar keringat (kelenjar sudorifera). Selaput lendir berfungsi menangkap benda asing yang masuk lewat saluran pernapasan. Selain itu, terdapat juga rambut pendek dan tebal yang berfungsi menyaring partikel kotoran yang masuk bersama udara. Juga terdapat konka yang mempunyai banyak kapiler darah yang berfungsi menghangatkan udara yang masuk. Di sebelah belakang rongga hidung terhubung dengan nasofaring melalui dua lubang yang disebut choanae.

Pada permukaan rongga hidung terdapat rambut-rambut halus dan selaput lendir yang berfungsi untuk menyaring udara yang masuk ke dalam rongga hidung.

2. Tenggorokkan (Faring)

Udara dari rongga hidung masuk ke faring. Faring merupakan percabangan 2 saluran, yaitu saluran pernapasan (nasofarings) pada bagian depan dan saluran pencernaan (orofarings) pada bagian belakang. Pada bagian belakang faring (posterior) terdapat laring (tekak) tempat terletakinya pita suara (pita vocalis). Masuknya udara melalui faring akan menyebabkan pita suara bergetar dan terdengar sebagai suara.

Makan sambil berbicara dapat mengakibatkan makanan masuk ke saluran pernapasan karena saluran pernapasan pada saat tersebut sedang terbuka. Walaupun demikian, saraf kita akan mengatur agar peristiwa menelan, bernapas, dan berbicara tidak terjadi bersamaan sehingga mengakibatkan gangguan kesehatan.

Fungsi utama faring adalah menyediakan saluran bagi udara yang keluar masuk dan juga sebagai jalan makanan dan minuman yang ditelan, faring juga menyediakan ruang dengung (resonansi) untuk suara percakapan.

3. Batang Tenggorokkan (Trakea)

Tenggorokan berupa pipa yang panjangnya ± 10 cm, terletak sebagian di leher dan sebagian di rongga dada (torak). Dinding tenggorokan tipis dan kaku, dikelilingi oleh cincin tulang rawan, dan pada bagian dalam rongga bersilia. Silia-silia ini berfungsi menyaring benda-benda asing yang masuk ke saluran pernapasan.

Batang tenggorokkan (trakea) terletak di sebelah depan kerongkongan. Di dalam rongga dada, batang tenggorok bercabang menjadi dua cabang tenggorokkan (bronkus). Di dalam paru-paru, cabang tenggorok bercabang-cabang lagi menjadi saluran yang sangat kecil disebut bronkiolus. Ujung bronkiolus berupa gelembung kecil yang disebut gelembung paru-paru (alveolus).

4. Pangkal Tenggorokkan (Laring)

Laring merupakan suatu saluran yang dikelilingi oleh tulang rawan. Laring berada diantara orofaring dan trakea, didepan lariofaring. Salah satu tulang rawan pada laring disebut epiglotis. Epiglotis terletak di ujung bagian pangkal laring. Laring diselaputi oleh membrane mukosa yang terdiri dari epitel berlapis pipih yang cukup tebal sehingga kuat untuk menahan getaran-getaran suara pada laring. Fungsi utama laring adalah menghasilkan suara dan juga sebagai tempat keluar masuknya udara.

Laring disusun oleh beberapa tulang rawan yang membentuk jakun. laring dapat ditutup oleh katup laring (epiglotis). Pada waktu menelan makanan, katup tersebut menutup pangkal tenggorokan dan pada waktu bernapas katup membuka. Pada pangkal tenggorokan terdapat selaput suara yang akan bergetar bila ada udara dari paru-paru, misalnya pada waktu kita bicara.

5. Cabang Batang Tenggorokkan (Bronkus)

Tenggorokan (trakea) bercabang menjadi dua bagian, yaitu bronkus kanan dan bronkus kiri. Struktur lapisan mukosa bronkus sama dengan trakea, hanya tulang rawan bronkus bentuknya tidak teratur dan pada bagian bronkus yang lebih besar cincin tulang rawannya melingkari lumen dengan sempurna. Bronkus bercabang-cabang lagi menjadi bronkiolus.

Batang tenggorokkan bercabang menjadi dua bronkus, yaitu bronkus sebelah kiri dan sebelah kanan. Kedua bronkus menuju paru-paru, bronkus bercabang lagi menjadi bronkiolus. Bronkus sebelah kanan (bronkus primer) bercabang menjadi tiga bronkus lobaris (bronkus sekunder), sedangkan bronkus sebelah kiri bercabang menjadi dua bronkiolus. Cabang-cabang yang paling kecil masuk ke dalam gelembung paru-paru atau alveolus. Dinding alveolus mengandung kapiler darah, melalui kapiler-kapiler darah dalam alveolus inilah oksigen dan udara berdifusi ke dalam darah.

Fungsi utama bronkus adalah menyediakan jalan bagi udara yang masuk dan keluar paru-paru.

6. Paru-paru (Pulmo)

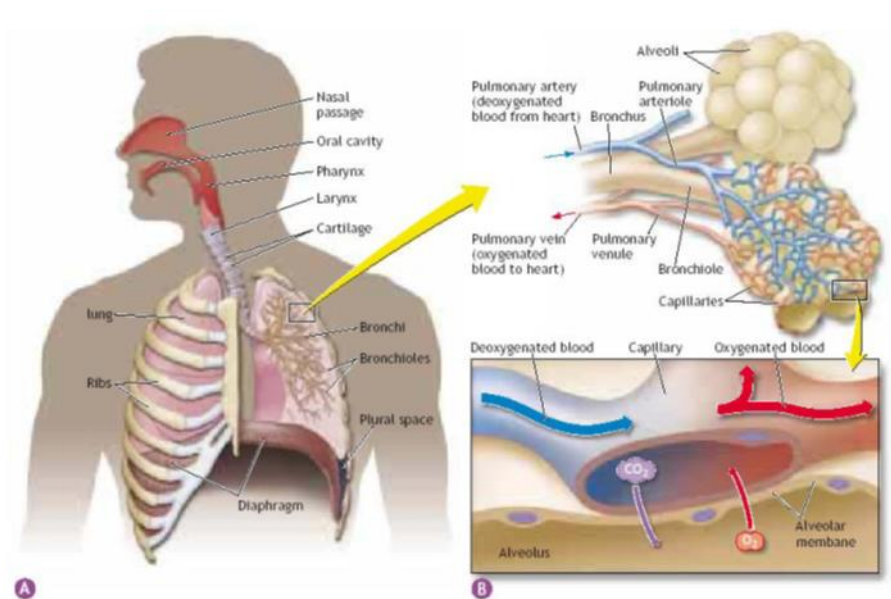
Paru-paru terletak di dalam rongga dada bagian atas, di bagian samping dibatasi oleh otot dan rusuk dan di bagian bawah dibatasi oleh diafragma yang berotot kuat. Paru-paru ada dua bagian yaitu paru-paru kanan (pulmo dekster) yang terdiri atas 3 lobus dan paru-paru kiri (pulmo sinister) yang terdiri atas 2 lobus. Paru-paru dibungkus oleh dua selaput yang tipis, disebut pleura. Selaput bagian dalam yang langsung menyelaputi paru-paru disebut pleura dalam (pleura visceralis) dan selaput yang menyelaputi rongga dada yang bersebelahan dengan tulang rusuk disebut pleura luar (pleura parietalis).

Paru-paru tersusun oleh bronkiolus, alveolus, jaringan elastik, dan pembuluh darah. Bronkiolus tidak mempunyai tulang rawan, tetapi rongga bronkus masih bersilia dan dibagian ujungnya mempunyai epitelium berbentuk kubus bersilia. Setiap bronkiolus terminalis bercabang-cabang lagi menjadi bronkiolus respirasi, kemudian menjadi duktus alveolaris. Pada dinding duktus alveolaris mengandung gelembung-gelembung yang disebut alveolus.

C. Fisiologi Respirasi

1. Mekanisme Respirasi pada Manusia

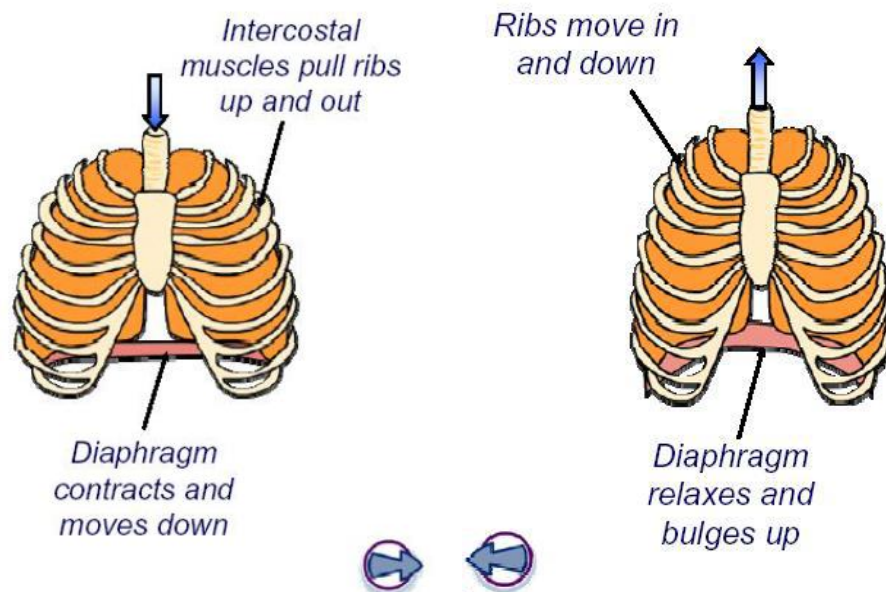
Alveoli paru-paru/ kantong udara merupakan kantong kecil dan tipis yang melekat erat dengan lapisan pembuluh darah halus (kapiler) yang membawa darah yang bebas oksigen (deoxygenated) dari jantung. Molekul oksigen dapat disaring melalui dinding pembuluh darah tersebut untuk masuk ke aliran darah. Sama halnya dengan karbondioksida yang dilepaskan dari darah ke dalam kantong udara untuk dikeluarkan melalui pernapasan, menentukan jumlah oksigen yang masuk ke dalam darah dan jumlah karbondioksida yang dikeluarkan dari darah (Anonim, 2008).



Gambar 1. Struktur paru-paru dan pertukaran gas pada alveoli

Sumber : Hernawati

Permukaan bagian luar paru-paru ditutup oleh selaput pleura yang licin dan selaput serupa membatasi permukaan bagian dari dinding dada. Kedua selaput tersebut terletak dekat sekali dan hanya dipisahkan oleh lapisan cairan yang tipis, karenanya dapat dipisahkan dan terdapat suatu rongga diantara selaput-selaput tersebut yang disebut ruang antar rongga selaput dada (intra pleura space). Sewaktu menarik napas (inspirasi) dinding dada secara aktif tertarik keluar oleh pengerutan dinding dada, dan sekat rongga dada (diafragma) tertarik ke bawah. Berkurangnya tekanan di dalam menyebabkan udara mengalir ke paru-paru. Dengan upaya yang maksimal pengurangan dapat mencapai 60-100 mmHg di bawah tekanan atmosfer. Hembusan napas keluar (ekspirasi) disebabkan mengkerutnya paru-paru dan dinding yang mengikuti pengembangan. Tekanan udara yang meningkat di dalam dada memaksa gas-gas keluar dari paru-paru. Hal tersebut terutama terjadi tanpa upaya otot tetapi dapat dibantu oleh hembusan napas yang kuat.



Gambar 2. Mekanisme respirasi inspirasi dan ekspirasi (Hernawati)

Menurut tempat terjadinya pertukaran gas maka pernapasan dapat dibedakan atas 2 jenis, yaitu :

a. Respirasi Internal

Respirasi internal meliputi aktivitas vital kimia yang memerlukan kombinasi oksigen dan glikogen, kemudian dilepaskan menjadi energi, air dan karbondioksida.

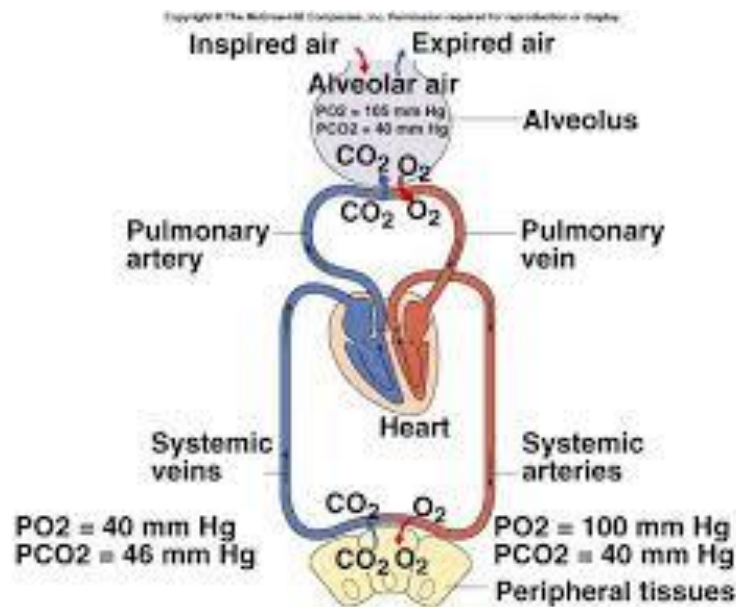
b. Respirasi Eksternal

Respirasi eksternal artinya udara dari atmosfer masuk ke dalam aliran darah untuk dibawa ke dalam sel jaringan dan karbondioksida yang terkumpul di dalam paru dikeluarkan dari tubuh.

Merupakan pertukaran oksigen dan karbondioksida antara paru dan kapiler darah paru. Selama inspirasi, udara atmosfer mengandung oksigen memasuki alveoli. Darah terdeoksigenasi dipompa dari ventrikel kanan melalui arteri pulmonalis menuju kapiler pulmonalis yang menyelubungi alveoli. PO_2 alveolar 105 mmHg, pO_2 darah teroksigenasi yang memasuki kapiler pulmonalis hanya 40 mmHg. Sebagai akibat perbedaan tekanan

tersebut, oksigen berdifusi dari alveoli ke dalam darah terdeoksigenasi sampai keseimbangan tercapai, dan pO_2 darah terdeoksigenasi sekarang 105 mmHg. Ketika oksigen difusi dari alveoli ke dalam darah terdeoksigenasi, karbondioksida berdifusi dengan arah berlawanan. Sampai di paru, pCO_2 darah terdeoksigenasi 46 mmHg, sedang di alveoli 40 mmHg. Oleh karena perbedaan pCO_2 tersebut karbondioksida berdifusi dari darah terdeoksigenasi ke dalam alveoli sampai pCO_2 turun menjadi 40 mmHg. Dengan demikian pO_2 dan pCO_2 darah terdeoksigenasi yang meninggalkan paru sama dengan udara dalam alveolar. Karbondioksida yang berdifusi ke alveoli dhembuskan keluar dari paru selama ekspirasi (Soewolo, et al. 1999).

Pertukaran gas antara karbondioksida dan oksigen dalam paru dan darah pada sistem sistemik dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Pertukaran gas antara karbondioksida dan oksigen dalam paru dan darah pada sistem sistemik (Hernawati)

Gas buang cenderung untuk berdifusi dari daerah dengan tekanan partial tinggi ke daerah lain dimana tekanan partialnya lebih rendah yaitu dikarenakan selisih tekanan (Pressure Gradient). Selisih tekanan oksigen dari alveoli ke aliran darah dan sebaliknya selisih tekanan karbondioksida

dari saluran darah ke alveoli menentukan pertukaran gas-gas tersebut di dalam paru-paru. Keseimbangan terjadi dengan masuknya oksigen ke aliran darah dari paru-paru. Selisih tekanan yang sama terdapat pada tingkatan jaringan darah, dimana karbondioksida dilepaskan oleh jaringan masuk ke aliran darah dan oksigen berdifusi ke dalam jaringan-jaringan. Hal tersebut terjadi pada setiap pernapasan dan pertukaran peredaran darah. Pertukaran gas terjadi karena difusi, dan ini ditentukan sampai tingkat tertentu di udara oleh berat jenis gas yang bersangkutan.

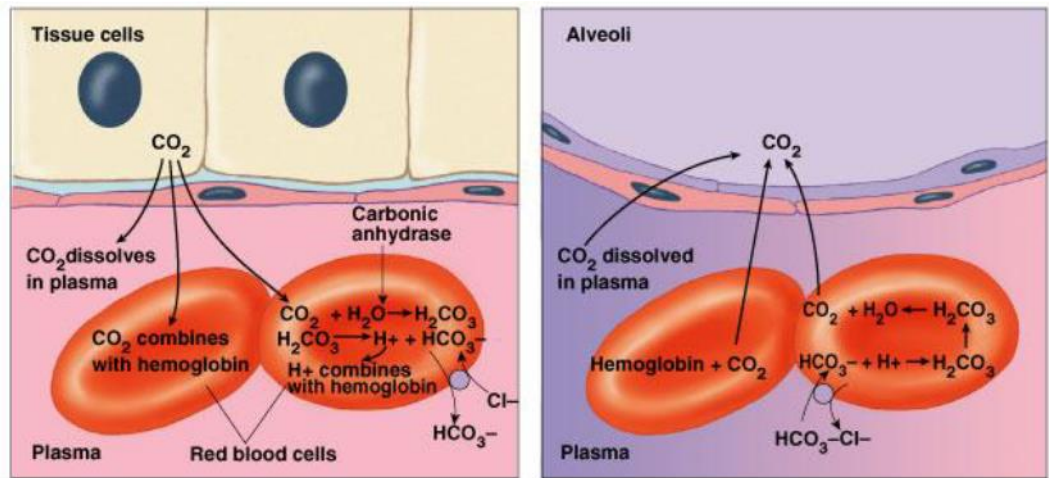
Di alveoli paru-paru, oksigen berdifusi lebih cepat daripada karbondioksida karena berat jenisnya lebih rendah. Difusi gas dalam jaringan tubuh hangat dipengaruhi oleh daya larutnya di dalam cairan-cairan jaringan dan darah, dan oleh karena karbondioksida berkurang lebih 24 kali lebih mudah larut dalam darah dibanding oksigen, maka keseluruhan kecepatan difusi karbondioksida melebihi kecepatan oksigen sekitar 20 kali lipat. Difusi gas dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : kelainan pada dinding alveoli, peredaran pembuluh darah halus yang tidak sempurna dapat mengurangi suplai darah ke alveoli, mengecilnya alveoli yang dapat mengurangi daerah pemindahan gas. Salah satu dari semua itu dapat menyebabkan kurang oksigen dalam darah atau berkurangnya pengeluaran karbondioksida dari darah.

Pengangkutan gas-gas pernapasan antara paru dan jaringan tubuh adalah tugas darah. Bila oksigen dan karbondioksida masuk darah, terjadi perubahan kimia dan fisika tertentu yang membantu pengangkutan dan pertukaran gas. Dalam setiap 100 ml darah teroksigenasi mengandung 20 ml oksigen. Oksigen tidak mudah larut dalam air, karenanya sangat sedikit oksigen yang diangkut dalam keadaan larut dalam plasma darah. Kenyataannya, 100 ml darah teroksigenasi hanya kira-kira 3% terlarut dalam plasma, 97 % sisanya diangkut dalam gabungan kimia dengan hemoglobin dalam eritrosit. Hemoglobin terdiri dari protein yang disebut globin dan pigmen yang disebut heme. Oksigen dan hemoglobin

bergabung dalam suatu reaksi bolak-balik yang dengan mudah membentuk oksihemoglobin (Soewolo, et al. 1999).

Karbondioksida yang dihasilkan oleh jaringan tubuh berdifusi ke dalam cairan interstitial dan ke dalam plasma. Kurang 10% karbondioksida tersebut tetap tertinggal dalam plasma sebagai CO₂ yang terlarut. Lebih 90% karbondioksida tersebut berdifusi ke dalam sel darah merah. Beberapa diantaranya diambil dan diangkut oleh hemoglobin. Sebagian besar karbondioksida bereaksi dengan ion hidrogen dalam eritrosit untuk membentuk asam karbonat. Sel darah merah mengandung enzim karbonat anhidrase, yang mengkatalisis reaksi. Asam karbonat berdisosiasi menjadi ion bikarbonat dan ion hidrogen. Hemoglobin berikatan dengan sebagian besar ion hidrogen dari asam karbonat, agar tidak bertambah asam. Pengikatan ion hidrogen tersebut menyebabkan *Bohr Shift*.

Proses perubahan asam karbonat-bikarbonat yang dapat berbalik arah juga membantu menyangga darah, dengan membebaskan atau mengeluarkan ion hidrogen, tergantung pada pH. Sebagian besar ion bikarbonat berdifusi ke dalam plasma, ion-ion diangkut dalam aliran darah ke paru-paru. Kebalikan dari proses yang terjadi dalam kapiler jaringan terjadi di paru-paru. Ion bikarbonat berdifusi dari plasma ke dalam sel darah merah. Ion hidrogen yang dibebaskan dari hemoglobin, bergabung dengan ion bikarbonat untuk membentuk asam karbonat. Karbondioksida dibentuk dari asam karbonat dan dilepaskan dari hemoglobin. Karbondioksida berdifusi keluar dari darah, ke dalam cairan interstitial dan ke dalam ruangan alveoli, sebelum dikeluarkan selama ekshalasi (Campbell, et al. 2004).



Gambar 4. Proses pertukaran karbondioksida dalam plasma dan sel jaringan (Hernawati)

Dalam pertukaran ion klor berdifusi ke dalam sel darah merah yang dikenal sebagai *chloride shift*. Ion klor yang masuk plasma dari sel darah merah bergabung dengan ion K untuk membentuk KCl. Ion bikarbonat yang masuk plasma dari sel darah merah bergabung dengan ion Na, membentuk sodium bikarbonat. Rangkaian reaksi tersebut bahwa karbondioksida dibawa dari sel jaringan sebagai ion bikarbonat dalam plasma (Soewolo, et al. 1999).

2. Volume dan Kapasitas Paru-paru

a. Volume Paru

Terdapat empat volume paru yang didefinisikan dan bila keempatnya dijumlahkan akan menghasilkan volume maksimal paru yang mengembang. Secara umum, nilai-nilai volume untuk wanita sedikit lebih rendah dibandingkan laki-laki.

Volume paru yang dapat diukur adalah sebagai berikut :

1) Volume Alun Napas atau Volume Tidal (*Tidal Volume*)

Volume udara yang masuk atau keluar paru selama satu kali bernapas normal, besarnya yaitu 6-7 ml/kgBB atau rerata sekitar 500 ml pada orang dewasa.

2) **Volume Cadangan Inspirasi (*Inspiratory Reserve Volume*)**

Volume udara cadangan tambahan yang masih dapat secara maksimal dihirup diatas volume tidal. IRV dicapai dengan inspirasi paksa. Nilai IRV biasanya mencapai 3000 ml.

3) **Volume Cadangan Ekspirasi (*Expiratory Reserve Volume*)**

Volume udara cadangan tambahan yang secara aktif dapat dihembuskan dengan mengkontraksikan otot-otot ekspirasi (ekspirasi paksa) melebihi udara yang secara normal dihembuskan secara pasif. Nilai ERV rerata adalah 1000 ml.

4) **Volume Residu atau Volume Sisa (*Residual Volume*)**

Volume udara yang tetap tersisa dalam paru meskipun telah dilakukan ekspirasi maksimal, ± 1200 ml pada laki-laki dan ± 1100 ml pada perempuan.

Volume minimal adalah komponen dari volume residu yaitu volume udara yang tetap tersisa di paru meskipun paru kolaps, jumlahnya $\pm 30-120$ ml. Volume minimal tidak dapat diperiksa pada orang sehat. Volume minimal terjadi karena adanya surfactan yang melapisi alveoli.

Volume respirasi semenit yaitu jumlah total udara baru yang masuk ke dalam saluran napas tiap menit, disimbolkan dengan VE, didapat dengan mengalikan frekuensi napas (f) dengan volume tidal (VT). Volume tidal normal kira - kira 500 ml dan frekuensi napas normal kira - kira 12 kali permenit. Oleh karena itu rata-rata volume respirasi semenit dalam keadaan tenang yaitu sekitar 6 liter per menit.

b. Kapasitas Paru

1) **Kapasitas Inspirasi (*Inspiratory Capacity*)**

Volume maksimal udara yang dapat diinspirasi setelah selesainya suatu siklus napas tenang. Kapasitas inspirasi adalah jumlah dari volume tidal dan volume cadangan inspirasi.

2) Kapasitas Sisa Fungsional (*Functional Residual Capacity*)

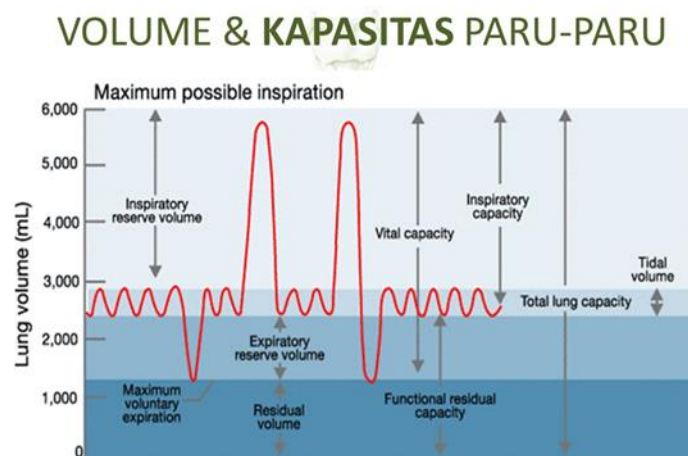
Volume udara yang tersisa di paru pada akhir siklus napas tenang, merupakan jumlah dari volume cadangan ekspirasi dan volume residu.

3) Kapasitas Vital (*Vital Capacity*)

Volume udara yang dapat diinspirasi maksimal dan diekspirasi maksimal pada satu siklus napas, merupakan penjumlahan dari volume cadangan ekspirasi, volume tidal, dan volume cadangan inspirasi. volumenya ± 4500 ml pada laki-laki dan ± 3500 ml pada perempuan.

4) Kapasitas Paru Total (*Total Lung Capacity*)

Volume paru total yang dihitung dari jumlah kapasitas vital dan volume sisa. Kapasitas paru total pada laki-laki ± 6000 ml dan pada perempuan ± 4500 ml.



Gambar 5. pengukuran volume/kapasitas paru antara laki-laki dan perempuan pada kondisi normal.

3. Ventilasi Paru-paru

Ventilasi paru adalah proses masuk dan keluarnya udara melalui sistem respirasi. Secara harfiah, respirasi atau pernapasan merupakan pergerakan oksigen dari atmosfer menuju sel-sel dan keluarnya karbon

dioksida dari sel-sel ke udara bebas. Orang dewasa normal bernapas sekitar 16 kali per menit. Pertukaran udara ini di bantu dengan pergerakan otot yang berguna untuk melakukan proses inspirasi dan ekspirasi (McKinley dan O'Loughlin, 2006).

Tujuan utama terjadinya proses ventilasi paru adalah untuk menjaga konsentrasi oksigen dan karbon dioksida dalam keadaan yang sesuai di dalam lumen alveoli. Tujuan ini dapat diperoleh dengan terjadinya ventilasi paru diikuti oleh tiga proses lainnya yaitu : pertukaran gas di alveoli, di sel-sel tubuh, dan mekanisme pengaturan respirasi.

Ventilasi melibatkan dua proses, yaitu inspirasi (pemasukan udara) dan ekspirasi (pengeluaran udara). Kedua proses ini dapat dicapai apabila terjadi perbedaan tekanan udara. Prinsip pada ventilasi ini ialah udara mengalir dari tekanan yang lebih tinggi ke tekanan yang lebih rendah. Perbedaan tekanan ini dibantu oleh kinerja otot-otot pernapasan dan dipengaruhi oleh volume dan kapasitas paru, resistensi aliran udara, dan daya kembang atau compliance paru (Guyton dan Hall, 2007).

4. Pengaturan Pernapasan

Pengaturan ventilasi (peningkatan atau penagaturan ventilasi) untuk memenuhi kebutuhan metabolic dilakukan dengan mengupayakan keseimbangan antara volume tidal dan frekuensi peernapasan. Pengaturan ini dilakukan melalui tiga komponen sistem pengontrol pernapasan yaitu :

a. Pusat Control Respirasi (*Respiratory Control Centers*)

Terletak berpencar di berberapa level, yaitu di batang otak (pons dan medulla oblongata) serta korteks. Sentrum pernapasan di korteks berperan untuk pernapasan yang disadari (voluntary) pusat pernapasan yang disadari ini penting untuk mengatur pernapasan selagi bicara, menyanyi dan mengedan. Sentrum pernapasan di batang otak merupakan kelompok neuron luas terletak bilateral di medulla di substansia retikuler medulla oblongata dan pons yang berperan dalam pernapasan spontan (involuntary). Daerah ini dibagi menjadi tiga kelompok neuron utama yaitu kelompok pernapasan dorsal yang

menyebabkan inspirasi, kelompok pernapasan ventral yang menyebabkan ekspirasi dan pusat pneumotaksik yang mengatur kecepatan dan kedalaman napas.

Area inspiratorik pada kelompok pernapasan dorsal memegang peranan paling mendasar dalam mengatur pernapasan dimana sebagian besar neuronnya terletak di dalam nucleus traktus solitaires. Nukleus ini merupakan akhir sensoris dari nervus vagus (N.X) dan nervus glossofaringeus (N.IX) yang mentransmisikan sinyal sensoris ke dalam pusat pernapasan dari kemoreseptor perifer, baroreseptor dan berbagai macam reseptor dalam paru.

Pusat pneumotaksik mentransmisikan sinyal ke area inspiratorik untuk mengatur titik “penghentian” inspirasi landai dengan demikian mengatur lamanya fase pengisian pada siklus paru. Fungsi pusat pneumotaksik yang utama adalah membatasi inspirasi dan memiliki efek sekunder terhadap peningkatan kecepatan pernapasan, karena pembatasan inspirasi juga memperpendek inspirasi dan seluruh periode pernapasan.

Area ekspiratorik pada kelompok pernapasan ventral hampir seluruhnya tetap inaktif selama pernapasan tenang yang normal. Bila rangsang pernapasan guna meningkatkan ventilasi paru menjadi lebih besar dari normal, sinyal respirasi yang dari area inspiratorik (dorsal) akan akan tercurah ke area ekspiratorik (ventral) sehingga area ekspiratorik akan turut membantu merangsang pernapasan ekstra. Neuron - neuron pada area pernapasan ventral tersebut akan menghasilkan sinyal ekspirasi yang kuat ke otot - otot abdomen selama ekspirasi yang sangat sulit. Dengan demikian area ini lebih berperan sebagai suatu mekanisme pendorong bila dibutuhkan ventilasi paru yang besar, khususnya selama latihan fisik yang berat.

b. Efektor Pernapasan (*Respiratory Effectors*)

Transmisi impuls dari pusat napas ke otot pernapasan berjalan melalui Nervus frenikus yang menuju diafragma, yang berasal dari

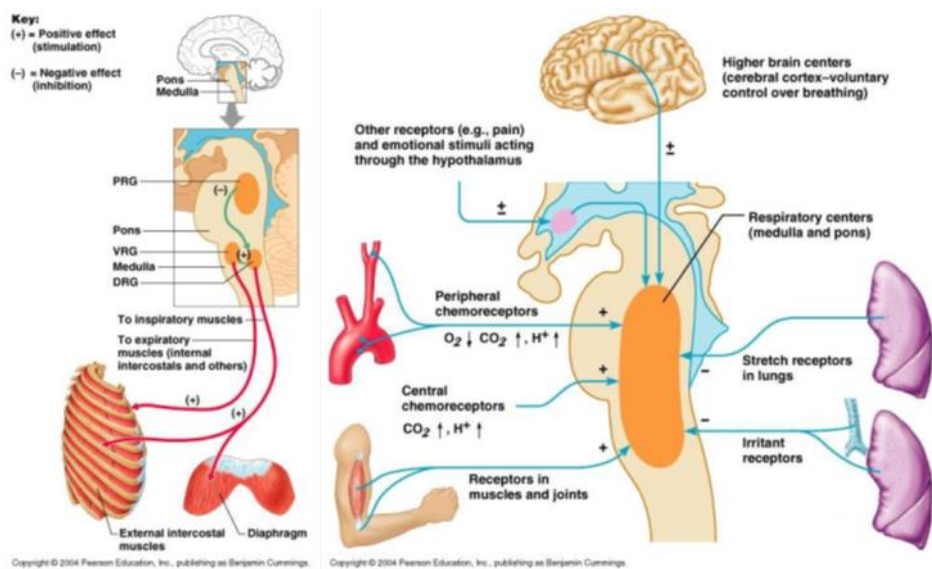
radix saraf C3-C5. Blokade atau paralisis nervus frenikus unilateral hanya sedikit mengurangi fungsi pulmoner (sekitar 25%) pada orang normal. Walaupun paralisis pada nervus frenikus bilateral menyebabkan gangguan yang lebih berat, aktivitas otot penyokong pernapasan mempertahankan ventilasi yang adekuat pada sebagian pasien. Otot-otot intercostal disarafi oleh radix saraf thoraks masing-masing. Cedera kordaservikal di atas C5 tidak sesuai dengan ventilasi spontan karena baik nervus frenikus maupun interkostalis sama-sama dikenai. Nervus aksesorius menuju ke muskulus sternokleomastoideus, serta nervus servikalis inferior ke muskulus skalenus.

Nervus vagus memberikan inervasi sensorik pada percabangan tracheobronchial. Terdapat inervasi autonomik simpatik maupun parasimpatik pada otot polos bronchial dan kelenjar sekretorik. Aktivitas vagal memediasi bronkokonstriksi dan meningkatkan sekresi bronchial melalui reseptor muskarinik. Aktivitas simpatik (T1-T4) memediasi bronkodilasi dan juga menurunkan sekresi melalui reseptor β_2 adrenergik. Reseptor α - dan β - adrenergik terdapat pada vaskular paru, tetapi sistem simpatik normalnya memiliki efek yang kecil pada tonus vaskuler paru. Aktivitas α_1 - menyebabkan vasokonstriksi; aktivitas β_2 memediasi vasodilatasi. Aktivitas vasodilatasi parasimpatik tampak dimediasi melalui pelepasan nitricoxide.

c. Sensor Pernapasan (*Respiratory Sensors*)

Sensor pernapasan terdiri dari kemoreseptor sentral, kemoreseptor perifer, reseptor sensoris di dinding dada, serta reseptor sensoris didalam paru. Kemoreseptor sentral terletak pada area kemosensitif yang terletak sepersekian millimeter dibawah permukaan ventral medulla oblongata. Area ini merespon dengan cepat setiap peningkatan konsentrasi CO_2 ataupun peningkatan konsentrasi ion H^+ dengan menambah ventilasi. Hipoksia tidak berperan sebagai

stimulant terhadap kemoreseptor sentral, melainkan menekan kemoreseptor ini. Sebaliknya kemoreseptor perifer yang terletak di bifurkasio arteri karotis dan sepanjang arkus aorta diaktifkan oleh hipoksia dan oleh CO_2 dan ion H^+ . Pada suasana normal, reseptor ini sangat peka dan menjaga PaCO_2 tetap konstan walaupun ada perubahan produksi CO_2 . Sensor pernapasan juga peka terhadap penurunan tekanan darah seperti yang didapatkan pada shock yang mengakibatkan terjadinya hiperventilasi. Kemoreseptor sentral hanya berperan linier terhadap PaO_2 , sedangkan kemoreseptor perifer hanya menyebabkan kenaikan ventilasi bila terjadi hipoksemia yang signifikan ($\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$). Mekanoreseptor pada dinding dada bereaksi terhadap penegangan otot dinding interkostal yang secara reflex mengatur irama pernapasan dan dalamnya tarikan napas.



5. Pengaruh Lingkungan pada Pernapasan

a. Pencemaran Udara

Pencemaran udara diartikan sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan ah(komposisi) udara dari keadaan normalnya (Wardhana, 2001).

Sumber CO buatan antara lain kendaraan bermotor, terutama yang menggunakan bahan bakar bensin. Berdasarkan estimasi, jumlah

CO dari sumber buatan diperkirakan mendekati 60 juta ton per tahun. Separuh dari jumlah ini berasal dari kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dan sepertiganya berasal dari sumber tidak bergerak seperti pembakaran batu bara dan minyak dari industri dan pembakaran sampah domestik. Di dalam laporan WHO (1992) dinyatakan paling tidak 90 % dari CO di udara perkotaan berasal dari emisi kendaraan bermotor. Selain itu asap rokok juga mengandung CO, sehingga para perokok dapat memajan dirinya sendiri dari asap rokok yang sedang dihisapnya.

Karakteristik biologik yang paling penting dari CO adalah kemampuannya untuk berikatan dengan haemoglobin, pigmen sel darah merah yang mengangkut oksigen keseluruh tubuh. Sifat ini menghasilkan pembentukan karboksihaemoglobin (HbCO) yang 200 kali lebih stabil dibandingkan oksihemoglobin (HbO₂). Penguraian HbCO yang relatif lambat menyebabkan terhambatnya kerja molekul sel pigmen tersebut dalam fungsinya membawa oksigen keseluruh tubuh. Kondisi seperti ini bisa berakibat serius, bahkan fatal, karena dapat menyebabkan keracunan. Selain itu, metabolisme otot dan fungsi enzim intra-seluler juga dapat terganggu dengan adanya ikatan CO yang stabil tersebut. Dampak keracunan CO sangat berbahaya bagi orang yang telah menderita gangguan pada otot jantung atau sirkulasi darah perifer yang parah

b. Partikel Debu (*Suspended Particulate Matter*)

Partikulat debu melayang (*Suspended Particulate Matter/SPM*) merupakan campuran yang sangat rumit dari berbagai senyawa organik dan anorganik yang terbesar di udara. Secara alamiah partikulat debu dapat dihasilkan dari debu tanah kering yang terbawa oleh angin atau berasal dari muntahan letusan gunung berapi. Pembakaran yang tidak sempurna dari bahan bakar yang mengandung senyawa karbon akan murni atau bercampur dengan gas-gas organik

seperti halnya penggunaan mesin disel yang tidak terpelihara dengan baik. Inhalasi merupakan satu-satunya rute masuknya debu.

c. Tempat Dataran Tinggi dan Dataran Rendah

Tekanan barometer di berbagai ketinggian tempat berbeda. Pada ketinggian permukaan laut tekanan barometer 760 mmHg, sedangkan pada ketinggian 10.000 kaki di atas permukaan laut hanya 523 mmHg, dan pada 50.000 kaki adalah 87 mmHg. Penurunan tekanan barometer merupakan dasar penyebab semua persoalan hipoksia pada fisiologi manusia di tempat tinggi. Hal tersebut dapat dijelaskan bahwa seiring dengan penurunan tekanan barometer akan terjadi juga penurunan tekanan oksigen parsial yang sebanding, sehingga tekanan oksigen selalu tetap sedikit lebih rendah 20%-21% dibanding tekanan barometer total. Jadi pada ketinggian permukaan laut total tekanan atmosfer 760 mmHg, ketika di atas 12.000 kaki tekanan barometernya hanya 483mmHg. Dalam hal ini terjadi penurunan total tekanan atmosfer, yang berarti lebih sedikit 40% molekul per pernapasan pada saat berada di tempat tinggi dibandingkan dengan permukaan laut.

Apabila seseorang berada di tempat yang tinggi selama beberapa hari, minggu, atau tahun, menjadi semakin teraklimatisasi terhadap tekanan parsial oksigen yang rendah, sehingga efek buruknya terhadap tubuh makin lama semakin berkurang. Proses aklimatisasi umumnya antara satu sampai tiga hari. Prinsip-prinsip utama yang terjadi pada aklimatisasi ialah peningkatan ventilasi paru yang cukup besar, sel darah merah bertambah banyak, kapasitas difusi paru meningkat, vaskularisasi jaringan meningkat, dan kemampuan sel dalam menggunakan oksigen meningkat, sekalipun tekanan parsial oksigennya rendah (Guyton, 1994). Aklimatisasi meliputi beberapa perubahan struktur dan fungsi tubuh, seperti mekanisme kemoreseptor meningkat, tekanan arteri pulmonalis meningkat. Selanjutnya tubuh memproduksi sel darah merah lebih banyak di dalam sumsum tulang

untuk membawa oksigen, tubuh memproduksi lebih banyak enzim 2,3-biphosphoglyserate yang memfasilitasi pelepasan oksigen dari hemoglobin ke jaringan tubuh. Proses aklimatisasi secara perlahan menyebabkan dehidrasi, urinasi, meningkatkan konsumsi alkohol dan obat-obatan. Dalam waktu yang lama dapat meingkatkan ukuran alveoli, menurunkan ketebalan membran alveoli, yang diikuti dengan perubahan pertukaran gas.

Pengangkutan oksigen oleh darah ke jaringan lebih mudah pada orang yang telah teraklimatisasi di tempat tinggi. Tekanan parsial O₂ pada orang-orang yang tinggal di tempat tinggi hanya 40 mmHg, tetapi karena jumlah haemoglobinnya lebih banyak, maka jumlah oksigen dalam darah arteri menjadi lebih banyak dibanding oksigen dalam darah pada penduduk yang tinggal di tempat yang rendah. Selanjutnya tekanan parsial O₂ vena pada penduduk di tempat tinggi 15 mmHg lebih rendah daripada tekanan parsial O₂ vena pada penduduk di tempat rendah, sekalipun tekanan parsial O₂ nya rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengangkutan oksigen ke jaringan adalah lebih baik pada penduduk yang secara alami telah mengalami aklimatisasi (Guyton, 1994).

D. Gangguan pada Sistem Respirasi Manusia

Sistem pernapasan manusia yang terdiri atas beberapa organ dapat mengalami gangguan. Gangguan ini biasanya berupa kelainan atau penyakit. Penyakit atau kelainan yang menyerang sistem pernapasan ini dapat menyebabkannya proses pernapasan.

Berikut adalah beberapa contoh gangguan pada system pernapasan manusia :

1. Emfisema

Penyakit pada paru-paru. Paru- paru mengalami pembengkakan karena pembuluh darah nya kemasukan udara.

2. Asma

Kelainan penyumbatan saluran pernapasan yang disebabkan oleh alergi, seperti debu, bulu, ataupun rambut. Kelainan ini dapat diturunkan. Kelainan ini juga dapat kambuh jika suhu lingkungan rendah.

3. Tuberkolosis (TBC)

Penyakit paru-paru yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri tersebut menimbulkan bintil-bintil pada dinding alveolus. Jika penyakit ini menyerang dan dibiarkan semakin luas, dapat menyebabkan sel-sel paru-paru mati. Akibatnya paru-paru akan kuncup atau mengecil. Hal tersebut menyebabkan para penderita TBC napasnya sering terengah-engah

4. Influenza (Flu)

Penyakit yang disebabkan oleh virus influenza. Penyakit ini timbul dengan gejala bersin-bersin, demam, dan pilek.

5. Kanker Paru-paru

Penyakit ini merupakan salah satu paling berbahaya. Sel-sel kanker pada paru-paru terus tumbuh tidak terkendali. Penyakit ini lama-kelamaan dapat menyerang seluruh tubuh. Salah satu pemicu kanker paru-paru adalah kebiasaan merokok. Merokok dapat memicu terjadinya kanker paru-paru dan kerusakan paru-paru.

E. Kesimpulan

BAB IX

SISTEM EKSRESI

A. Pengertian Sistem Eksresi

Sistem Ekskresi adalah proses pengeluaran zat sisa metabolisme yang sudah terakumulasi dalam tubuh agar kesetimbangan tubuh tetap terjaga. Sistem ekskresi merupakan hal yang pokok dalam homeostasis karena sistem ekskresi tersebut membuang limbah metabolisme dan merespon terhadap ketidakseimbangan cairan tubuh dengan cara mengekskresikan ion-ion tertentu sesuai kebutuhan.

Sistem ekresi merupakan sistem yang berperan dalam proses pembuangan zat-zat yang sudah tidak diperlukan (zat sisa) ataupun zat-zat yang membahayakan bagi tubuh dalam bentuk larutan. Ekresi terutama berkaitan dengan pengeluaran-pengeluaran senyawa-senyawa nitrogen. Selama proses pencernaan makanan, protein dicernakan menjadi asam amino dan diabsorpsi oleh darah, kemudian diperlukan oleh sel-sel tubuh untuk membentuk protein-protein baru. Organ pada sistem eksresi dalam tubuh dapat berupa kulit, paru-paru, ginjal dan hati. Pada mamalia memiliki sepasang ginjal yang terletak dibagian pinggang (lumbar) dibawah peritonium. Hasil eksresi dari ginjal berupaa urine yang akan mengalir melewati saluran ureter menuju kantung kemih yang terletak midventral dibawah rektum. Dinding kantung kemih akan berkontraksi secara volunter mendorong urine keluar melalui uretra.

Makhluk hidup menghasilkan zat-zat sisa yang harus dikeluarkan. Zat ini dapat menjadi racun jika tidak dikeluarkan oleh tubuh. Proses pengeluaran zat sisa dari tubuh antara lain sekresi, ekresi, dan defekasi. Sekresi merupakan suatu proses pengeluaran zat yang berbentuk cairan oleh sel-sel atau jaringan. Ekskresi merupakan proses pengeluaran zat siasa metabolisme dari tubuh yang sudah tidak dapat digunakan lagi seperti pengeluaran urine, keringat, dan CO₂ dari tubuh. Defekasi merupakan prses pengeluaran feses dari tubuh.

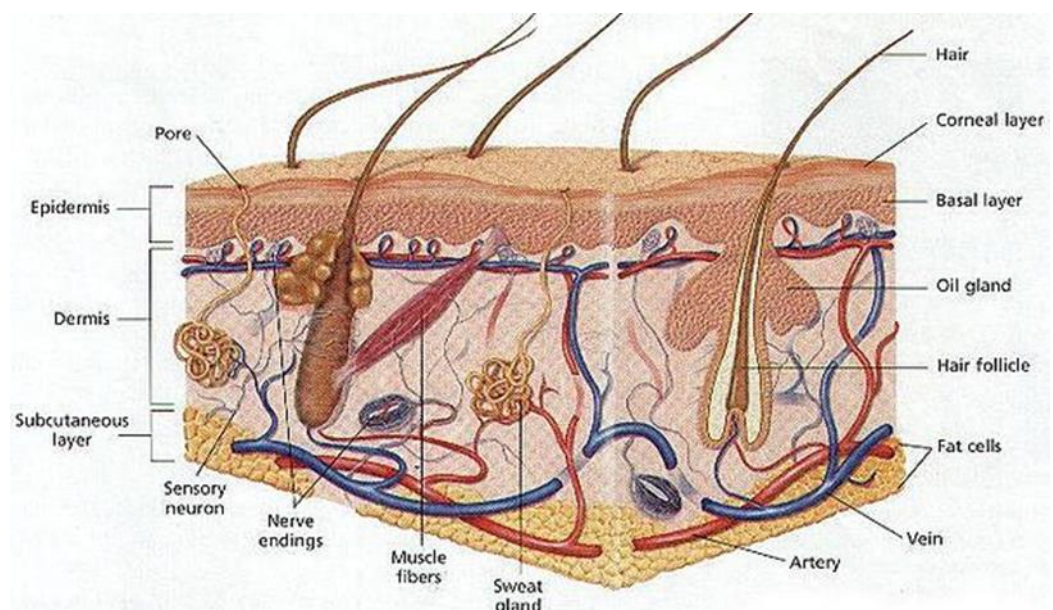
Alat ekskresi manusia adalah paru-paru, ginjal, kulit, dan hati (Karmana, 2007).

B. Anatomi dan Fungsi Organ Eksresi pada Manusia

Organ-organ yang berperan dalam sistem ekskresi pada manusia meliputi kulit, ginjal, paru-paru, dan hati.

1. Kulit

Kulit merupakan lapisan jaringan pelindung terluar yang terdapat di permukaan tubuh. **Kulit termasuk organ ekskresi karena mampu mengeluarkan zat-zat sisa berupa kelenjar keringat.** Selain sebagai organ ekskresi, kulit juga berfungsi sebagai alat indera perasa dan peraba. Kulit terdiri dari tiga lapisan, masing-masing lapisan mempunyai fungsinya seperti gambar berikut:



a. Epidermis (Lapisan Kulit Ari)

Epidermis merupakan lapisan kulit paling luar dan sangat tipis. Epidermis terdiri dari lapisan tanduk dan lapisan malphigi. Lapisan tanduk merupakan sel-sel mati yang mudah mengelupas, tidak mengandung pembuluh darah dan serabut saraf, sehingga lapisan ini tidak dapat mengeluarkan darah saat mengelupas. Lapisan malphigi merupakan lapisan yang terdapat di bawah lapisan

tanduk, yang tersusun dari sel-sel hidup dan memiliki kemampuan untuk membelah diri. Lapisan malphigi terdapat pigmen yang dapat menentukan warna kulit, dan melindungi sel dari kerusakan akibat sinar matahari.

b. Dermis (Lapisan Kulit Jangat)

Dermis merupakan lapisan kulit yang terletak di bawah lapisan epidermis. Lapisan dermis lebih tebal daripada lapisan epidermis. Lapisan dermis terdiri dari beberapa jaringan sebagai berikut:

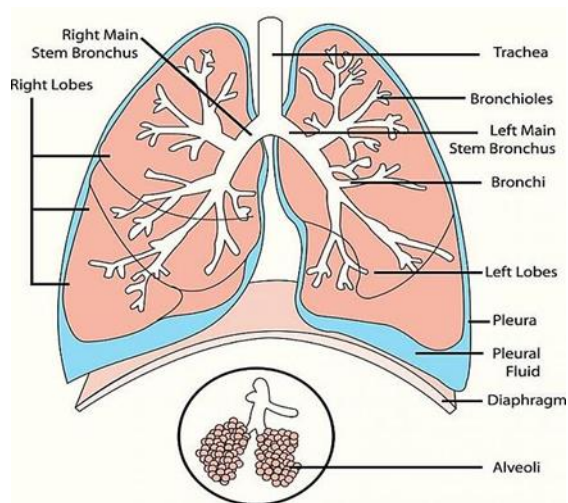
Jaringan Lapisan Dermis	Fungsi
Pembuluh kapiler	Menyampaikan nutrisi pada akar rambut dan sel kulit
Kelenjar keringat	Menghasilkan keringat
Kelenjar minyak	Menghasilkan minyak agar kulit dan rambut tidak kering
Pembuluh darah	Mengedarkan darah ke seluruh sel atau jaringan
Ujung-ujung saraf	Meliputi ujung safar perasa, peraba, rasa nyeri, rasa panas dan rasa sentuhan
Kantong rambut	Tempat akar, batang, dan kelenjar minyak rambut.

c. Jaringan Ikat Bawah Kulit

Lapisan ini terletak di bawah dermis, di antara lapisan jaringan ikat bawah kulit dengan dermis dibatasi oleh sel lemak. Lemak ini berfungsi untuk melindungi tubuh dari benturan, sebagai sumber energi dan penahan suhu tubuh.

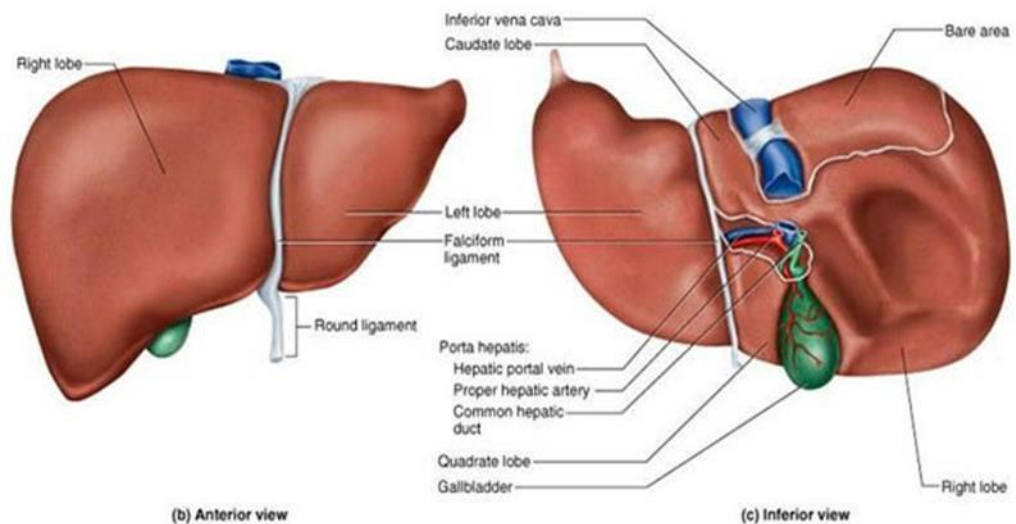
2. Paru-paru

Paru-paru manusia berjumlah dua atau sepasang. Pada dasarnya fungsi utama paru-paru adalah sebagai alat pernapasan, namun peranan tersebut juga erat hubungannya dengan sistem ekskresi. Hal ini dikarenakan CO₂ dan air yang merupakan hasil proses metabolisme di jaringan yang diangkut melalui darah akhirnya akan dibawa ke paru-paru untuk dibuang dengan cara difusi di alveolus. Proses ini dapat berjalan dengan baik karena dibuang dengan difusi di alveolus. Proses ini dapat berjalan dengan baik karena pada alveolus banyak bermuara kapiler yang memiliki selapis sel.



3. Hati

Hati berada di dalam rongga perut sebelah kanan di bawah diafragma yang dilindungi oleh selaput tipis bernama kapsula hepatis. Hati berfungsi untuk mengekskresikan getah empedu zat sisa dari perombakan sel darah merah yang telah rusak dan dihancurkan di dalam limpa. Selain berfungsi sebagai organ ekskresi, hati juga berperan sebagai penawar racun, menyimpan glikogen (gula otot), pembentukan sel darah merah pada janin dan sebagai kelenjar pencernaan.



4. Ginjal

Ginjal merupakan komponen utama penyusun sistem ekskresi manusia yaitu urin. Manusia memiliki sepasang ginjal berukuran sekitar

10 cm. Ginjal berbentuk seperti buah kacang buncis pada beberapa spesies hewan Mammalia. Paling luar diselubungi oleh jaringan ikat tipis yang disebut kapsula renalis. Bagian ginjal yang membentuk cekungan disebut hilum. Pada hilum terdapat bundel saraf, arteri renalis, vena renalis, dan ureter. Letak ginjal di rongga perut sebelah kiri dan kanan ruas-ruas tulang pinggang. Selain itu ginjal juga berfungsi untuk menyaring zat-zat sisa metabolisme dari dalam darah, mempertahankan keseimbangan cairan tubuh, mengeskresikan gula darah yang melebihi kadar normal dan mengatur keseimbangan kadar asam, basa, dan garam di dalam tubuh.

Sistem urin tersusun atas ginjal, ureter, vesica urinaria, dan urethra. Berfungsi membantu terciptanya homeostasis dan pengeluaran sisa-sisa metabolisme. Ginjal selain berfungsi sebagai alat ekskresi juga berperan menghasilkan hormon seperti: renin-angiotensin, erythropoetin, dan mengubah provitamin D menjadi bentuk aktif (vit.D). Ginjal dapat dibedakan menjadi bagian korteks yakni lapisan sebelah luar warnanya coklat agak terang dan medulla yaitu lapisan sebelah dalam warnanya agak gelap. Pada korteks renalis banyak dijumpai corpusculum renalis Malphigi, capsula Bowmani yang terpulas gelap, sedangkan pada medulla banyak dijumpai lengkung Henle.

a. Suplai Darah Ginjal

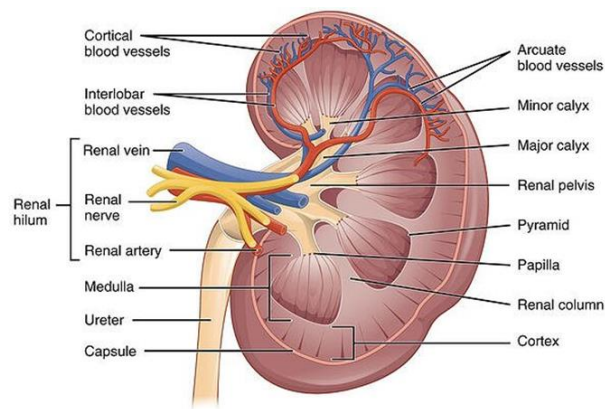
Ginjal mendapatkan suplai darah dari aorta abdominalis yang bercabang menjadi arteri renalis, => arteri interlobaris => arteri arcuata => arteri interlobularis => arteriole aferen => glomerulus => arteriole eferen => kapiler juxta glomerulare => peritubuler => vena interlobularis => vena arcuata => vena interlobularis => vena renalis.

Darah adalah cairan yang terdapat pada semua makhluk hidup (kecuali tumbuhan) tingkat tinggi yang berfungsi mengirimkan zat-zat dan oksigen yang dibutuhkan oleh jaringan tubuh, mengangkut bahan-bahan kimia hasil metabolisme, dan juga sebagai pertahanan tubuh terhadap virus atau bakteri. Istilah medis yang berkaitan dengan

darah diawali dengan kata hemo- atau hemato- yang berasal dari bahasa Yunani haima yang berarti darah.

Darah terdiri daripada beberapa jenis korpuskula yang membentuk 45% bagian dari darah, angka ini dinyatakan dalam nilai hematokrit atau volume sel darah merah yang dipadatkan yang berkisar antara 40 sampai 47. Bagian 55% yang lain berupa cairan kekuningan yang membentuk medium cairan darah yang disebut plasma darah. Korpuskula darah terdiri dari:

- **Sel darah merah atau eritrosit** (sekitar 99%). Eritrosit tidak mempunyai nukleus sel ataupun organela, dan tidak dianggap sebagai sel dari segi biologi. Eritrosit mengandung hemoglobin dan mengedarkan oksigen. Sel darah merah juga berperan dalam penentuan golongan darah. Orang yang kekurangan eritrosit menderita penyakit anemia.
- **Keping-keping darah atau trombosit** (0,6 - 1,0%) Trombosit bertanggung jawab dalam proses pembekuan darah.
- **Sel darah putih atau leukosit** (0,2%) Leukosit bertanggung jawab terhadap sistem imun tubuh dan bertugas untuk memusnahkan benda-benda yang dianggap asing dan berbahaya oleh tubuh, misal virus atau bakteri. Leukosit bersifat amuboid atau tidak memiliki bentuk yang tetap. Orang yang kelebihan leukosit menderita penyakit leukimia, sedangkan orang yang kekurangan leukosit menderita penyakit leukopenia.



b. Bagian-bagian Ginjal

Secara umum ginjal terdiri dari tiga bagian:

Bagian-Bagian Ginjal	Fungsi
Kulit ginjal	Bagian terluar ginjal, biasa disebut korteks renalis. Berfungsi untuk menyaring darah
Sumsum ginjal	Bagian tengah ginjal, biasa disebut medulla. Berfungsi sebagai tempat berkumpulnya pembuluh-pembuluh darah yang mengalirkan urin ke saluran yang lebih besar. Proses yang terjadi adalah reabsorpsi dan augmentasi.
Rongga ginjal	Bagian paling dalam, biasa disebut pelvis renalis. Berfungsi untuk menampung urin sementara sebelum dikeluarkan melalui ureter.

c. Anatomi Bagian dalam Ginjal

1) Arteriole Afferen

Pada arteriole aferen dekat dengan badan Malphigi terdapat sel-sel juxtaglomeruler yang merupakan modifikasi otot polos berfungsi menghasilkan enzim renin. Enzim renin berfungsi mengaktifkan angiotensinogen menjadi angiotensin I, selanjutnya angiotensin I oleh converting enzim diubah menjadi angiotensin II. Angiotensin II berfungsi merangsang sekresi hormon aldosteron dari korteks adrenal. Aldosteron berperan meningkatkan reabsorpsi ion Na dan klorida pada tubulus kontortus distal.

2) Nefron

Tiap ginjal tersusun atas unit struktural dan fungsional dalam pembentukan urin yang dinamakan nefron (nephron). Tiap nefron terdiri atas bagian yang melebar yang dinamakan korpuskula renalis atau badan malphigi, tubulus kontortus proksimal, lengkung Henle serta tubulus kontortus distal.

3) Korpuskula Renalis

Korpuskula renalis terdiri atas glomerulus dan dikelilingi oleh kapsula Bowmann.

4) Glomeruli

Glomerulus merupakan anyaman pembuluh darah kapiler yang ruwet yang merupakan cabang dari arteriole aferen. Pada permukaan luar kapiler glomeruli menempel sel berbentuk spesifik dan memiliki penjuluran-penjuluran yang disebut podosit (sel kaki). Antara sel-sel endotel kapiler dan podosit membentuk struktur kontinyu yang berlubang-lubang yang memisahkan darah yang terdapat dalam kapiler dengan ruang kapsuler. Podosit berfungsi membantu filtrasi cairan darah menjadi cairan ultra filtrat (urin primer). Cairan ultra filtrat ditampung di dalam ruang urin yaitu ruang antara kapiler dengan dinding kapsula Bowmani dan selanjutnya mengalir menuju tubulus kontortus proksimal. Komposisi kimia cairan ultra filtrat hampir sama dengan plasma darah.

5) Kapsula Bowman

Lapisan parietal kapsula bowman terdiri atas epitel selapis gepeng. Ruang kapsuler berfungsi menampung urine primer (ultra filtrat). Sel podosit, sel epitel kapsula Bowman yang mengalami spesialisasi untuk filtrasi cairan darah. Oleh karena itu komposisi cairan ultra filtrat hampir sama dengan plasma darah kecuali tidak mengandung protein plasma.

6) Sel Mesangial

Pada sel-sel endotel dan lamina basalis kapiler glomerulus terdapat sel mesangial yang berperan sebagai makrofage.

7) Tubulus Kontortus

Proksimal Tubulus kontortus proksimal kebanyakan terdapat di bagian korteks ginjal. Mukosa tubulus kontortus proksimal tersusun atas sel-sel epitel kubus selapis, apeks sel menghadap lumen tubulus dan memiliki banyak mikrovili (brush

border). Sel epitel tubulus contortus proksimal berfungsi untuk reabsorpsi.

8) Lengkung Henle (*Loop of Henle*)

Lengkung Henle berbentuk seperti huruf U terdiri atas segmen tipis dan diikuti segmen tebal. Bagian tipis lengkung henle yang merupakan lanjutan tubulus kontortus proksimal tersusun atas sel gepeng dan inti menonjol ke dalam lumen. Cairan urin ketika berada dalam loop of Henle bersifat hipotonik, tetapi setelah melewati loop of Henle urin menjadi bersifat hipertonik. Hal ini dikarenakan bagian descenden loop of Henle sangat permeabel terhadap pergerakan air, Na⁺, dan Cl⁻, sedangkan bagian ascenden tidak permeabel terhadap air dan sangat aktif untuk transpor klorida bertanggung jawab terhadap hipertonisitas cairan interstitial daerah medulla. Sebagai akibat kehilangan Na dan Cl filtrat yang mencapai tubulus contortus distal bersifat hipertonik.

9) Tubulus Kontortus Distalis

Tubulus contortus distalis tersusun atas sel-sel epitelium berbentuk kuboid, sitoplasma pucat, nuklei tampak lebih banyak, tidak ada brush border. ADH disekresikan oleh kelenjar hipofise posterior. Apabila masukan air tinggi, maka sekresi ADH dihambat sehingga dinding tubulus contortus distal dan tubulus koligen tidak permeabel terhadap air akibatnya air tidak direabsorpsi dan urin menjadi hipotonik dalam jumlah besar akan tetapi ion-ion untuk keseimbangan osmotik tetap ditahan. Sebaliknya apabila air minum sedikit atau kehilangan air yang banyak karena perkeringatan tubulus contortus distal permeabel terhadap air dan air direabsorpsi sehingga urin hipertonik. Hormon aldosteron yang disekresikan oleh korteks adrenal berperan meningkatkan reabsorpsi ion Na. Sebaliknya mempermudah

ekskresi ion kalium dan hidrogen. Penyakit Addison merupakan akibat dari kehilangan natrium secara berlebihan dalam urin.

10) Tubulus Koligens

Urin berjalan dari tubulus kontortus distal ke tubulus koligens yang apabila bersatu membentuk saluran lurus yang lebih besar yang disebut duktus papilaris Bellini. Tubulus koligens dibatasi oleh epitel kubis. Peristiwa penting pada tubulus koligens adalah mekanisme pemekatan atau pengenceran urin yang diatur oleh hormon antidiuretik (ADH). Dinding tubulus distal dan tubulus koligens sangat permeabel terhadap air bila terdapat ADH dan sebaliknya.

11) Tubulus Kolektivus

Tubulus kolektivus dari Bellini merupakan tersusun atas sel-sel epitelium columnair, sitoplasma jernih, nukleus spheris.

12) Apparatus Jukstaglomerulus

Tunika media arteriol aferen yang terletak didekat korpuskula malphigi mengalami modifikasi seperti sel-sel epiteloid bukan otot polos yang disebut sel jukstaglomerulus. Sel-sel jukstaglomerulus menghasilkan enzim renin. Renin bekerja pada protein plasma yang dinamakan angiotensinogen yang kemudian diubah menjadi angiotensin I. Selanjutnya zat ini oleh converting enzyme yang diduga terdapat dalam paru-paru, diubah menjadi angiotensin II. Angiotensin II merangsang sekresi hormon aldosteron oleh korteks adrenal. Penurunan kadar ion natrium merangsang pengeluaran renin yang akan mempercepat sekresi aldosteron. Akibatnya resorpsi natrium yang akan menghambat ekskresi renin. Kelebihan natrium dalam darah akan menekan sekresi renin yang mengakibatkan penghambatan pembentukan aldosteron yang akan meningkatkan konsentrasi natrium urin. Jadi apparatus jukstaglomerulus mempunyai peranan homeostatic dalam mengawasi keseimbangan ion natrium.

13) Macula Densa

Macula densa merupakan bagian dari tubulus kontortus distalis yang melalui daerah di muka kapsula Bowmani terdiri atas sel-sel yang nampak meninggi, nuklei berderet rapat dan berbentuk spheris. Macula densa berfungsi untuk reseptor tekanan osmotik (osmoreseptor).

d. Bagian Luar untuk Saluran Urine

1) Ureter

Dinding ureter lambat laun menjadi lebih tebal bila makin mendekati kandung kemih. Mukosa organ-organ ini terdiri atas epitel transisional dan lamina propria organ-organ ini terdapat selubung otot polos yang padat dan bergelombang. Pada bagian superfisial terlihat sel-sel yang bentuknya seperti payung (sisi atas lebih lebar dari sisi bawah) dan sel-sel lapisan bawah berbentuk polygonal. Tunica mucosa ureter membentuk lipatan-lipatan longitudinal dengan epithelium transisional. Lamina propria tipis tersusun atas jaringan pengikat longgar, dengan pembuluh darah, lymfe, dan serabut syaraf. Tunica muscularis tersusun atas stratum longitudinale, stratum circulare. Tunica serosa tersusun atas jaringan ikat longgar, tipis, jaringan lemak. Lamina propria tipis tersusun atas jaringan pengikat longgar, dengan pembuluh darah, lymfe, dan serabut syaraf.

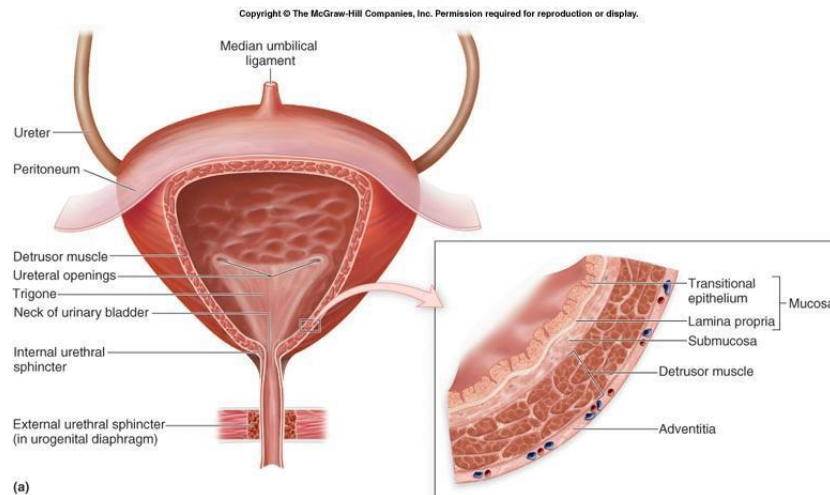
2) Vesica Urinaria

Kandung kemih berfungsi menyimpan urin dan mengalirkannya ke ureter. Kaliks, pelvis, ureter dan kantung kemih memiliki struktur histology yang ahmpir sama. Mukosa terdiri atas epitel transisional dan facet sel berfungsi sebagai barrier osmotik antar urin dan cairan jaringan. Lamina propria terdiri atas otot polos.

3) Uretra

Uretra merupakan tabung yang mengalirkan urin dari kandung kemih keluar tubuh. uretra manusia berbeda antara uretra laki-laki dan wanita, berikut perbedaannya

- (1) Uretra pria terdiri atas 4 bagian yaitu: pars prostatika, pars membranasea, pars bulbaris, dan pars pendulosa.
- (2) Uretra wanita merupakan tabung yang panjangnya 4 – 5 cm, dibatasi oleh epitel berlapis gepeng dengan daerah-daerah dengan epitel toraks berlapis semu. Bagian tengah uretra wanita dikelilingi oleh sfinkter eksternus yang terdiri atas otot lurik volunter.



e. Proses Pembentukan Urine

Ginjal mengatur komposisi kimia cairan lingkungan interna melalui proses filtrasi, reabsorpsi, dan sekresi. Filtrasi berlangsung dalam glomerulus, dimana ultra filtrate plasma darah dibentuk. Pada tubulus kontortus proksimal terjadi reabsorpsi zat-zat yang berguna bagi metabolisme tubuh untuk mempertahankan homeostatis lingkungan internal. Juga memindahkan hasil-hasil sisa metabolisme dari darah ke lumen tubulus untuk dikeluarkan dalam urin. Tubulus koligens mengabsorpsi air, sehingga membantu pemekatan urin.

Dengan cara ini, organisme mengatur keseimbangan air dalam tubuh dan tekanan osmotik.

Kedua ginjal menghasilkan sekitar 125 ml filtrat per menit, 125 ml diabsorpsi dan yang 1 ml dikeluarkan ke dalam kaliks sebagai urin. Setiap 24 jam dibentuk sekitar 1500 ml urin. Filtrasi glomerulus dibentuk akibat tekanan hidrostatik darah dimana gaya-gaya yang melawan tekanan hidrostatik yaitu:

- tekanan osmotik koloid plasma (30 mm Hg)
- tekanan cairan yang terdapat dalam bagian tubulus nefron (10 mm Hg)
- tekanan interstitial di dalam parenkim ginjal (10 mm Hg), yang bekerja pada kapsul Bowman yang diteruskan ke cairan kapsuler.
- Tekanan hidrostatik adalah 75 mm Hg dan jumlah total gaya-gaya yang melawannya adalah 50 mm Hg, sehingga gaya filtrasi yang dihasilkan kira-kira 25 mm Hg.

Secara umum proses pembentukan urine dapat dibedakan menjadi 3, yakni :

- 1) **Filtrasi** → proses penyaringan sel-sel darah. Hasil dari proses filtrasi berupa urin primer yang masih mengandung air, glukosa, dan asam amino. Tapi sudah tidak mengandung protein dan darah.
- 2) **Reabsorpsi** → proses penyerapan kembali zat-zat yang masih dibutuhkan oleh tubuh. Hasil dari proses reabsorpsi adalah urin sekunder.
- 3) **Augmentasi** → proses pengumpulan cairan dari proses sebelumnya. Hasil dari proses augmentasi adalah urin sesungguhnya

f. Saluran Urine

Saluran yang dilewati oleh darah setelah difiltrasi oleh glomeruli dari awal hingga akhir sebagai berikut: glomerulus => kapsula Bowman => tubulus convolutus proksimal => loop of Henle => tubulus convolutus distal => tubulus koligen => tubulus collectivus

=> kaliks minor => kaliks mayor => pelvis renalis => ureter => vesica urinaria => urethra.

g. Komposisi Urine

Urin terdiri dari air dengan bahan terlarut berupa sisa metabolisme (seperti urea), garam terlarut, dan materi organik. Cairan dan materi pembentuk urin berasal dari darah atau cairan interstisial. Komposisi urin berubah sepanjang proses reabsorpsi ketika molekul yang penting bagi tubuh, misal glukosa, diserap kembali ke dalam tubuh melalui molekul pembawa. Cairan yang tersisa mengandung urea dalam kadar yang tinggi dan berbagai senyawa yang berlebih atau berpotensi racun yang akan dibuang keluar tubuh. Materi yang terkandung di dalam urin dapat diketahui melalui urinalisis. Urea yang dikandung oleh urin dapat menjadi sumber nitrogen yang baik untuk tumbuhan dan dapat digunakan untuk mempercepat pembentukan kompos.

Diabetes adalah suatu penyakit yang dapat dideteksi melalui urin. Urin seorang penderita diabetes akan mengandung gula yang tidak akan ditemukan dalam urin orang yang sehat. Fungsi utama urin adalah untuk membuang zat-zat sisa seperti racun. Urin dapat menjadi penunjuk dehidrasi. Orang yang tidak menderita dehidrasi akan mengeluarkan urin yang bening seperti air. Penderita dehidrasi akan mengeluarkan urin berwarna kuning pekat atau cokelat.

C. Gangguan Sistem Eksresi

1. Diabetes Insipidus

Diabetes insipidus adalah gangguan yang menyerang salah satu organ terpenting dalam sistem ekskresi, yaitu ginjal. Penderita diabetes insipidus mengeluarkan urine terlalu banyak karena kekurangan hormon ADH (*Anti Diuretic Hormone*). ADH adalah sejenis hormon yang mengatur proses reabsorpsi cairan pada ginjal. Kekurangan hormon ini dapat menyebabkan jumlah urine meningkat hingga 30 kali lipat.

2. Batu Ginjal

Gangguan lain yang menyerang ginjal adalah batu ginjal. Batu ginjal disebabkan oleh pembentukan endapan garam kalsium pada rongga ginjal, saluran ginjal, dan kandung kemih. Batu ginjal tersebut berbentuk kristal yang terdiri dari kalsium oksalat, asam urat, dan kristal kalsium fosfat. Batu ginjal tidak dapat larut.

Biasanya, penyebab batu ginjal adalah konsumsi garam mineral yang berlebih dan kurangnya konsumsi air pada tubuh. Jika tidak ditangani, batu ginjal bisa menimbulkan hidronefosis, yaitu membesarnya ginjal karena urine tidak dapat mengalir keluar karena tersumbat batu ginjal.

3. Uretris

Organ lainnya dalam sistem ekskresi adalah ureter, yaitu organ yang menyerupai tabung. Ureter memiliki otot untuk membantu urine disalurkan dari ginjal menuju kandung kemih. Salah satu penyakit yang menyerang ureter adalah uretris. Uretris adalah peradangan pada ureter yang disebabkan oleh infeksi bakteri maupun virus. Gejalanya berbeda bagi penderita pria dan wanita. Pada pria, gejala uretris adalah adanya darah pada urine dan air mani. Selain itu terdapat rasa terbakar ketika buang air kecil. Pada wanita, gejalanya adalah sakit perut, nyeri ketika buang air kecil, dan demam.

4. Pneumonia

Paru-paru termasuk ke dalam organ pada sistem ekskresi karena merupakan tempat pertukaran oksigen dan karbon dioksida. Salah satu penyakit yang menyerang paru-paru adalah pneumonia. Pneumonia disebabkan adanya infeksi oleh bakteri, virus, atau jamur di alveolus. Pneumonia menyebabkan oksigen susah masuk karena alveolus, yang merupakan tempat pertukaran oksigen dan karbon dioksida, dipenuhi oleh cairan.

5. Asma

Asma adalah gangguan pada paru-paru yang mungkin sudah familiar kita dengar. Asma terjadi akibat penyempitan saluran pernapasan pada paru-paru. Penderitanya menunjukkan gejala sulit bernapas atau sesak. Penyakit ini tidak menular dan biasanya menurun. Lingkungan dengan udara yang tercemar dapat memicu serangan asma. Penanganan serangan asma adalah dengan memberikan obat-obatan yang berupa suntikan (*Hydrocortisone*), sirup ventolin (*Salbutamol*), atau nebulizer (gas *Salbutamol*) untuk melonggarkan saluran pernapasan.

D. Kesimpulan

BAB X

SISTEM SARAF

A. Pengertian Sistem Saraf

Sistem saraf adalah suatu jaringan saraf yang kompleks, sangat khusus dan saling berhubungan satu dengan yang lain. Sistem saraf mengkoordinasi, menafsirkan dan mengontrol interaksi antara individu dengan lingkungan lainnya. Sistem tubuh yang penting ini juga mengatur kebanyakan aktivitas system-system tubuh lainnya, karena pengaturan saraf tersebut maka terjalin komunikasi antara berbagai system tubuh hingga menyebabkan tubuh berfungsi sebagai unit yang harmonis. Dalam system inilah berasal segala fenomena kesadaran, pikiran, ingatan, bahasa, sensasi dan gerakan. Jadi kemampuan untuk dapat memahami, belajar dan memberi respon terhadap suatu rangsangan merupakan hasil kerja integrasi dari system saraf yang puncaknya dalam bentuk kepribadian dan tingkah laku individu.

Jaringan saraf terdiri Neuroglia dan Sel schwan (sel-sel penyokong) serta Neuron (sel-sel saraf). Kedua jenis sel tersebut demikian erat berkaitan dan terintegrasi satu sama lainnya sehingga bersama-sama berfungsi sebagai satu unit.

B. Organisasi Struktural Sistem Saraf

1. Sistem Saraf Pusat

Terdiri dari otak dan medulla spinalis yang dilindungi tulang kranium dan kanal vertebral.

2. Sistem Saraf Perifer

Meliputi seluruh jaringan saraf lain dalam tubuh. Sistem ini terdiri dari saraf cranial dan saraf spinal yang menghubungkan otak dan medulla spinalis dengan reseptor dan efektor. Secara fungsional sistem saraf perifer terbagi menjadi :

- a. Saraf aferen (sensorik) mentransmisi informasi dari reseptor sensorik ke SSP.
- b. Saraf eferen (motorik) mentransmisi informasi dari SSP ke otot dan kelenjar.

C. Fungsi Sistem Saraf

Sebagai alat pengatur dan pengendali alat-alat tubuh, maka sistem saraf mempunyai 3 fungsi utama yaitu :

1. Sebagai Alat Komunikasi

Sebagai alat komunikasi antara tubuh dengan dunia luar, hal ini dilakukan oleh alat indera, yang meliputi : mata, hidung, telinga, kulit dan lidah. Dengan adanya alat-alat ini, maka kita akan dengan mudah mengetahui adanya perubahan yang terjadi disekitar tubuh kita.

2. Sebagai Alat Pengendali

Sebagai pengendali atau pengatur kerja alat-alat tubuh, sehingga dapat bekerja serasi sesuai dengan fungsinya. Dengan pengaturan oleh saraf, semua organ tubuh akan bekerja dengan kecepatan dan ritme kerja yang akurat.

3. Sebagai Pusat Pengendali Tanggapan

Saraf merupakan pusat pengendali atau reaksi tubuh terhadap perubahan atau reaksi tubuh terhadap perubahan keadaan sekitar. Karena saraf sebagai pengendali atau pengatur kerja seluruh alat tubuh, maka jaringan saraf terdapat pada seluruh pada seluruh alat-alat tubuh kita.

D. Fisiologi Sistem Saraf

Hampir semua fungsi pengendalian tubuh manusia dilakukan oleh sistem saraf. Secara umum sistem saraf mengendalikan aktivitas tubuh yang cepat seperti kontraksi otot. Daya kepekan dan daya hantaran merupakan sifat utama dari makhluk hidup dalam bereaksi terhadap perubahan sekitarnya. Rangsangan ini disebut dengan stimulus. Reaksi yang dihasilkan dinamakan respons. Dengan perantaraan zat kimia yang aktif atau melalui hormon

melalui tonjolan protoplasma dari satu sel berupa benang atau serabut. Sel ini dinamakan neuron.

Kemampuan khusus yang dimiliki oleh sel saraf seperti iritabilita, sensitivitas terhadap stimulus, konduktivitas, dan kemampuan mentranmisi suatu respon terhadap stimulus diatur oleh sistem saraf melalui 3 cara yaitu:

1. Input sensoris yaitu menerima sensasi atau stimulus melalui respon yang terletak di tubuh, baik eksterneal maupun internal.
2. Aktivitas intergratif yaitu respons mengubah stimulus menjadi impuls listrik yang mejalar sepanjang saraf sampai ke otak dan medulla spinalis, kemudian menginterpretasikan stimulus sehingga respons terhadap informasi dapat terjadi.
3. Out put yaitu impuls dari otak dan medulla spinalis memperoleh respons yang sesuai dari otak dan kelenjar yang disebut dengan efektor.

E. Bagian-bagian Sel Saraf

1. Neuron

Neuron adalah unit fungsional sistem saraf yang terdiri dari badan sel dan perpanjangan sitoplasma.

a. Badan Sel (Perikarion)

Suatu neuron mengendalikan metabolisme keseluruhan neuron. Bagian ini tersusun dari komponen berikut :

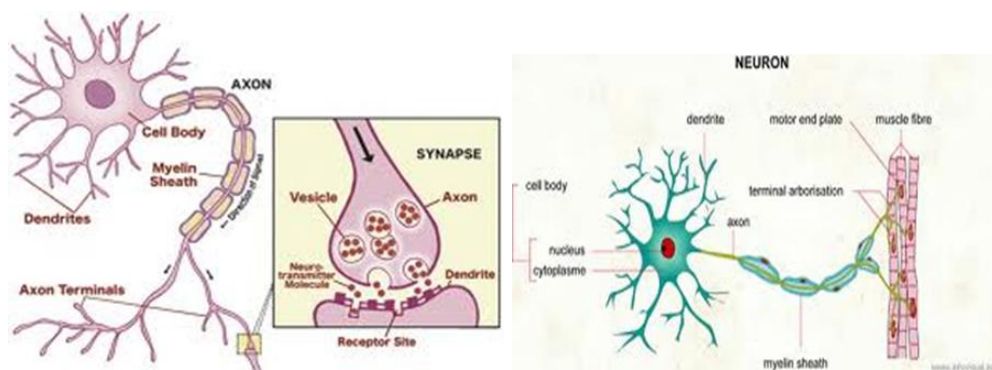
- Satu nukleus tunggal, nucleolus yang menanjol dan organel lain seperti kompleks golgi dan mitochondria, tetapi nucleus ini tidak memiliki sentriol dan tidak dapat bereplikasi.
- Badan nissi, terdiri dari reticulum endoplasma kasar dan ribosom-ribosom bebas serta berperan dalam sintesis protein.
- Neurofibril yaitu neurofilamen dan neurotubulus yang dapat dilihat melalui mikroskop cahaya jika diberi pewarnaan dengan perak.

b. Dendrit

Perpanjangan sitoplasma yang biasanya berganda dan pendek serta berfungsi untuk menghantar impuls ke sel tubuh.

c. Akson

Suatu prosesus tunggal, yang lebih tipis dan lebih panjang dari dendrite. Bagian ini menghantar impuls menjauhi badan sel ke neuron lain, ke sel lain (sel otot atau kelenjar) atau ke badan sel neuron yang menjadi asal akson.



Gambar 2.1 Stuktur Neuron

2. Sel Neuroglia

Neuroglia (berasal dari nerve glue) mengandung berbagai macam sel yang secara keseluruhan menyokong, melindungi, dan sumber nutrisi sel saraf pada otak dan medulla spinalis, sedangkan sel Schwann merupakan pelindung dan penyokong neuron-neuron diluar sistem saraf pusat. Neuroglia jumlahnya lebih banyak dari sel-sel neuron dengan perbandingan sekitar sepuluh banding satu. Ada empat sel neuroglia yang berhasil diidentifikasi yaitu :

a. Astrofit

Sel berbentuk bintang yang memiliki sejumlah prosesus panjang, sebagian besar melekat pada dinding kapilar darah melalui pedikel atau “kaki vascular”. Berfungsi sebagai “sel pemberi makan” bagi neuron yang halus. Badan sel astroglia berbentuk bintang dengan banyak tonjolan dan kebanyakan berakhir pada pembuluh darah

sebagai kaki perivaskular. Bagian ini juga membentuk dinding perintang antara aliran kapiler darah dengan neuron, sekaligus mengadakan pertukaran zat diantara keduanya. Dengan kata lain, membantu neuron mempertahankan potensial bioelektris yang sesuai untuk konduksi impuls dan transmisi sinaptik. Dengan cara ini pula sel-sel saraf terlindungi dari substansi yang berbahaya yang mungkin saja terlarut dalam darah, tetapi fungsinya sebagai sawar darah otak tersebut masih memerlukan pemastian lebih lanjut, karena diduga celah endothel kapiler darahlah yang lebih berperan sebagai sawar darah otak.

b. Oligodensrosit

Menyerupai astrosit, tetapi badan selnya kecil dan jumlah prosesusnya lebih sedikit dan lebih pendek. Merupakan sel glia yang bertanggung jawab menghasilkan myelin dalam susunan saraf pusat. Sel ini mempunyai lapisan dengan substansi lemak mengelilingi penonjolan atau sepanjang sel saraf sehingga terbentuk selubung myelin.

c. Mikroglia

Ditemukan dekat neuron dan pembuluh darah, dan dipercaya memiliki peran fagositik. Sel jenis ini ditemukan di seluruh sistem saraf pusat dan dianggap berperan penting dalam proses melawan infeksi.

d. Sel Epindemal

Membentuk membran spitelial yang melapisi rongga serebral dan ronggal medulla spinalis. Merupakan neuroglia yang membatasi system ventrikel sistem saraf pusat. Sel-sel inilah yang merupakan epitel dari Plexus Coroideus ventrikel otak,

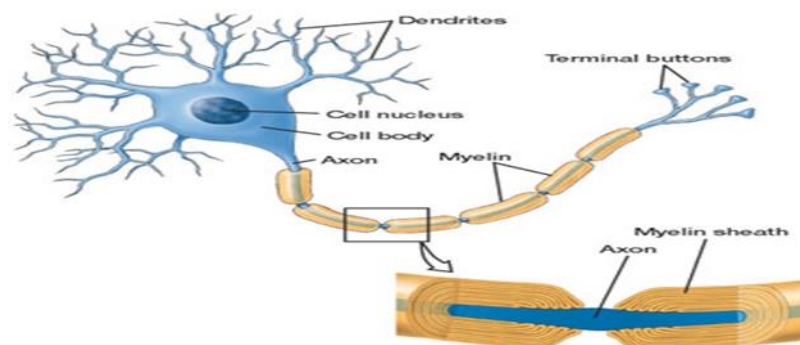
e. Selaput Mielin

Merupakan suatu kompleks protein lemak berwarna putih yang mengisolasi tonjolan saraf. Mielin menghalangi aliran Natrium dan Kalium melintasi membran neuronal dengan hamper sempurna.

Selubung myelin tidak kontinu di sepanjang tonjolan saraf dan terdapat celah-selah yang tidak memiliki myelin, dinamakan *nodus ranvier*. Tonjolan saraf pada sumsum saraf pusat dan tepi dapat bermielin atau tidak bermielin. Serabut saraf yang mempunyai selubung myelin dinamakan serabut myelin dan dalam sistem saraf pusat dinamakan massa putih (*substansia Alba*). Serabut-serabut yang tak bermielin terdapat pada massa kelabu (*substansia Grisea*).

Myelin ini berfungsi dalam mempercepat penjalaran impuls dari transmisi di sepanjang serabut yang tak bermielin karena impuls berjalan dengan cara “meloncat” dari nodus ke nodus lain di sepanjang selubung myelin. Cara transmisi seperti ini dinamakan *konduksi saltatorik*.

Hal terpenting dalam peran myelin pada proses transmisi di sebatut saraf dapat terlihat dengan mengamati hal yang terjadi jika tidak lagi terdapat myelin disana. Pada orang-orang dengan Multiple Sclerosis, lapisan myelin yang mengelilingi serabut saraf menjadi hilang. Sejalan dengan hal itu orang tersebut mulai kehilangan kemampuan untuk mengontrol otot-otonya dan akhirnya menjadi tidak mampu sama sekali.

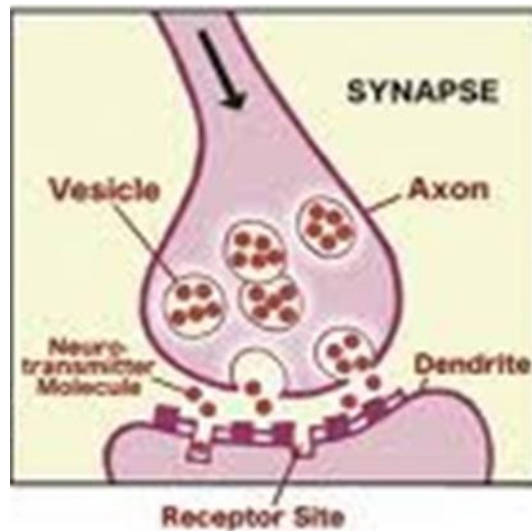


Gambar 2.4 Struktur Myelin dan Nodus Ranvier

F. Synaps

Synaps merupakan tempat dimana neuron mengadakan kontak dengan neuron lain atau dengan organ-organ efektor, dan merupakan satu-satunya

tempat dimana suatu impuls dapat lewat dari suatu neuron ke neuron lainnya atau efektor. Ruang antara satu neuron dan neuron berikutnya dikenal dengan celah sinaptik (Synaptic cleft). Neuron yang menghantarkan impuls saraf menuju sinaps disebut neuron prasinaptik dan neuron yang membawa impuls dari sinaps disebut neuron postsinaptik.



Gambar 3 Sinaps dari Neuron

Sinaps sangat rentan terhadap perubahan kondisi fisiologis :

1. Alkalosis

Diatas PH normal 7,4 meningkatkan eksitabilitas neuronal. Pada PH 7,8 konvulsi dapat terjadi karena neuron sangat mudah tereksitasi sehingga memicu output secara spontan.

2. Asidosis

Dibawah PH normal 7,4 mengakibatkan penurunan yang sangat besar pada output neuronal. Penurunan 7,0 akan mengakibatkan koma.

3. Anoksia

Atau biasa yang disebut deprivasi oksigen, mengakibatkan penurunan eksitabilitas neuronal hanya dalam beberapa detik.

4. Obat-obatan

Dapat meningkatkan atau menurunkan eksitabilitas neuronal.

- Kafein menurunkan ambang untuk mentransmisi dan mempermudah aliran impuls.
- Anestetik local (missal novokalin dan prokain) yang membekukan suatu area dapat meningkatkan ambang membrane untuk eksitasi ujung saraf.
- Anestetik umum menurunkan aktivasi neuronal di seluruh tubuh.

G. Impuls Saraf

Impuls yang diterima oleh reseptor dan disampaikan ke efektor akan menyebabkan terjadinya gerakan atau perubahan pada efektor. Gerakan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Gerak Sadar

Gerak sadar atau gerak biasa adalah gerak yang terjadi karena disengaja atau disadari. Impuls yang menyebabkan gerakan ini disampaikan melalui jalan yang panjang. Bagannya adalah sebagai berikut : **Impuls > Reseptor > Saraf Sensorik > Otak > Saraf Motorik > Efektor (Otot)**

2. Gerak Refleks

Gerak refleks adalah gerak yang tidak disengaja atau tidak disadari. Impuls yang menyebabkan gerakan ini disampaikan melalui jalan yang sangat singkat dan tidak melewati otak. Contoh gerak refleks adalah sebagai berikut:

- a. Terangkatnya kaki jika terinjak sesuatu.
- b. Gerakan menutup kelopak mata dengan cepat jika ada benda asing yang masuk ke mata.
- c. Menutup hidung pada waktu mencium bau yang sangat busuk.
- d. Gerakan tangan menangkap benda yang tiba-tiba terjatuh.
- e. Gerakan tangan melepaskan benda yang bersuhu tinggi.

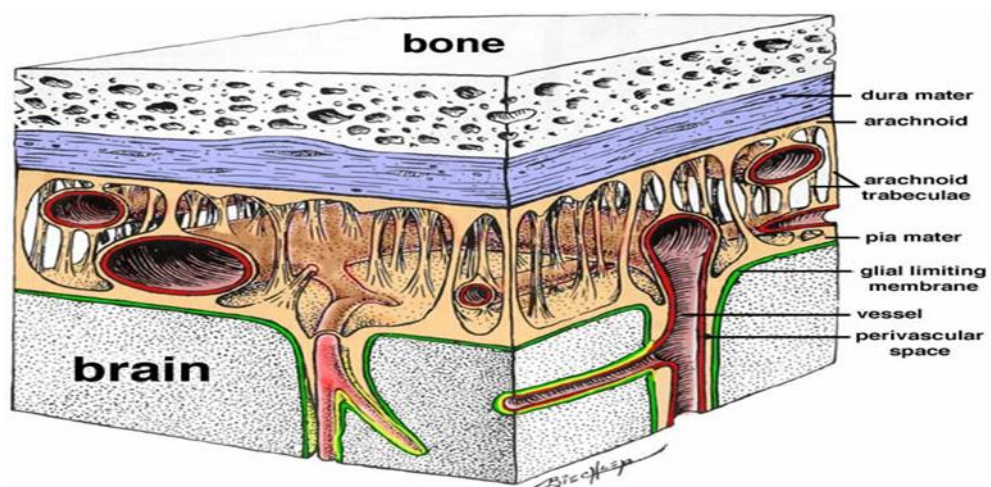
H. Sistem Saraf Pusat Manusia

Sistem saraf pusat merupakan pusat dari seluruh kendali dan regulasi pada tubuh, baik gerakan sadar atau gerakan otonom. Dua organ utama yang

menjadi penggerak sistem saraf pusat adalah **otak** dan **sumsum tulang belakang**.

Otak manusia merupakan organ vital yang harus dilindungi oleh tulang tengkorak. Sementara itu, sumsum tulang belakang dilindungi oleh ruas-ruas tulang belakang. Otak dan sumsum tulang belakang sama-sama dilindungi oleh suatu membran yang melindungi keduanya. Membran pelindung tersebut dinamakan meninges. Meninges dari dalam keluar terdiri atas tiga bagian, yaitu piamater, arachnoid, dan duramater. Cairan ini berfungsi melindungi otak atau sumsum tulang belakang dari guncangan dan benturan. Selaput ini terdiri atas tiga bagian, yaitu sebagai berikut:

- Piamater. Merupakan selaput paling dalam yang menyelimuti sistem saraf pusat. Lapisan ini banyak sekali mengandung pembuluh darah.
- Arachnoid. Lapisan ini berupa selaput tipis yang berada di antara piamater dan duramater.
- Duramater. Lapisan paling luar yang terhubung dengan tengkorak. Daerah di antara piamater dan arachnoid diisi oleh cairan yang disebut **cairan** serebrospinal. Dengan adanya lapisan ini, otak akan lebih tahan terhadap guncangan dan benturan dengan kranium. Kadangkala seseorang mengalami infeksi pada lapisan meninges, baik pada cairannya ataupun lapisannya yang disebut meningitis.

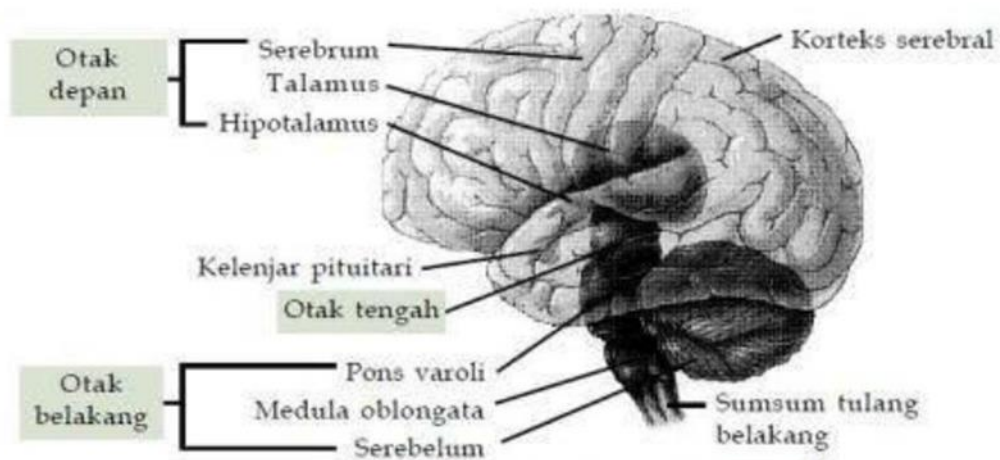


Gambar 6 Lapisan Otak

1. Otak

Otak merupakan organ yang telah terspesialisasi sangat kompleks. Berat total otak dewasa adalah sekitar 2% dari total berat badannya atau sekitar 1,4 kilogram dan mempunyai sekitar 12 miliar neuron. Pengolahan informasi di otak dilakukan pada bagian-bagian khusus sesuai dengan area penerjemahan neuron sensorik. Permukaan otak tidak rata, tetapi berlekuk-lekuk sebagai pengembangan neuron yang berada di dalamnya. Semakin berkembang otak seseorang, semakin banyak lekukannya. Lekukan yang berarah ke dalam (lembah) disebut sulkus dan lekukan yang berarah ke atas (gunungan) dinamakan girus.

Otak mendapatkan impuls dari sumsum tulang belakang dan 12 pasang saraf kranial. Setiap saraf tersebut akan bermuara di bagian otak yang khusus. Otak manusia dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu otak depan, otak tengah, dan otak belakang. Para ahli mempercayai bahwa dalam perkembangannya, otak vertebrata terbagi menjadi tiga bagian yang mempunyai fungsi khas. Otak belakang berfungsi dalam menjaga tingkah laku, otak tengah berfungsi dalam penglihatan, dan otak depan berfungsi dalam penciuman (Campbell, *et al*, 2006: 578)



Gambar 9.10 Bagian-bagian dari otak manusia

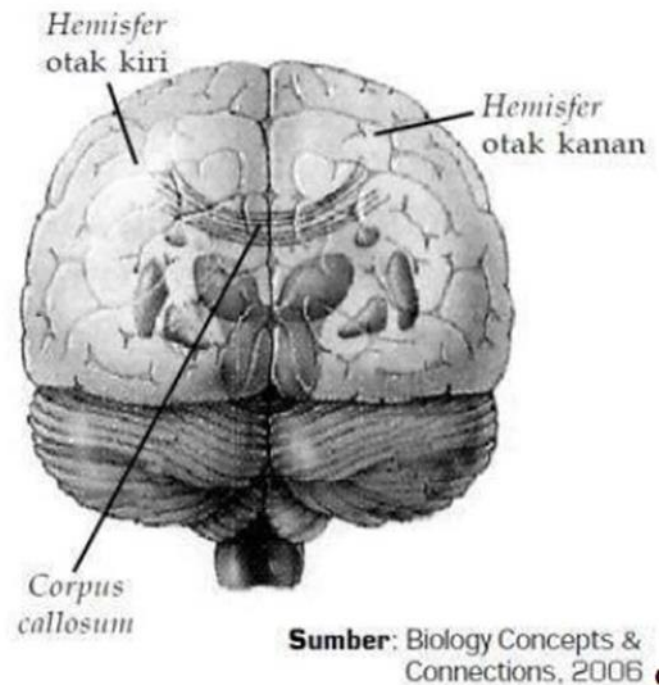
Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

Gambar 2.10 Otak

a. Otak Depan

1) Otak Besar (Cerebrum)

Merupakan bagian terbesar dari otak, yaitu mencakup 85% dari volume seluruh bagian otak. Bagian tertentu merupakan bagian paling penting dalam penerjemahan informasi yang Anda terima dari mata, hidung, telinga, dan bagian tubuh lainnya. Bagian otak besar terdiri atas dua belahan (*hemisfer*), yaitu belahan otak kiri dan otak kanan. Setiap belahan tersebut akan mengatur kerja organ tubuh yang berbeda. Otak besar terdiri atas dua belahan, yaitu hemisfer otak kiri dan hemisfer otak kanan. Otak kanan sangat berpengaruh terhadap kerja organ tubuh bagian kiri, serta bekerja lebih aktif untuk pengerjaan masalah yang berkaitan dengan seni atau kreativitas. Bagian otak kiri mempengaruhi kerja organ tubuh bagian kanan serta bekerja aktif pada saat Anda berpikir logika dan penguasaan bahasa atau komunikasi. Di antara bagian kiri dan kanan *hemisfer* otak, terdapat jembatan jaringan saraf penghubung yang disebut dengan *corpus callosum*.



Gambar 2.11 Belahan pada Otak Besar

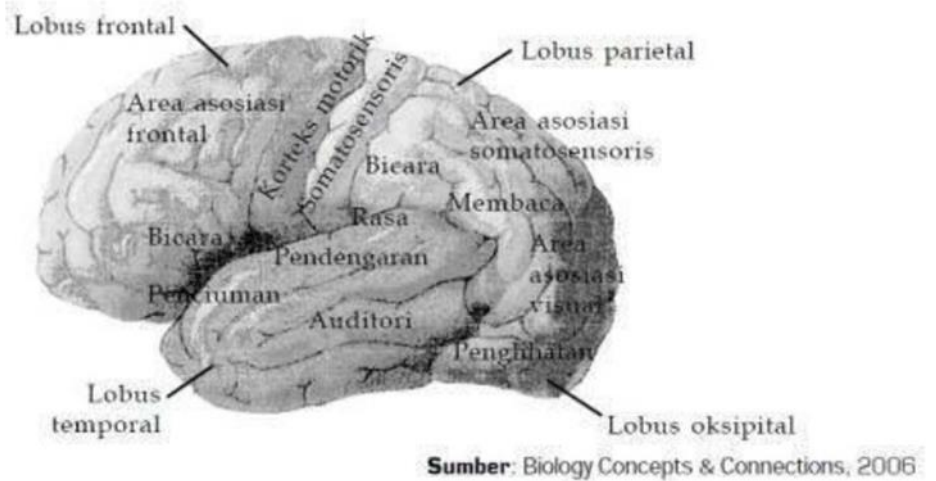
2) **Thalamus**

Mengandung badan sel neuron yang melanjutkan informasi menuju otak besar. Talamus memilih data menjadi beberapa kategori, misalnya semua sinyal sentuhan dari tangan. Talamus juga dapat menekan suatu sinyal dan memperbesar sinyal lainnya. Setelah itu talamus menghantarkan informasi menuju bagian otak yang sesuai untuk diterjemahkan dan ditanggapi.

3) **Hipotalamus**

Mengontrol kelenjar hipofisis dan mengekspresikan berbagai macam hormon. Hipotalamus juga dapat mengontrol suhu tubuh, tekanan darah, rasa lapar, rasa haus, dan hasrat seksual. Hipotalamus juga dapat disebut sebagai pusat kecanduan karena dapat dipengaruhi oleh obat-obatan yang menimbulkan kecanduan, seperti amfetamin dan kokain. Pada bagian lain hipotalamus, terdapat kumpulan sel neuron yang berfungsi

sebagai jam biologis. Jam biologis ini menjaga ritme tubuh harian, seperti siklus tidur dan bangun tidur. Di bagian permukaan otak besar terdapat bagian yang disebut telensefalon serta diensefalon. Pada bagian diensefalon, terdapat banyak sumber kelenjar yang menyekresikan hormon, seperti hipotalamus dan kelenjar pituitari (hipofisis). Bagian telensefalon merupakan bagian luar yang mudah kita amati dari model torso.



Gambar 2.12 Pembagian Fungsi pada Otak Besar

Beberapa bagian dari hemisfer mempunyai tugas yang berbeda terhadap informasi yang masuk. Bagian-bagian tersebut adalah sebagai berikut.

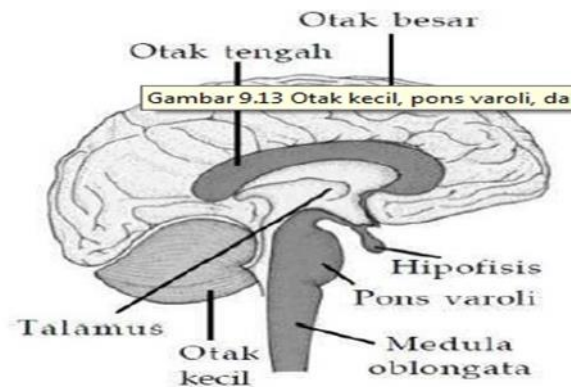
- a. Temporal, berperan dalam mengolah informasi suara.
- b. Oksipital, berhubungan dengan pengolahan impuls cahaya dari penglihatan.
- c. Parietal, merupakan pusat pengaturan impuls dari kulit serta berhubungan dengan pengenalan posisi tubuh.
- d. Frontal, merupakan bagian yang penting dalam proses ingatan dan perencanaan kegiatan manusia.

b. Otak Tengah

Otak tengah merupakan bagian terkecil otak yang berfungsi dalam sinkronisasi pergerakan kecil, pusat relaksasi dan motorik, serta pusat pengaturan refleks pupil pada mata. Otak tengah terletak di permukaan bawah otak besar (cerebrum). Pada otak tengah terdapat lobus opticus yang berfungsi sebagai pengatur gerak bola mata. Pada bagian otak tengah, banyak diproduksi neurotransmitter yang mengontrol pergerakan lembut. Jika terjadi kerusakan pada bagian ini, orang akan mengalami penyakit parkinson. Sebagai pusat relaksasi, bagian otak tengah banyak menghasilkan neurotransmitter dopamin.

c. Otak Belakang

Otak belakang tersusun atas otak kecil (cerebellum), medula oblongata, dan pons varoli. Otak kecil berperan dalam keseimbangan tubuh dan koordinasi gerakan otot. Otak kecil akan mengintegrasikan impuls saraf yang diterima dari sistem gerak sehingga berperan penting dalam menjaga keseimbangan tubuh pada saat beraktivitas. Kerja otak kecil berhubungan dengan sistem keseimbangan lainnya, seperti proprioceptor dan saluran keseimbangan di telinga yang menjaga keseimbangan posisi tubuh. Informasi dari otot bagian kiri dan bagian kanan tubuh yang diolah di bagian otak besar akan diterima oleh otak kecil melalui jaringan saraf yang disebut pons varoli. Di bagian otak kecil terdapat saluran yang menghubungkan antara otak dengan sumsum tulang belakang yang dinamakan medula oblongata. Medula oblongata berperan pula dalam mengatur pernapasan, denyut jantung, pelebaran dan penyempitan pembuluh darah, gerak menelan, dan batuk. Batas antara medula oblongata dan sumsum tulang belakang tidak jelas. Oleh karena itu, medula oblongata sering disebut sebagai sumsum lanjutan.



Sumber: Heath Biology, 1985

Gambar 2.13 Otak kecil, pons varoli, dan medula oblongata

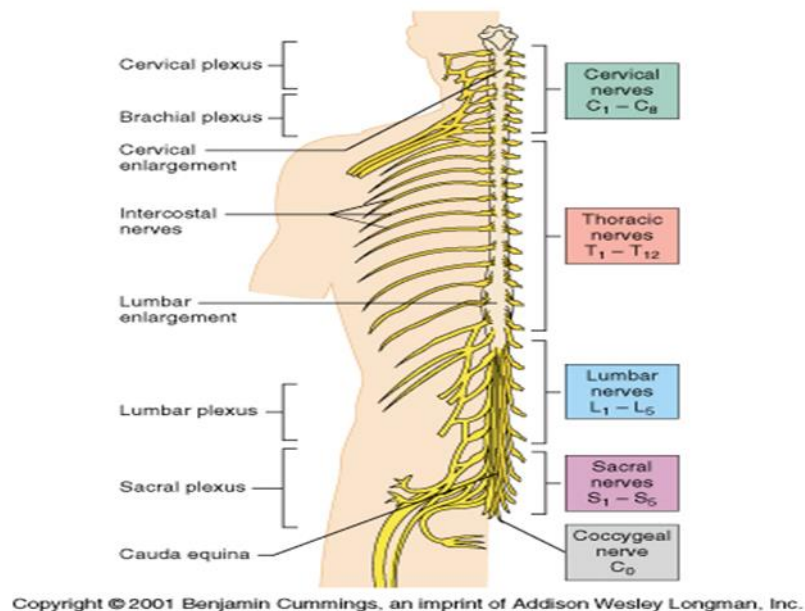
Pons varoli dan medula oblongata, selain berperan sebagai pengatur sistem sirkulasi, kecepatan detak jantung, dan pencernaan, juga berperan dalam pengaturan pernapasan. Bahkan, jika otak besar dan otak kecil seseorang rusak, ia masih dapat hidup karena detak jantung dan pernapasannya yang masih normal. Hal tersebut dikarenakan fungsi medula oblongata yang masih baik. Peristiwa ini umum terjadi pada seseorang yang mengalami koma yang berkepanjangan. Bersama otak tengah, pons varoli dan medula oblongata membentuk unit fungsional yang disebut batang otak (*brainstem*).

2. Medulla Spinalis (Sumsum Tulang Belakang)

Sumsum tulang belakang (*medulla spinalis*) merupakan perpanjangan dari sistem saraf pusat. Seperti halnya dengan sistem saraf pusat yang dilindungi oleh tengkorak kepala yang keras, sumsum tulang belakang juga dilindungi oleh ruas-ruas tulang belakang. Sumsum tulang belakang memanjang dari pangkal leher, hingga ke selangkangan. Bila sumsum tulang belakang ini mengalami cedera ditempat tertentu, maka akan mempengaruhi sistem saraf disekitarnya, bahkan bisa menyebabkan kelumpuhan di area bagian bawah tubuh, seperti anggota gerak bawah (kaki).

Secara anatomis, sumsum tulang belakang merupakan kumpulan sistem saraf yang dilindungi oleh ruas-ruas tulang belakang. Sumsum tulang belakang atau biasa disebut *medulla spinalis* ini, merupakan kumpulan sistem saraf *dari* dan *ke* otak. Secara rinci, ruas-ruas tulang belakang yang melindungi sumsum tulang belakang ini adalah sebagai berikut:

Sumsum tulang belakang terdiri dari **31 pasang saraf spinalis** yang terdiri dari **7 pasang** dari segmen *servikal*, **12 pasang** dari segmen *thorakal*, **5 pasang** dari segmen *lumbalis*, **5 pasang** dari segmen *sacralis* dan **1 pasang** dari segmen *koxigeus*.



Gambar 2.14 Medula Spinalis (Sumsum Tulang Belakang)

- ***Vertebra Servikalis*** (ruas tulang leher) yang berjumlah 7 buah dan membentuk daerah tengkuk.
- ***Vertebra Torakalis*** (ruas tulang punggung) yang berjumlah 12 buah dan membentuk bagian belakang torax atau dada.
- ***Vertebra Lumbalis*** (ruas tulang pinggang) yang berjumlah 5 buah dan membentuk daerah lumbal atau pinggang.

- *Vertebra Sakralis* (ruas tulang kelangkang) yang berjumlah 5 buah dan membentuk os sakrum (tulang kelangkang).
- *Vertebra koksigeus* (ruas tulang tungging) yang berjumlah 4 buah dan membentuk tulang koksigeus (tulang tungging).

I. Saraf Tepi Manusia

Susunan saraf tepi terdiri atas serabut saraf otak dan serabut saraf sumsum tulang belakang (spinal). Serabut saraf sumsum dari otak, keluar dari otak sedangkan serabut saraf sumsum tulang belakang keluar dari sela-sela ruas tulang belakang. Tiap pasang serabut saraf otak akan menuju ke alat tubuh atau otot, misalnya ke hidung, mata, telinga, dan sebagainya. Sistem saraf tepi terdiri atas serabut saraf sensorik dan motorik yang membawa impuls saraf menuju ke dan dari sistem saraf pusat. Sistem saraf tepi dibagi menjadi dua, berdasarkan cara kerjanya, yaitu sebagai berikut.

1. Sistem Saraf Sadar

Sistem saraf sadar bekerja atas dasar kesadaran dan kemauan kita. Ketika Anda makan, menulis, berbicara, maka saraf inilah yang mengkoordinirnya. Saraf ini meneruskan impuls dari reseptor ke sistem saraf pusat, dan meneruskan impuls dari sistem saraf pusat ke semua otot kerangka tubuh. Sistem saraf sadar terdiri atas 12 pasang saraf kranial, yang keluar dari otak dan 31 pasang saraf spinal yang keluar dari sumsum tulang belakang 31 pasang saraf spinal terlihat pada Gambar 8.8. Saraf-saraf spinal tersebut terdiri atas gabungan saraf sensorik dan motorik. Dua belas pasang saraf kranial tersebut, antara lain sebagai berikut :

- Saraf Sensori** → Saraf olfaktori, saraf optik, dan saraf auditori
- Saraf Motorik** → Saraf okulomotori, troklear, abduksen, spinal, hipoglosal
- Saraf Gabungan** → Saraf trigeminal, fasial, glossofaringeal, dan vagus

2. Sistem Saraf Tak Sadar (Otonom)

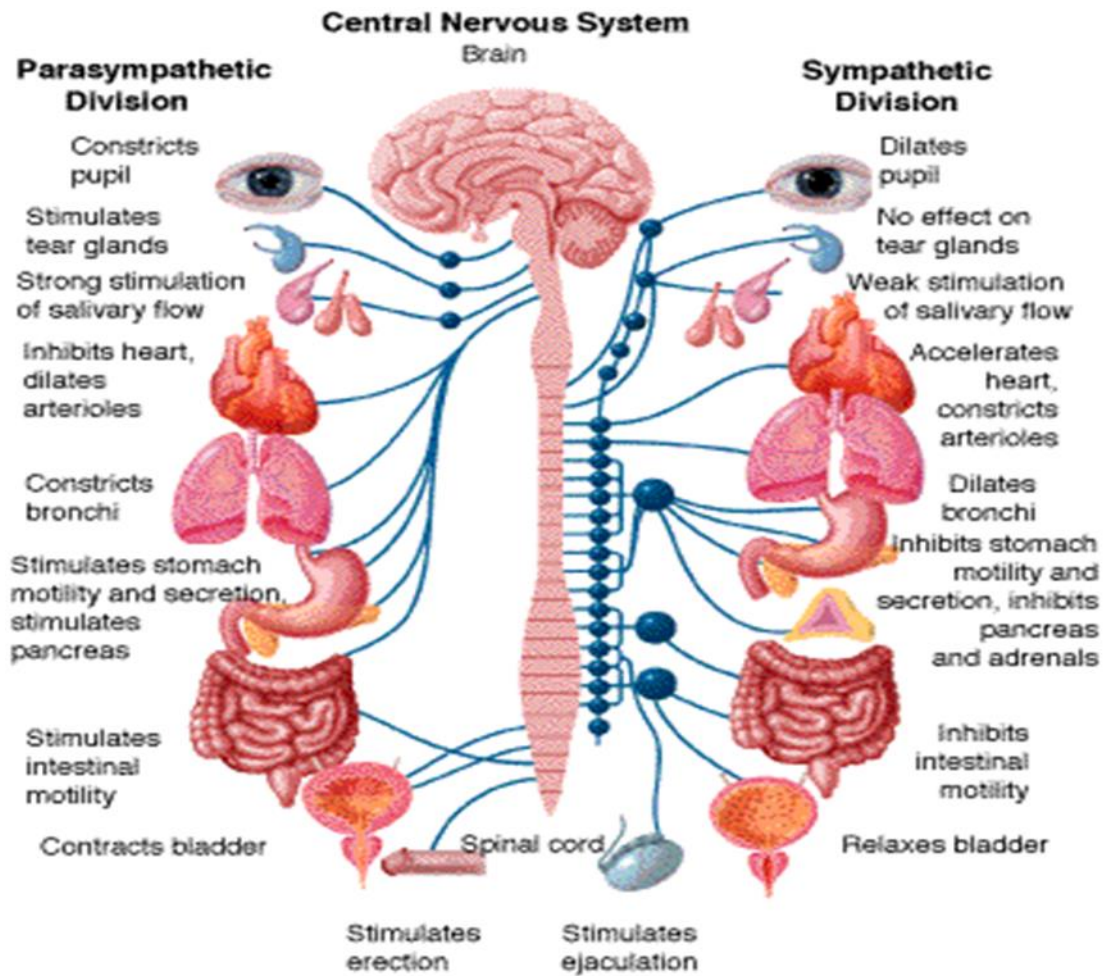
Sistem saraf ini bekerja tanpa disadari, secara otomatis, dan tidak di bawah kehendak saraf pusat. Contoh gerakan tersebut misalnya denyut jantung, perubahan pupil mata, gerak alat pencernaan, pengeluaran keringat, dan lain-lain. Kerja saraf otonom ternyata sedikit banyak dipengaruhi oleh hipotalamus di otak. Coba Anda ingat kembali fungsi hipotalamus yang sudah dijelaskan di depan. Apabila hipotalamus dirangsang, maka akan berpengaruh terhadap gerak otonom seperti contoh yang telah diambil, antara lain mempercepat denyut jantung, melebarkan pupil mata, dan menghambat kerja saluran pencernaan. Sistem saraf otonom ini dibedakan menjadi dua, yaitu :

a. Saraf Simpatik

Saraf ini terletak di depan ruas tulang belakang. Fungsi saraf ini terutama untuk memacu kerja organ tubuh, walaupun ada beberapa yang malah menghambat kerja organ tubuh. Fungsi memacu, antara lain mempercepat detak jantung, memperbesar pupil mata, memperbesar bronkus. Adapun fungsi yang menghambat, antara lain memperlambat kerja alat pencernaan, menghambat ereksi, dan menghambat kontraksi kantung seni.

b. Saraf Parasimpatik

Saraf ini memiliki fungsi kerja yang berlawanan jika dibandingkan dengan saraf simpatik. Saraf parasimpatik memiliki fungsi, antara lain menghambat detak jantung, memperkecil pupil mata, memperkecil bronkus, mempercepat kerja alat pencernaan, merangsang ereksi, dan mempercepat kontraksi kantung seni. Karena cara kerja kedua saraf itu berlawanan, maka mengakibatkan keadaan yang normal.



Gambar 2.15 Saraf Parasimpatik dan Simpatik

J. Kesimpulan

BAB XI

ANATOMI DAN FISIOLOGI PENYAKIT KULIT

A. Pengertian Kulit

Kulit merupakan salah satu organ terbesar dari tubuh dimana kulit membentuk 15% dari berat badan keseluruhan. Kulit mempunyai daya regenerasi yang besar, misalnya jika kulit terluka, maka sel-sel dalam dermis melawan infeksi lokal kafilera dan jaringan ikat akan mengalami regenerasi epitel yang tumbuh dari tepi luka menutupi jaringan ikat yang beregenerasi sehingga membentuk jaringan parut yang pada mulanya berwarna kemerahan karena meningkatnya jumlah kafilera dan akhirnya berubah menjadi serabut kolagen keputihan yang terlihat melalui epitel.

1. Fungsi Kulit

a. Pelindung atau proteksi.

- 1) Epidermis terutama lapisan tanduk berguna untuk menutupi jaringan-jaringan tubuh di sebelah dalam dan melindungi tubuh dari pengaruh-pengaruh luar seperti luka dan serangan kuman.
- 2) Lapisan paling luar dari kulit ari diselubungi dengan lapisan tipis lemak, sehingga kulit adalah relatif tidak tembus air, dalam arti bahwa menghindarkan hilangnya cairan dari jaringan dan juga menghindarkan masuknya air, sehingga tidak terjadi penarikan dan kehilangan cairan.
- 3) Kulit dapat menahan suhu tubuh, menahan luka-luka kecil, mencegah zat kimia dan bakteri masuk ke dalam tubuh serta mengandung pigmen melanin yang melindungi kulit terhadap sinar ultraviolet dari matahari.

b. Peraba atau penerima rangsangan.

Kulit sangat peka terhadap berbagai rangsangan sensorik yang berhubungan dengan sakit atau nyeri, suhu panas atau

dingin, tekanan, rabaan, getaran dan lain-lain. Kulit sebagai alat perasa dirasakan melalui ujung-ujung saraf sensasi.

c. Pengatur panas atau thermoregulas

Kulit mengatur suhu tubuh melalui dilatasi dan konstruksi pembuluh kapiler serta melalui respirasi yang keduanya dipengaruhi saraf otonom. Tubuh yang sehat memiliki suhu tetap kira-kira 98,6 derajat Fahrenheit atau sekitar 36,5 C. Ketika terjadi perubahan pada suhu luar, darah dan kelenjar keringat kulit mengadakan penyesuaian seperlunya dalam fungsinya masing-masing. Pengatur panas adalah salah satu fungsi kulit sebagai organ antara tubuh dan lingkungan. Panas akan hilang dengan penguapan keringat. Pengaturan ini dapat berlangsung melalui mekanisme adanya persyarafan vaso motorik yang mengendalikan arteriol kutan dengan dua cara yaitu :

- Vasodilatasi, kulit melebar, kulit menjadi panas, kelebihan panas dipancarkan ke kelenjar keringat sehingga terjadi penguapan cairan pada permukaan tubuh.
- Vasokonstriksi, pembuluh darah mengkerut, kulit pucat dan dingin, hilangnya keringat dibatasi Dan panas suhu tubuh tidak dikeluarkan.

d. Pengeluaran (ekskresi)

Kulit mengeluarkan zat-zat tertentu yaitu keringat dari kelenjar-kelenjar keringat yang dikeluarkan melalui pori-pori keringat dengan membawa garam, yodium dan zat kimia lainnya. Air yang dikeluarkan melalui kulit tidak saja disalurkan melalui keringat tetapi juga melalui penguapan air transepidermis sebagai pembentukan keringat yang tidak disadari.

e. Sebagai tempat penyimpanan

Kulit beraksi sebagai alat penampung air dan lemak, yang dapat melepaskannya bilamana diperlukan. Kulit dan jaringan di

bawahnya bekerja sebagai tempat penyimpanan air, jaringan adipose di bawah kulit merupakan tempat penyimpanan lemak yang utama pada tubuh.

f. Sebagai alat absorpsi

Kulit dapat menyerap zat-zat tertentu, terutama zat-zat yang larut dalam lemak dapat diserap ke dalam kulit. Hormon yang terdapat pada krim muka dapat masuk melalui kulit dan mempengaruhi lapisan kulit pada tingkatan yang sangat tipis. Penyerapan terjadi melalui muara kandung rambut dan masuk ke dalam saluran kelenjar palit, merembes melalui dinding pembuluh darah ke dalam peredaran darah kemudian ke berbagai organ tubuh lainnya.

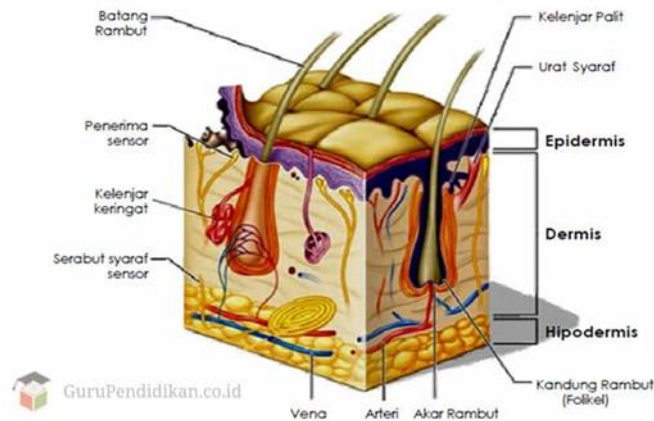
g. Penunjang penampilan

Fungsi yang terkait dengan kecantikan yaitu keadaan kulit yang tampak halus, putih dan bersih akan dapat menunjang penampilan . Fungsi lain dari kulit yaitu kulit dapat mengekspresikan emosi seseorang seperti kulit memerah, pucat maupun kontraksi otot penegak rambut.

2. Struktur Kulit

Struktur kulit terdiri dari tiga lapisan yaitu : kulit ari (epidermis), sebagai lapisan yang paling luar, kulit jangat (dermis, korium atau kutis), dan jaringan penyambung di bawah kulit (tela subkutanea, hipodermis atau subkatis). Sebagai gambaran, penampang lintang dan visualisasi struktur lapisan kulit tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :

Bagian dan Struktur Lapisan Kulit



a. Kulit Ari (Epidermis)

Epidermis merupakan bagian kulit paling luar yang sebagian besar terdiri dari epitel skuamosa yang bertingkat yang mengalami keratinisasi yang tidak memiliki pembuluh darah. Ketebalan epidermis berbeda-beda pada berbagai bagian tubuh, yang paling tebal berukuran 1 milimeter pada telapak tangan dan telapak kaki, dan yang paling tipis berukuran 0,1 milimeter terdapat pada kelopak mata, pipi, dahi dan perut. Sel-sel epidermis disebut keratinosit. Epidermis melekat erat pada dermis karena secara fungsional epidermis memperoleh zat-zat makanan dan cairan antar sel dari plasma yang merembes melalui dinding-dinding kapiler dermis ke dalam epidermis. Pada epidermis dibedakan atas lima lapisan kulit, yaitu :

- 1) Lapisan tanduk (*stratum corneum*), merupakan lapisan epidermis paling atas, dan menutupi semua lapisan epiderma lebih ke dalam. Lapisan tanduk terdiri atas beberapa lapis sel pipih, tidak memiliki inti, tidak mengalami proses metabolisme, tidak berwarna dan sangat sedikit mengandung air. Lapisan tanduk sebagian besar terdiri atas keratin yaitu sejenis protein yang tidak larut dalam air dan sangat resisten terhadap bahan-bahan kimia, dikenal dengan lapisan *horny*.

Lapisan horny, terdiri dari milyaran sel pipih yang mudah terlepas dan digantikan sel baru setiap 4 minggu, karena usia setiap sel biasanya 28 hari. Pada saat terlepas, kondisi kulit terasa sedikit kasar. Proses pembaruan lapisan tanduk, terus berlangsung sepanjang hidup, menjadikan kulit ari memiliki self repairing capacity atau kemampuan memperbaiki diri. Dengan bertambahnya usia, proses keratinisasi berjalan lebih lambat. Ketika usia mencapai sekitar 60-tahunan, proses keratinisasi membutuhkan waktu sekitar 45-50 hari, akibatnya lapisan tanduk yang sudah menjadi kasar, lebih kering, lebih tebal, timbul bercak putih karena melanosit lambat bekerjanya dan penyebaran melanin tidak lagi merata serta tidak lagi cepat digantikan oleh lapisan tanduk baru. Daya elastisitas kulit pada lapisan ini sangat kecil, dan lapisan ini sangat efektif untuk mencegah terjadinya penguapan air dari lapis-lapis kulit lebih dalam sehingga mampu memelihara tonus dan turgor kulit. Lapisan tanduk memiliki daya serap air yang cukup besar.

- 2) Lapisan bening (*stratum lucidum*) disebut juga lapisan barrier, terletak tepat di bawah lapisan tanduk, dan dianggap sebagai penyambung lapisan tanduk dengan lapisan berbutir. Lapisan bening terdiri dari protoplasma sel-sel jernih yang kecil-kecil, tipis dan bersifat translusen sehingga dapat dilewati sinar (tembus cahaya). Lapisan ini sangat tampak jelas pada telapak tangan dan telapak kaki. Proses keratinisasi bermula dari lapisan bening.
- 3) Lapisan berbutir (*stratum granulosum*) tersusun oleh sel-sel keratinosit berbentuk kumparan yang mengandung butir-butir dalam protoplasmanya, berbutir kasa dan berinti mengkerut. Lapisan ini paling jelas pada kulit telapak tangan dan kaki.

- 4) Lapisan bertaju (*stratum spinosum*) disebut juga lapisan malphigi terdiri atas sel-sel yang saling berhubungan dengan perantaraan jembatan-jembatan protoplasma berbentuk kubus. Jika sel-sel lapisan saling berlepasan, maka seakan-akan selnya bertaju. Setiap sel berisi filamen-filamen kecil yang terdiri atas serabut protein. Sel-sel pada lapisan taju normal, tersusun menjadi beberapa baris. Bentuk sel berkisar antara bulat ke bersudut banyak (*polygonal*), dan makin ke arah permukaan kulit makin besar ukurannya. Di antara sel-sel taju terdapat celah antar sel halus yang berguna untuk peredaran cairan jaringan ekstraseluler dan pengantaran butir-butir melanin. Sel-sel di bagian lapis taju yang lebih dalam, banyak yang berada dalam salah satu tahap mitosis. Kesatuan-kesatuan lapisan taju mempunyai susunan kimiawi yang khas; inti-inti sel dalam bagian basal lapis taju mengandung kolesterol, asam amino dan glutation.
- 5) Lapisan benih (*stratum germinatifum* atau *stratum basale*) merupakan lapisan terbawah epidermis, dibentuk oleh satu baris sel torak (*silinder*) dengan kedudukan tegak lurus terhadap permukaan dermis. Alas sel-sel torak ini bergerigi dan bersatu dengan lamina basalis di bawahnya. Lamina basalis yaitu struktur halus yang membatasi epidermis dengan dermis. Pengaruh lamina basalis cukup besar terhadap pengaturan metabolisme demoepidermal dan fungsi-fungsi vital kulit. Di dalam lapisan ini sel-sel epidermis bertambah banyak melalui mitosis dan sel-sel tadi bergeser ke lapisan-lapisan lebih atas, akhirnya menjadi sel tanduk. Di dalam lapisan benih terdapat pula sel-sel bening (*clear cells*, melanoblas atau melanosit) pembuat pigmen melanin kulit.

b. Kulit Jangat (Dermis)

Kulit jangat atau dermis menjadi tempat ujung saraf perasa, tempat keberadaan kantung rambut, kelenjar keringat, kelenjar-kelenjar palit atau kelenjar minyak, pembuluh-pembuluh darah dan getah bening, dan otot penegak rambut (muskulus arektor pili). Sel-sel umbi rambut yang berada di dasar kantung rambut, terus-menerus membelah dalam membentuk batang rambut. Kelenjar palit yang menempel di saluran kantung rambut, menghasilkan minyak yang mencapai permukaan kulit melalui muara kantung rambut.

Kulit jangat sering disebut kulit sebenarnya dan 95 % kulit jangat membentuk ketebalan kulit. Ketebalan rata-rata kulit jangat diperkirakan antara 1-2 mm dan yang paling tipis terdapat di kelopak mata serta yang paling tebal terdapat di telapak tangan dan telapak kaki. Susunan dasar kulit jangat dibentuk oleh serat-serat, matriks interfibrilar yang menyerupai selai dan sel-sel. Keberadaan ujung-ujung saraf perasa dalam kulit jangat, memungkinkan membedakan berbagai rangsangan dari luar. Masing-masing saraf perasa memiliki fungsi tertentu, seperti saraf dengan fungsi mendeteksi rasa sakit, sentuhan, tekanan, panas, dan dingin. Saraf perasa juga memungkinkan segera bereaksi terhadap hal-hal yang dapat merugikan diri kita. Jika kita mendadak menjadi sangat takut atau sangat tegang, otot penegak rambut yang menempel di kantung rambut, akan mengerut dan menjadikan bulu roma atau bulu kuduk berdiri.

Kelenjar palit yang menempel di kantung rambut memproduksi minyak untuk melumasi permukaan kulit dan batang rambut. Sekresi minyaknya dikeluarkan melalui muara kantung rambut. Kelenjar keringat menghasilkan cairan keringat yang dikeluarkan ke permukaan kulit melalui pori-pori kulit. Di permukaan kulit, minyak dan keringat membentuk lapisan pelindung yang disebut acid mantel atau sawar asam dengan nilai

pH sekitar 5,5. sawar asam merupakan penghalang alami yang efektif dalam menangkal berkembang biaknya jamur, bakteri dan berbagai jasad renik lainnya di permukaan kulit. Keberadaan dan keseimbangan nilai pH, perlu terus-menerus dipertahankan dan dijaga agar jangan sampai menghilang oleh pemakaian kosmetika. Pada dasarnya dermis terdiri atas sekumpulan serat-serat elastis yang dapat membuat kulit berkerut akan kembali ke bentuk semula dan serat protein ini yang disebut kolagen.

Serat-serat kolagen ini disebut juga jaringan penunjang, karena fungsinya adalah membentuk jaringan-jaringan kulit yang menjaga kekeringan dan kelenturan kulit. Berkurangnya protein akan menyebabkan kulit menjadi kurang elastis dan mudah mengendur hingga timbul kerutan. Faktor lain yang menyebabkan kulit berkerut yaitu faktor usia atau kekurangan gizi. Dari fungsi ini tampak bahwa kolagen mempunyai peran penting bagi kesehatan dan kecantikan kulit.

Perlu diperhatikan bahwa luka yang terjadi di kulit jangat dapat menimbulkan cacat permanen, hal ini disebabkan kulit jangat tidak memiliki kemampuan memperbaiki diri sendiri seperti yang dimiliki kulit ari. Di dalam lapisan kulit jangat terdapat dua macam kelenjar yaitu kelenjar keringat dan kelenjar palit.

1) Kelenjar Keringat

Kelenjar keringat terdiri dari fundus (bagian yang melingkar) dan duet yaitu saluran semacam pipa yang bermuara pada permukaan kulit, membentuk pori-pori keringat. Semua bagian tubuh dilengkapi dengan kelenjar keringat dan lebih banyak terdapat di permukaan telapak tangan, telapak kaki, kening dan di bawah ketiak. Kelenjar keringat mengatur suhu badan dan membantu membuang sisa-sisa pencernaan dari tubuh. Kegiatannya terutama dirangsang

oleh panas, latihan jasmani, emosi dan obat-obat tertentu. Ada dua jenis kelenjar keringat yaitu :

- a) Kelenjar keringat ekrin, kelenjar keringat ini mensekresi cairan jernih, yaitu keringat yang mengandung 95 – 97 % air. Dan mengandung beberapa mineral, seperti garam, sodium klorida, granula minyak, glukosa dan sampingan dari metabolisme seluler. Kelenjar keringat ini terdapat di seluruh kulit, mulai dari telapak tangan dan telapak kaki sampai ke kulit kepala. Jumlahnya di seluruh badan sekitar dua juta dan menghasilkan 14 liter keringat dalam waktu 24 jam pada orang dewasa. Bentuk kelenjar keringat ekrin langsing, bergulung-gulung dan salurannya bermuara langsung pada permukaan kulit yang tidak ada rambutnya.
- b) Kelenjar keringat apokrin, yang hanya terdapat di daerah ketiak, puting susu, pusar, daerah kelamin dan daerah sekitar dubur (anogenital) menghasilkan cairan yang agak kental, berwarna keputih-putihan serta berbau khas pada setiap orang. Sel kelenjar ini mudah rusak dan sifatnya alkali sehingga dapat menimbulkan bau. Muaranya berdekatan dengan muara kelenjar sebacea pada saluran folikel rambut. Kelenjar keringat apokrin jumlahnya tidak terlalu banyak dan hanya sedikit cairan yang disekresikan dari kelenjar ini. Kelenjar apokrin mulai aktif setelah usia akil baligh dan aktivitasnya dipengaruhi oleh hormon.

2) Kelenjar Palit

Kelenjar palit terletak pada bagian atas kulit jangat berdekatan dengan kandung rambut terdiri dari gelembung-gelembung kecil yang bermuara ke dalam kandung rambut (folikel). Folikel rambut mengeluarkan lemak yang meminyaki kulit dan menjaga kelunakan rambut. Kelenjar palit membentuk sebum atau urap kulit. Terkecuali pada telapak

tangan dan telapak kaki, kelenjar palit terdapat di semua bagian tubuh terutama pada bagian muka. Pada umumnya, satu batang rambut hanya mempunyai satu kelenjar palit atau kelenjar sebacea yang bermuara pada saluran folikel rambut. Pada kulit kepala, kelenjar palit menghasilkan minyak untuk melumasi rambut dan kulit kepala. Pada kebotakan orang dewasa, ditemukan bahwa kelenjar palit atau kelenjar sebacea membesar sedangkan folikel rambut mengecil. Pada kulit badan termasuk pada bagian wajah, jika produksi minyak dari kelenjar palit atau kelenjar sebacea berlebihan, maka kulit akan lebih berminyak sehingga memudahkan timbulnya jerawat.

c. Jaringan ikat bawah kulit (Hipodermis)

Lapisan ini terutama mengandung jaringan lemak, pembuluh darah dan limfe, saraf-saraf yang berjalan sejajar dengan permukaan kulit. Cabang-cabang dari pembuluh-pembuluh dan saraf-saraf menuju lapisan kulit jangat. Jaringan ikat bawah kulit berfungsi sebagai bantalan atau penyangga benturan bagi organ-organ tubuh bagian dalam, membentuk kontur tubuh dan sebagai cadangan makanan. Ketebalan dan kedalaman jaringan lemak bervariasi sepanjang kontur tubuh, paling tebal di daerah pantat dan paling tipis terdapat di kelopak mata. Jika usia menjadi tua, kinerja liposit dalam jaringan ikat bawah kulit juga menurun. Bagian tubuh yang sebelumnya berisi banyak lemak, akan berkurang lemaknya dan akibatnya kulit akan mengendur serta makin kehilangan kontur.

B. Kelainan-kelainan Kulit

1. Kelainan pada Kelenjar Palit

a. Jerawat

Masalah paling sering terjadi pada kulit berminyak adalah jerawat, meskipun tidak tertutup kemungkinan timbul pada jenis

kulit lain. Pada dasarnya jerawat disebabkan oleh tumbuhnya kotoran dan sel kulit mati yang mengakibatkan folikel dan pertumbuhan sebum terhambat. Produksi minyak pada kulit biasanya disalurkan melalui folikel rambut. Kotoran atau sel kulit mati yang tidak dibersihkan akan menyumbat saluran ini hingga minyak yang ke luar akan bertumpuk dan menjadi komedo. Jika terkena bakteri akne, komedo akan menjadi jerawat. Jerawat atau akne adalah suatu penyakit radang yang mengenai susunan pilosebaceus yaitu kelenjar palit dengan folikel rambutnya. Jerawat sangat umum terdapat pada anak-anak masa pubertas dan dianggap fisiologis oleh karena perubahan hormonal. Timbunan lemak di bawah kulit ini selain membuat kulit kasar, tidak rata juga tidak enak dipandang mata. Penderita umumnya mempunyai jenis kulit berminyak. Kulit kasar akan makin menjadi, pada kulit yang kurang memproduksi minyak, seperti mereka yang termasuk kategori berkulit kering. Selain perubahan hormonal, kesalahan memilih kosmetik juga dapat menyebabkan timbulnya jerawat. Kurang lebih 90% remaja, wanita dan pria terkena jerawat dan biasanya menghilang sebelum usia mencapai 20 tahun tetapi dapat pula berlangsung terus. Perkecualian, jerawat juga sering dialami oleh wanita dewasa yang menjadi akseptor KB dengan pil bahkan pada wanita saat memasuki masa menopause. Jerawat timbul di daerah sebore yaitu daerah kulit yang mengandung lebih banyak kelenjar palit di daerah kulit yang lain. Daerah sebore terdapat pada daerah hidung, pipi, dahi dan dagu serta di dada dan punggung.

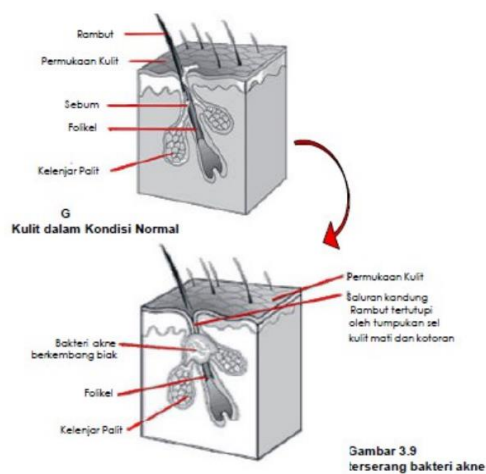
Gejala timbulnya jerawat:

- Peningkatan produksi sebum.
- Munculnya kondisi abnormal karena bakteri atau jamur sering

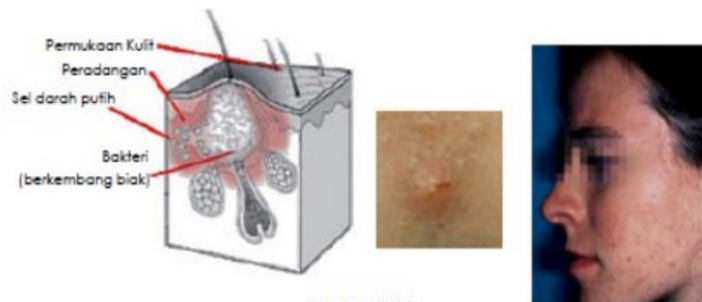
- kali menimbulkan rasa sakit.
- Terjadi penebalan jaringan terkadang menjadi benjolan kecil.
- Peningkatan hormon estrogen.

Tahap terjadinya jerawat:

- Pada kulit yang semula dalam kondisi normal, sering kali terjadi penumpukan kotoran dan sel kulit mati karena kurangnya perawatan dan pemeliharaan, khususnya pada kulit yang memiliki tingkat reproduksi minyak yang tinggi. Akibatnya saluran kantung rambut (folikel) menjadi tersumbat.
- Sel kulit mati dan kotoran yang menumpuk tersebut kemudian terkena bakteri acne, maka timbulah jerawat.

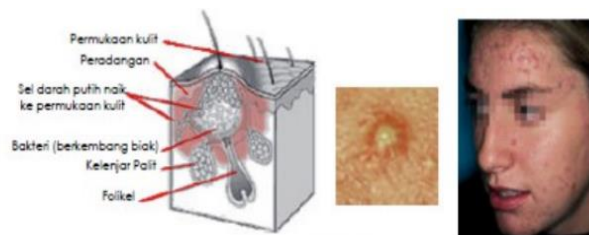


- Dalam waktu tertentu, jerawat yang tidak diobati akan mengalami pembengkakan (membesar dan berwarna kemerahan), disebut papule.



Gambar 3.10
Jerawat yang Meradang (Papule)

- Bila peradangan semakin parah, sel darah putih mulai naik ke permukaan kulit dalam bentuk nanah (pus), jerawat tersebut disebut pustules. Jerawat radang terjadi akibat folikel yang ada di dalam dermis mengembang karena berisi lemak padat, kemudian pecah, menyebabkan serbuan sel darah putih ke area folikel sebacea, sehingga terjadilah reaksi radang. Peradangan akan semakin parah jika kuman dari luar ikut masuk ke dalam jerawat akibat perlakuan yang salah seperti dipijat dengan kuku atau benda lain yang tidak steril. Jerawat radang mempunyai ciri berwarna merah, cepat membesar, berisi nanah dan terasa nyeri.



Gambar 3.11
Jerawat yang Bernanah (Postule)

- Bila jerawat mengandung nanah, lemak dan cairan-cairan lain berarti jerawat sudah berada pada kondisi terparah, disebut cyst.



Gambar 3.12
Jerawat dalam kondisi
yang terparah (Cyst)

- Bila cyst tidak terawat, maka jaringan kolagen akan mengalami kerusakan sampai pada lapisan dermis, sehingga kulit atau wajah menjadi bopeng (Scar).

b. Komedo

Komedo adalah nama ilmiah dari pori-pori yang tersumbat. Komedo merupakan sumbatan lemak yang asalnya dari produksi lemak tubuh kita. Komedo sebagai bentuk permulaan jerawat berupa gumpalan massa atau sebum yang tersumbat di dalam saluran susunan pilosebaceus. Sebum adalah salah satu kelenjar minyak yang dihasilkan kelenjar kulit yaitu kelenjar sebacea. Ketika sel-sel kulit mati dan kelenjar minyak yang berlebihan pada kulit tidak dibersihkan, maka sel-sel mati menumpuk di kulit, minyak di permukaan kulit kemudian menutup sel-sel kulit, maka terjadilah penyumbatan.

2. Gangguan Pigmentasi

Warna kulit manusia ditentukan oleh berbagai faktor, yang terpenting adalah jumlah pigmen melanin kulit, peredaran darah, tebal tipisnya lapisan tanduk dan adanya zat-zat warna lain yang bukan melanin yaitu darah dan kalogen. Dalam keadaan normal, melanin dihasilkan secara teratur oleh sel melanosit. Melanin, selain memberi warna pada kulit, juga berfungsi melindungi kulit dari terpaan sinar matahari yang dapat merusak struktur kulit, dan kulit menjadi gelap. Melanin sangat berguna melindungi kulit terhadap

penyinaran sinar ultra violet. Pembentukan pigmen melanin dirangsang oleh sinar ultra violet.

Kelainan pada proses pembentukan pigmen melanin kulit, yaitu:

a. Melanosis

Salah satu penyakit melanosis adalah melasma (chloasma), yaitu adanya bercak-bercak berwarna coklat kehitaman (hiperpigmentasi) di kulit muka yang sangat khas seperti di daerah pipi, dahi dan bibir atas. Melasma sering timbul karena kehamilan, pil kontrasepsi, pemakaian kosmetik dan sinar matahari. Melasma karena kehamilan, dapat menghilang setelah melahirkan. Melasma karena kosmetika terjadi karena fotosensitisasi oleh zat tertentu seperti zat pemutih. Zat ini menyebabkan kulit lebih rentan terhadap sinar ultra violet sehingga lebih mudah dan cepat membentuk melanin.



Gambar 3.22
Melasma (Chloasma)

b. Lentigo

Lentigo yaitu sejenis naevus pigmentosus yang terlihat menyerupai ephilides, licin berwarna coklat tua. Lentigo tidak akan memudar walaupun dalam musim dingin, serta dapat pula terjadi di bagian tubuh yang tertutup pakaian.

c. Vitiligo

Vitiligo adalah gangguan pigmentasi pada kulit yang ditandai dengan terjainya bercak-bercak putih karena kehilangan melanin. Kelainan ini terjadi secara turun temurun. Bercak ini dapat berukuran besar atau kecil, berbentuk bulat atau

tidak menentu tetapi bila bersatu bisa menjadi lebih besar. Bercak-bercak ini lebih sensitif terhadap sinar matahari. Vitiligo lebih banyak terjadi di daerah tropik, terutama pada orang-orang berkulit gelap.



Gambar 3.23
Lentigo



Gambar 3.24
Vitiligo

3. Infeksi Jamur

a. Panu

Panu adalah bentuk lain dari dermatofitosis yaitu infeksi jamur dangkal yang disebabkan oleh fungus *malassezia furfur*. Penyakit ini tampak sebagai bercak-bercak yang kadang tersebar di seluruh tubuh. Bercak ini dapat berwarna putih kelabu, kecoklat-coklatan atau kehitam-hitaman yang disertai pengelupasan sisik-sisik halus. Panu banyak ditemukan di Indonesia terutama pada mereka yang kurang memperhatikan kebersihan badan. Penyakit ini dapat menyebabkan rasa gatal

b. Kurap

Kurap merupakan dermatofitosis yang berupa infeksi kulit berbentuk bulat-bulat besar dengan diameter 3 - 4 cm, pinggirnya meninggi, dan berwarna merah sedang di bagian tengahnya bersisik halus menimbulkan rasa gatal. Kelainan ini dapat terjadi pada anak-anak, remaja, hingga dewasa baik laki-laki maupun perempuan. Kurap bisa menular

c. Tinea Pedis

Tinea pedis adalah sejenis penyakit yang disebabkan oleh jamur pada kaki terutama pada telapak kaki dan sela-sela jari kaki. Tinea pedis banyak dijumpai pada laki-laki dibandingkan pada wanita. Gambaran klinis yang terlihat, berbeda, dari perlunakan

kulit di sela-sela jari, pertandukan yang berlebihan, reaksi eksim, gelembung-gelembung sampai retak-retak kulit yang diiringi rasa sakit.

4. Alergi (Hipersensitivitas)

Alergi atau hipersensitivitas adalah perubahan kemampuan tubuh yang didapat dan khas untuk bereaksi terhadap zat (alergen dan antigen) yang menempel atau masuk ke dalam tubuh. Pada hakekatnya, alergi termasuk kompleks kekebalan (imunitas) dan bersifat reaksi kekebalan (imunologik) khas antara alergen dengan zat lain (antibodi) yang dibentuk oleh tubuh. Daya reaksi imunologik tubuh, khususnya kulit terhadap zat-zat asing yang berkhasiat sebagai antigen bersifat amat khas dan berlangsung amat lama.

Zat-zat yang dapat menyebabkan alergi antara lain berupa:

- a. Makanan, minuman dan obat-obatan.
- b. Bahan-bahan yang ditempelkan pada kulit seperti kosmetika (alas bedak, bedak, lipstik, parfum, hair spray, cat rambut) dan obat-obatan (salep, balsam atau krim).
- c. Bahan yang dihirup seperti udara, debu.

Pada umumnya reaksi alergi pada kulit menunjukkan gejala kulit terlihat merah, gatal, bengkak, sesak napas dan pingsan. Reaksi alergi dapat terjadi segera setelah kontak dengan zat tersebut atau beberapa saat setelah kontak dengan zat-zat tersebut. Sebagai langkah pencegahan, hindari penggunaan zat atau bahan yang dapat menimbulkan alergi.

5. Kelainan Kelenjar Keringat

Kelainan-kelainan kulit yang disebabkan terganggunya kelenjar keringat yaitu:

- a. Biang keringat (miliaria), yaitu suatu kelainan kulit yang disebabkan oleh adanya retensi keringat akibat tersumbatnya

poripori kelenjar keringat. Timbulnya biang keringat biasanya kalau udara panas atau lembab. Penyumbatan pori-pori kelenjar keringat disebabkan oleh bakteri-bakteri yang menimbulkan peradangan atau pembengkakan, akibatnya kulit menjadi gatal. Biang keringat terdapat di daerah dahi, leher, dada dan punggung.

- b. Hiperidrosis, yaitu suatu keadaan bilamana keringat dihasilkan berlebihan. Kelebihan keringat dapat terjadi di seluruh badan atau hanya setempat misalnya di telapak tangan atau kaki. Hiperidrosis dapat terjadi secara fisiologis, karena suatu penyakit dan faktor psikis.
- c. Anidrosis yaitu suatu keadaan bila kulit tidak dapat berkeringat, yang disebabkan kelenjar keringat tidak mampu berfungsi lagi atau karena suatu penyakit.
- d. Bromidrosis yaitu terdapatnya keringat yang berbau atau biasa disebut bau badan yang mungkin disebabkan oleh bakteri di kulit yang mengadakan dekomposisi keringat, atau karena kelenjar keringat apokrin bekerja lebih aktif. Bromidrosis selalu disertai hiperidrosis dan higiene kulit yang baik dapat mencegah bromidrosis.

C. Kesimpulan

BAB XII

GIZI DAN MAKANAN

A. Gizi

1. Pengertian Gizi

Gizi adalah proses metabolisme dalam tubuh makhluk hidup untuk menerima bahan-bahan dari lingkungan hidupnya dan menggunakan bahan-bahan tersebut agar dapat menghasilkan berbagai aktivitas penting dalam tubuh. Bahan-bahan dari lingkungan hidup tersebut dikenal dengan istilah unsur gizi. Unsur gizi dapat dipilah menjadi karbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral, dan air (Mary, 2011).

Menurut Sunita Almatsier (2009) zat-zat gizi yang dapat memberikan energi adalah karbohidrat, lemak, dan protein, oksidasi zat-zat gizi ini menghasilkan energi yang diperlukan tubuh untuk melakukan kegiatan atau aktivitas. Ketiga zat gizi termasuk zat organik yang mengandung karbon yang dapat dibakar, jumlah zat gizi yang paling banyak terdapat dalam pangan dan disebut juga zat pembakar.

Menurut Asmira Sutarto (1980) secara umum fungsi zat makanan adalah sebagai berikut:

- a. Memberi bahan untuk membangun tubuh dan memelihara serta memperbaiki bagian-bagian tubuh yang hilang dan rusak.
- b. Memberi kekuatan atau tenaga, sehingga kita dapat bergerak dan bekerja.
- c. Memberi bahan untuk mengatur proses-proses dalam tubuh.
- d. Membangun dan memelihara tubuh

2. Macam-macam Unsur Gizi

a. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan jenis sumber energi utama bagi manusia sehingga dikenal sebagai sumber tenaga. Jenis karbohidrat yang terkandung di dalam makanan adalah pati, sukrosa, laktosa, dan

fruktosa. Hasil akhir dari penguraian karbohidrat adalah monosakarida, yaitu glukosa, fruktosa dan galaktosa. Glukosa merupakan monosakarida terpenting diantara ketiganya karena metabolisme glukosa dikendalikan secara hormonal. Karbohidrat dapat menghasilkan panas dan energi melalui proses oksidasi dalam tubuh dengan produk akhir berupa karbondioksida dan air. Kedua bahan tersebut diekskresikan melalui paru-paru serta ginjal. Satu gram karbohidrat menghasilkan 16 kj (4 kal) pada proses oksidasi di dalam tubuh (Mary, 2011).

Karbohidrat merupakan bahan makanan penting dan merupakan sumber tenaga yang terdapat dalam tumbuhan dan daging hewan. Selain itu, karbohidrat juga menjadi komponen struktur penting pada mahluk hidup dalam bentuk serat (fiber), seperti selulosa, pectin, serta lignin. Karbohidrat menyediakan kebutuhan dasar yang diperlukan tubuh. Tubuh menggunakan karbohidrat seperti layaknya mesin mobil menggunakan bensin sebagai bahan bakar. Glukosa, karbohidrat yang paling sederhana mengalir dalam aliran darah sehingga tersedia bagi seluruh sel tubuh. Sel-sel tubuh tersebut menyerap glukosa dan mengubahnya menjadi tenaga untuk menjalankan sel-sel tubuh.

Hidrat arang atau karbohidrat disebut juga zat pati atau zat tepung atau zat gula yang tersusun dari unsur karbon (C), Hidrogen (H), dan oksigen (O). Di dalam tubuh hidrat arang akan dibakar untuk menghasilkan tenaga atau panas. Satu gram hidrat arang akan menghasilkan empat kalori. Menurut besarnya molekul hidrat arang dapat dibedakan menjadi tiga yaitu : monosakarida, disakarida, dan polisakarida (Rizqie Aulia, 2001).

Menurut Sunita Almatsier (2009) fungsi dari karbohidrat antara lain:

- 1) Sebagai sumber energi, satu gram karbohidrat menghasilkan 4 kalori.

- 2) Pemberi rasa manis pada makanan, khususnya pada monosakarida pada disakarida.
- 3) Penghemat protein, jika karbohidrat makanan tidak tercukupi maka protein akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi dengan mengalahkan fungsi utamanya sebagai zat pembangun.
- 4) Pengatur metabolisme lemak, karbohidrat akan mencegah terjadinya oksidasi lemak yang tidak sempurna, sehingga menghasilkan bahan-bahan keton berupa asam asetoasetat, aseton, dan asam beta-hidro-butirat. Bahan-bahan ini dibentuk dalam hati dan dikeluarkan melalui urine dengan mengikat basa berupa ion natrium. Hal ini dapat menyebabkan ketidak seimbangan natrium dan dehidrasi, serta PH cairan tubuh menurun.
- 5) Membantu pengeluaran faeses dengan cara mengatur peristaltic usus dan memberi bentuk pada faeses.

b. Lemak

Lemak merupakan cadangan energi bagi manusia dan hewan seperti halnya karbohidrat. Lemak terdiri dari beberapa senyawa organik diantaranya karbon, hidrogen, oksigen, fosfor, dan nitrogen. Tumbuh-tumbuhan juga menyimpan lemak dalam lembaga, biji dan buahnya yang juga dikonsumsi oleh manusia. Lemak berasal dari lemak hewani dan lemak nabati yang mana kedua jenis lemak ini berbeda dalam susunan asam lemaknya. Lemak hewani mengandung asam lemak jenuh yang dalam suhu kamar berbentuk padat. Lemak nabati lebih banyak mengandung asam lemak tak jenuh yang dalam suhu kamar dapat berbentuk cair yang disebut minyak. Lemak berfungsi sebagai zat tenaga yang digunakan untuk pelarut beberapa vitamin yang larut dalam lemak seperti vitamin A, D, E, dan K. Fungsi lain dari lemak adalah sebagai bantalan pelindung organ-organ tubuh seperti pada mata, ginjal, alat reproduksi dan sistem pencernaan. Lemak juga berfungsi sebagai pelindung tubuh dari kedinginan (Widuri dan Pamungkas, 2013).

Fungsi lemak menurut Sunita Almatsier (2009) antara lain:

- 1) Lemak merupakan sumber energi paling padat yang menghasilkan 9 kalori untuk setiap gram, yaitu 2,5 kali besar energi yang dihasilkan oleh karbohidrat dan protein dalam jumlah yang sama.
- 2) Lemak merupakan sumber asam lemak esensial, asam linoleat, dan linolinat.
- 3) Alat angkut vitamin larut lemak yaitu membantu transportasi dan absorpsi vitamin larut lemak A, D, E, dan K.
- 4) Menghemat penggunaan protein untuk sintesis protein, sehingga protein tidak digunakan sebagai sumber energi.
- 5) Memberi rasa kenyang dan lezat, lemak memperlambat sekresi asam lambung, dan memperlambat pengosongan lambung, sehingga lemak memberi rasa kenyang lebih lama. Disamping itu lemak memberi tekstur yang disukai dan memberi lezat khusus pada makanan.
- 6) Sebagai pelumas dan membantu pengeluaran sisa pencernaan.
- 7) Memelihara suhu tubuh, lapisan lemak dibawah kulit mengisolasi tubuh dan mencegah kehilangan panas secara cepat, dengan demikian lemak berfungsi juga dalam memelihara suhu tubuh.
- 8) Pelindung organ tubuh, lapisan lemak yang menyelubungi organ tubuh seperti jantung, hati, dan ginjal membantu menahan organ tersebut tetap di tempatnya dan melindungi terhadap benturan dan bahaya lain.

c. Protein

Protein merupakan konstituen penting pada semua sel yang berupa struktur kompleks yang terbuat dari asam amino. Protein terkandung di dalam makanan yang berasal dari hewan maupun tumbuhan. Protein dihidrolis oleh enzim-enzim proteolitik untuk melepaskan asam-asam amino yang kemudian diserap lewat usus. Protein merupakan konstituen penting bagi semua jaringan tubuh. Fungsi protein adalah sebagai pengganti protein yang hilang selama

proses metabolisme dan proses penguasaan yang normal. Protein juga dapat menghasilkan jaringan baru yang terbentuk selama masa pertumbuhan, pemulihan dari cedera, kehamilan dan laktasi. Protein dapat dipakai sebagai sumber energi sama halnya dengan karbohidrat (Mary, 2011).

Menurut Sunita Almatsier (2009) fungsi protein yaitu:

- 1) Pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan dan sel-sel tubuh.
- 2) Pembentukan ikatan-ikatan esensial tubuh, hormon-hormon seperti tiroid, insulin, dan epinefrin adalah protein, demikian pula berbagai enzim.
- 3) Mengatur keseimbangan air, cairan-cairan tubuh terdapat dalam tiga kompartemen: intraseluler (di dalam sel), ekstraseluler/ interseleuler (di luar sel), intravaskular (di dalam pembuluh darah).
- 4) Memelihara netralitas tubuh, protein tubuh bertindak sebagai buffer, yaitu bereaksi dengan asam basa untuk pH pada taraf konstan.
- 5) Pembentukan anti bodi, kemampuan tubuh untuk memerangi infeksi bergantung pada kemampuan tubuh memproduksi anti bodi.
- 6) Mengangkut zat-zat gizi dari saluran cerna ke dalam darah, dari darah ke jaringan-jaringan, dan melalui membran sel ke dalam sel-sel.
- 7) Sebagai sumber energi, protein ekuivalen dengan karbohidrat karena menghasilkan 4 kalori/g protein.

d. Vitamin

Vitamin adalah senyawa organik yang terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit di dalam makanan dan sangat penting peranannya dalam reaksi metabolisme. Menurut Sunita Almatsier (2009) vitamin adalah zat-zat organik kompleks yang dibutuhkan dalam jumlah sangat kecil dan pada umumnya tidak dapat dibentuk oleh tubuh. Oleh karena itu, harus didatangkan dari makanan. Vitamin termasuk kelompok zat

pengatur pertumbuhan dan pemeliharaan kehidupan. Tiap vitamin mempunyai tugas spesifik di dalam tubuh. Karena vitamin adalah zat organik maka vitamin dapat rusak karena penyimpanan dan pengolahan. Fungsi utama vitamin adalah mengatur proses metabolisme protein, lemak, dan karbohidrat. Menurut sifatnya vitamin digolongkan menjadi dua, yaitu vitamin larut dalam lemak vitamin A, D, E, dan K, dan vitamin yang larut dalam air yaitu vitamin B dan C.

Tabel 1. Sifat-sifat umum vitamin larut dalam lemak dan vitamin larut dalam air.

VITAMIN LARUT LEMAK	VITAMIN LARUT AIR
Larut dalam lemak dan pelarut lemak	Larut dalam air
Kelebihan konsumsi dari yang dibutuhkan disimpan dalam tubuh	Simpanan sebagai kelebihan kebutuhan sangat sedikit
Dikeluarkan dalam jumlah kecil melalui empedu	Dikeluarkan melalui urine
Gejala defisiensi berkembang lambat	Gejala defisiensi sering terjadi dengan cepat
Tidak selalu perlu ada dalam makanan sehari-hari	Harus selalu ada dalam makanan sehari-hari
Mempunyai <i>prekursor</i> atau <i>provitamin</i>	Umumnya tidak mempunyai <i>prekursor</i>
Hanya mengandung unsur-unsur C, H, dan O	Selain C, H, dan O mengandung N, kadang-kadang S dan Co
Diabsorpsi melalui sistem limfe	Diabsorpsi melalui vena porta
Hanya dibutuhkan oleh organisme kompleks	Dibutuhkan oleh organisme sederhana dan kompleks
Beberapa jenis sifat toksik pada jumlah relatif rendah (6-10 x KGA)	Bersifat toksik hanya pada dosis tinggi/megadosis (>10 x KGA)

Umumnya tubuh manusia tidak mampu membentuk vitamin sendiri (kecuali vitamin D dan K), untuk itu manusia harus memenuhi kebutuhan vitamin yang dari makanan yang mereka konsumsi. Vitamin D terbentuk dari 7α - dehidrokolesterol yang dapat diubah menjadi provitamin ke vitamin kholekalsiferol dengan bantuan cahaya matahari, sedangkan vitamin K dibentuk dalam usus besar dengan pertolongan bakteri *Escherichia coli*. Vitamin juga berperan dalam

pembentukan sel-sel baru dan pertumbuhan. Vitamin dapat membantu mempertahankan fungsi jaringan tubuh (Widuri dan Pamungkas, 2013).

e. Mineral

Menurut Rizqie Auliana (2001) mineral merupakan senyawa organik yang mempunyai peranan penting dalam tubuh. Unsur-unsur mineral adalah karbon (C), hydrogen (H), oksigen (O), dan nitrogen (N), selain itu mineral juga mempunyai unsur kimia lainnya, yaitu kalsium (Ca), Klorida (CO), besi (Fe), magnesium (Mg), fosfor (P), kalium (K), natrium (Na), sulfur (S). Tubuh manusia tidak dapat mensintesa mineral, sehingga harus memperoleh dari makanan. Mineral dibutuhkan tubuh dalam jumlah sedikit. Mineral merupakan zat penting untuk kesehatan tubuh, karena semua jaringan dan air di dalam tubuh mengandung mineral. Demikian mineral merupakan komponen penting dari tulang, gigi, otot, jaringan, darah dan saraf. Mineral penting dalam pemeliharaan dan pengendalian semua proses faal di dalam tubuh, mengeraskan tulang, membantu kesehatan jantung, otak dan saraf. Mineral juga membantu keseimbangan air dan keadaan darah agar jangan terlalu asam atau terlalu basa selain itu mineral juga membantu dalam pembuatan anti bodi, yaitu sel-sel yang berfungsi membunuh kuman.

f. Air

Air merupakan media tempat berlangsungnya setiap proses tubuh dan menjadi bagian kurang lebih 65-70 % dari berat total tubuh. Air merupakan dasar bagi cairan intraseluler serta ekstraseluler dan menjadi konstituen semua sekresi serta ekskresi tubuh. Hasil - hasil pencernaan akan diserap ke dalam tubuh lewat media cairan dan disebarluaskan dalam darah serta cairan limfe. Reaksi kimia yang terlibat dalam proses metabolisme juga memerlukan media cair. Air berfungsi untuk mengangkut produk limbah dalam aliran darah menuju ginjal serta paru-paru untuk dikeluarkan. Air juga berfungsi untuk

memudahkan lewatnya feses sepanjang kolon sehingga tidak terjadi konstipasi (Mary, 2011).

Menurut Djoko Pekik Irianto (2006) sebagai komponen terbesar, air memiliki manfaat yang sangat penting, yaitu:

- 1) Sebagai media transportasi zat-zat gizi, membuang sisa-sisa metabolisme, hormon ke organ sasaran (target organ).
- 2) Mengatur temperatur tubuh terutama selama aktifitas fisik.
- 3) Mempertahankan keseimbangan volume darah

3. Gizi Seimbang

Gizi seimbang adalah susunan pangan sehari-hari yang mengandung zat gizi dalam jumlah dan jenis yang sesuai dengan kebutuhan tubuh dengan memperhatikan prinsip keanekaragaman pangan, aktifitas fisik, perilaku hidup bersih dan memperhatikan berat badan normal untuk mencegah masalah gizi. Berbagai definisi gizi seimbang telah dinyatakan oleh berbagai institusi atau kelompok ahli dengan komponen-komponen yang kurang lebih sama, yaitu cukup secara kuantitas, cukup secara kualitas, mengandung berbagai zat gizi (karbohidrat, protein, vitamin, lemak, mineral dan air) yang diperlukan untuk pertumbuhan, untuk menjaga kesehatan dan untuk melakukan aktifitas serta fungsi kehidupan sehari-hari (Bakti Husada, 2014).

Gizi seimbang menjadi kebutuhan mendasar bagi kehidupan manusia pada setiap golongan usia. Mereka semua membutuhkan tersedianya gizi seimbang dan memadai baik itu protein, karbohidrat, maupun lemak. Namun, untuk memenuhi tidak harus mengkonsumsi makanan berharga mahal, yang penting adalah gizi seimbang untuk hidup sehat. Berdasarkan (Kementrian Kesehatan RI, 2013) bahwa adapun prinsip gizi seimbang terdiri dari 4 (empat) pilar yang pada dasarnya merupakan rangkaian upaya untuk menyeimbangkan antara zat gizi yang keluar dan zat gizi yang masuk dengan memonitor berat badan secara teratur. Empat Pilar tersebut adalah sebagai berikut:

- Mengonsumsi makanan beragam.
- Membiasakan perilaku hidup bersih
- Melakukan aktivitas fisik.
- Mempertahankan dan memantau Berat Badan (BB) normal.



Gizi yang optimal sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan fisik serta kecerdasan balita, anak-anak, dan semua usia. Gizi yang baik membuat berat badan, tinggi badan dan pertumbuhan fisik yang lain menjadi normal. Gizi yang baik juga membuat tubuh tidak mudah terkena penyakit, produktivitas kerja meningkat serta terlindung dari penyakit kronis.

B. Makanan

1. Pengertian Makanan

Menurut WHO, makanan adalah kebutuhan pokok manusia yang dibutuhkan setiap saat dan memerlukan pengelolaan yang baik dan benar agar bermanfaat bagi tubuh tidak termasuk air, obat-obatan, dan substansi-substansi lain yang digunakan untuk pengobatan (Hari Purnama dan Adiono, 2009).

Makanan adalah kebutuhan pokok manusia yang diperlukan setiap saat dan memerlukan pengelolaan yang baik dan benar agar bermanfaat bagi tubuh. Pengelolaan yang baik dan benar pada dasarnya adalah pengelolaan makanan berdasarkan kaidah-kaidah dari prinsip-prinsip hygiene dan sanitasi makanan (Depkes, 2004).

2. Jenis-jenis Makanan

a. Karbohidrat

Fungsi karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi tubuh. Karbohidrat ini memainkan peran yang sangat penting dalam metabolisme, untuk menjaga keseimbangan asam dan juga basa, membentuk berbagai struktur sel, jaringan, serta organ, dan dapat membantu pencernaan makanan pada saluran pencernaan. Sumber dari karbohidrat ini termasuk sereal (beras, gandum, jagung), berbagai jenis umbi-umbian (singkong, ubi, kentang), tepung serta sagu

b. Lemak

Lemak mempunyai fungsi yang penting bagi tubuh kita. Lemak tidak hanya sumber energi, namun juga sebagai komponen membran sel, pelarut vitamin A, D, E serta K dan itu merupakan cadangan berbagai makanan bagi tubuh. Lemak dapat diperoleh dari berbagai tumbuhan serta hewan. Beberapa dari makanan yang akan mengandung banyaknya lemak termasuk jenis kacang-kacangan, ada juga minyak goreng, daging, serta susu.

c. Protein

Protein ini diperoleh dari berbagai bagian pada hewan seperti daging, susu, ikan, telur, ada juga keju. Sedangkan protein nabati dari sereal.

d. Sayur dan Buah

Sayur mayur merupakan bahan makanan yang berasal dari tumbuhan (bahan makanan nabati). Bagian tumbuhan yang dapat

dibuat sayur, mungkin daun (sebagian besar sayur adalah daun), batang (wortel adalah umbi batang), bunga (jantung pisang), buah muda (kacang panjang, labu, nangka muda) dapat dikatakan bahwa semua bagian tumbuhan dapat dijadikan bahan makanan sayur (Achmad, 2010).

Menurut Rubatzky (1998) dalam Farisa, 2012, berdasarkan kandungan gizi utama sayur dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut:

- 1) Sumber Karbohidrat seperti kentang, ubi jalar, biji kacang kering, ubi kayu, uwi, dan talas.
- 2) Sumber Lemak seperti biji matang, beberapa kacang-kacangan dan cucurbit (labu-labuan).
- 3) Sumber Protein seperti kapri, kacang-kacangan, jagung manis, dan kubis-kubisan.
- 4) Sumber Provitamin A seperti wortel, ubi jalar (berdaging kuning atau jingga), cabai merah, kapri, sayuran daun hijau, dan kacang hijau.
- 5) Sumber Vitamin C seperti kubis-kubisan, tomat, biji kacang muda, dan berbagai sayuran daun.
- 6) Sumber Mineral seperti kubis-kubisan dan sebagian besar sayuran daun lainnya.

Buah berfungsi utama sebagai sumber vitamin dan mineral, tetapi pada jenis buah tertentu juga cukup banyak terkandung energi. Buah-buahan yang mempunyai daging berwarna (kuning, merah, violet) merupakan bahan makanan yang kaya akan kandungan karotinoid yang mempunyai prekursor dari vitamin A seperti alpukat, apel, belimbing, jambu, jeruk, mangga, pepaya, dan sebagainya (Achmad, 2010).

Buah banyak mengandung vitamin dan tinggi serat sehingga baik bagi organ pencernaan anak. Buah tidak hanya menyehatkan tubuh secara keseluruhan, tetapi juga membantu meningkatkan

kecerdasan otak, Alpukat misalnya , mengandung lemak tidak jenuh tunggal, asam folat, omega -3 yang meningkatkan kemampuan dan fungsi otak anak (Ch, 2017).

e. Vitamin dan Mineral

Vitamin merupakan zat gizi yang terdapat dalam makanan, yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia. Walaupun dibutuhkan dalam jumlah kecil, peranan vitamin sangat vital bagi pertumbuhan dan perkembangan, pencegahan penyakit, dan mencapai kehidupan yang sehat dan optimal. Vitamin sebagai zat gizi mikro tidak dapat diproduksi oleh tubuh sehingga harus didapatkan dari makanan (WHO, 2016).

Vitamin berfungsi dalam metabolisme energi, pembentukan dan pembekuan darah, metabolisme protein dan asam amino, kesehatan tulang, ekspresi gen dan antioksidan (Bryd-Bredbenner, dkk, 2007 dalam Ahmad, 2017). Vitamin mempunyai fungsi yang berbeda dengan jenis zat gizi lainnya seperti karbohidrat, protein, dan lemak. Vitamin lebih banyak berperan dalam fungsi fisiologis tubuh, terutama proses pertumbuhan dan perkembangan sehingga vitamin sangat dibutuhkan untuk kehidupan manusia (Ahmad, 2017).

Mineral adalah substansi inorganik sederhana yang tersebar luas di alam. Mineral berperan meningkatkan pertumbuhan dan mempertahankan kesehatan. Mineral mewakili 4% dari berat tubuh dan ditemukan di semua cairan dan jaringan tubuh (Dwijyanthi, 2011). Mineral adalah unsur kimia yang diperlukan tubuh dan berada dalam bentuk elektrolit anion atau bermuatan negatif dan kation atau bermuatan positif (Darawati, 2017).

3. Makanan Bergizi

Makanan sehat adalah makanan yang memenuhi syarat kesehatan dan jika dimakan tidak menimbulkan penyakit serta keracunan. Sedangkan makanan bergizi adalah makanan yang mengandung zat-zat yang

diperlukan oleh tubuh dalam jumlah memadai. Selain itu makanan sehat dapat diartikan makanan yang beragam, bergizi, dan seimbang, serta aman bila dikonsumsi. Makanan bergizi tidak harus berupa makanan yang berharga mahal dan lezat, tetapi yang terpenting adalah zat-zat yang terkandung di dalamnya. Makanan bergizi harus mengandung energi, pembangun, dan pengatur dalam jumlah yang seimbang. Sedangkan makanan seimbang ialah makanan-makanan yang memiliki kandungan gizi yang sesuai dengan asupan gizi yang dibutuhkan. Makanan seimbang yang dimaksud haruslah memiliki kandungan zat gizi yang meliputi: karbohidrat, lemak, protein, mineral, dan vitamin.

C. Cara Kerja Gizi dan Makanan dalam Tubuh Manusia

Makanan yang telah menjadi bagian-bagian kecil akan dicerna tubuh dalam empat proses utama pencernaan.

1. Menelan

Mulut adalah awal dari saluran pencernaan. Segera setelah gigitan pertama pada makanan, maka proses pencernaan dimulai. Saat proses mengunyah makanan menjadi bagian yang lebih kecil, maka kelenjar air liur akan memproduksi air liur guna membantu memperhalus makanan. Selain itu, air liur juga mengandung enzim yang mulai mencerna karbohidrat menjadi lebih kecil agar dapat diserap oleh usus. Lidah kemudian akan mendorong makanan yang sudah halus ke belakang mulut menuju esofagus atau kerongkongan. Gerakan peristaltik dari otot halus kemudian membawa makanan menuju perut.

2. Pencernaan pada Lambung

Lambung yang tampak seperti kantong, memiliki dinding-dinding otot yang kuat mengelilinginya. Selain menampung makanan, lambung juga berfungsi sebagai penghancur dan penghalus makanan. Perut akan menghasilkan asam dan enzim yang akan melanjutkan proses cerna makanan. Keluar dari perut, makanan akan memiliki tekstur cair atau

menyerupai pasta yang lembut yang kemudian bergerak ke usus halus. Di dalam lambung, proses pencernaan protein dimulai.

3. Pencernaan dan Penyerapan pada Usus Halus

Jika diukur, usus halus memiliki panjang sekitar 6 meter yang terdiri dari tiga bagian, yaitu usus duabelas jari (duodenum), usus kosong (jejunum), dan usus penyerapan (ileum). Di dalamnya, makanan akan kembali diproses dengan enzim pencernaan yang diproduksi pankreas, dinding usus halus, dan cairan empedu dari kantong empedu. Ketiganya akan bekerja bersama-sama untuk menyelesaikan pencernaan makanan agar menjadi unit-unit kecil yang bisa diserap ke dalam pembuluh darah usus .

Enzim pencernaan secara kimiawi akan memecah molekul makanan kompleks menjadi lebih sederhana, kemudian cairan empedu membantu proses pencernaan mekanis yang memecah lemak sehingga menjadi partikel yang lebih kecil. Ketika makanan melalui usus duabelas jari, berarti proses pencernaan selesai. Proses berikutnya adalah penyerapan.

Penyerapan makanan umumnya terjadi dalam usus halus jejunum dan ileum. Di sana terdapat banyak lipatan atau disebut jonjot-jonjot usus (vili). Vili memiliki fungsi memperluas permukaan penyerapan, sehingga makanan dapat terserap dengan lebih efisien.

Selama proses penyerapan, molekul makanan akan memasuki aliran darah melalui dinding usus. Pembuluh darah mikroskopik atau kapiler dalam vili akan menyerap hasil pencernaan yang berupa protein dan karbohidrat, sedangkan pembuluh getah bening dalam vili akan menyerap lemak.

Dari situ, aliran darah akan membawa makanan yang sudah dicerna menuju ke hati. Sel-sel hati kemudian akan menyaring zat-zat berbahaya dalam darah. Hati juga akan menyimpan vitamin larut dalam lemak serta nutrisi yang berlebihan, seperti glukosa untuk disimpan sebagai cadangan.

Cadangan nutrisi ini akan dilepaskan ketika tubuh memerlukan energi ekstra misalnya ketika seseorang lari maraton.

4. Penyerapan pada Usus Besar

Sebagian besar yang masuk ke dalam usus besar adalah sisa-sisa makanan yang tidak dapat dicerna atau diserap dan air. Usus besar terdiri dari enam bagian, dimulai dari sekum, kolon asenden, kolon transversum, kolon desenden, kolon sigmoid, dan diakhiri dengan rektum.

Tugas utama usus besar adalah menyerap air dan mineral dari sisa makanan tersebut sehingga membuatnya menjadi lebih padat dan membentuk tinja. Gerak peristaltik kemudian akan mendorong tinja menuju rektum hingga dikeluarkan melalui anus.

Kecukupan air dan serat merupakan faktor penting yang mendukung kelancaran proses pencernaan. Pastikan Anda minum sekitar 8 gelas per hari dan mengonsumsi sayur-sayuran dan buah-buahan yang kaya serat sehingga kesehatan sistem pencernaan terjaga untuk kondisi tubuh yang prima.

D. Kebutuhan Gizi dan Makanan pada Anak-Anak dan Orang Dewasa

1. Kebutuhan Gizi Seimbang pada Anak

Pada usia anak-anak, tubuh memerlukan zat gizi tidak hanya untuk proses kehidupan, tetapi lebih dari itu juga untuk pertumbuhan dan perkembangan kognitif. Oleh sebab itu anak memerlukan zat gizi makro seperti karbohidrat, lemak, dan protein; dan juga zat gizi mikro seperti vitamin dan mineral (Briawan, 2017).

Bagi masyarakat Indonesia khususnya balita dan anak usia sekolah dianjurkan untuk mengonsumsi sayur dan buah 300 – 400 gram per hari dan bagi remaja dan orang dewasa sebanyak 400 – 600 gram per orang per hari. Sekitar dua-pertiga dari jumlah anjuran konsumsi tersebut adalah porsi sayur (Kemenkes, 2014).

Fungsi gizi pada anak antara lain adalah memberikan bahan pembangun untuk pertumbuhan, menyediakan kebutuhan energi untuk

aktivitas fisik, membantu menjaga daya tahan tubuh terhadap infeksi, serta menjamin ketersediaan gizi dalam tubuh untuk kebutuhan pertumbuhan pada saat remaja (Fikawati, 2017). Untuk gizi anak harus memenuhi komposisi 15% protein, 35% lemak, 50% karbohidrat, vitamin dan mineral. Bentuk dan susunan tergantung dari jenis kelamin, usia, aktivitas, dan kondisi fisik anak (Akhmad, 2014). Kebutuhan gizi anak usia sekolah dapat dilihat pada gambar:

Tabel 1. Kebutuhan Gizi Anak Usia Sekolah Berdasarkan AKG 2013

Zat Gizi	Anak 4 – 6 tahun	Anak 7 – 9 tahun	Anak 10 – 12 tahun	
			Laki-laki	Perempuan
Energi (Kal)	1600	1850	2100	2000
Karbohidrat (g)	220	254	289	275
Protein (g)	35	49	56	60
Lemak (g)	62	72	70	67
Vitamin A (mcg)	450	500	600	600
Vitamin D (mcg)	15	15	15	15
Vitamin E (mg)	7	7	11	11
Vitamin K (mcg)	20	25	35	35
Vitamin C (mg)	45	45	50	50
Tiamin (mg)	0,8	0,9	1,1	1,0
Riboflavin (mg)	1,0	1,1	1,3	1,2
Niasin	9	10	12	11
Vitamin B6	0,6	1,0	1,3	1,2
Vitamin B12	1,2	1,2	1,8	1,8
Kalsium	1.000	1.000	1.200	1.200
Fosfor	500	500	1.200	1.200
Magnesium	95	120	150	155
Zat Besi	9	10	13	20
Seng	5	11	14	13
Iodium	120	120	120	120
Selenium	20	50	20	20

Sumber : Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2013

2. Kebutuhan Gizi Seimbang pada Orang Dewasa

Kebutuhan energi pada orang dewasa kurang lebih 1.700-2.250 kalori. Untuk mencegah terjadinya penyakit gangguan metabolisme, maka perlu adanya penyeimbangan masukan energi sesuai dengan kebutuhan tubuh, agar tidak terjadi penimbunan energi dalam bentuk cadangan lemak dalam tubuh. Kebutuhan energi ada penurunan 5 % setiap tahun.

a. Zat Gizi Mikro pada Orang Dewasa

1) Karbohidrat

Kebutuhan karbohidrat sebagai sumber energi utama pada usia dewasa kurang lebih 46% dari total masukan energi.

Karbohidrat mempunyai manfaat untuk menjaga kesehatan tubuh, mempercepat waktu pemulihan tubuh, menjaga kondisi tubuh agar tetap prima dalam melakukan aktivitas, sebagai performa serta kapasitas ketahanan tubuh yang baik. Selain untuk memenuhi kebutuhan energi tubuh, konsumsi nutrisi yang baik adalah memenuhi total kebutuhan energi (kalori) melalui konsumsi makro nutrisi dengan proporsi 60-70% melalui konsumsi karbohidrat, dan karbohidrat yang harus dipenuhi sebesar 5-7 kg per berat badan.

2) Protein

Kebutuhan protein pada usia dewasa adalah 50-60 gram per hari atau berkisar 11% dari total masukan energi. Bahan makanan sebagai sumber protein kualitas tinggi adalah ikan dan seafood, unggas, daging sapi, daging domba, daging babi, hati, dan telur. Sumber lain adalah semua jenis kacang-kacangan dan sereal, susu dan produk olahannya seperti keju dan yogurt yang juga kaya protein.

3) Lemak

Kebutuhan lemak pada orang dewasa tidak boleh melebihi 630 kkal atau sekitar 30% dari total kalori. Lemak mengandung asam lemak bebas, baik yang jenuh maupun yang tidak jenuh, tergantung pada struktur kimianya. Makanan yang mengandung lemak tidak jenuh antara lain: daging merah, hasil peternakan yang banyak mengandung lemak serta telur dan banyak juga ditemukan pada makanan olahan kalengan. Konsumsi lemak harus diimbangi dengan makanan yang mengandung serat, karena serat mengikat kolesterol dan menyingkirkannya dari darah.

b. Zat Gizi Makro pada Orang Dewasa

1) Vitamin

Vitamin & mineral berfungsi untuk membuat tubuh bekerja dengan baik. Sebenarnya vitamin & mineral sudah terdapat di

dalam bahan makanan sehari-hari. Tetapi terkadang karena gaya hidup, diet, atau pun hal lain yang menyebabkan kita tidak seimbang dalam mengkonsumsi makanan membuat kebutuhan vitamin & mineral yang dibutuhkan tubuh menjadi tidak terpenuhi.

Jenis vitamin yang dibutuhkan untuk orang dewasa yaitu:

a) Vitamin A

Berfungsi mencegah masalah kesehatan mata, meningkatkan sistem imun, juga berperan penting dalam pertumbuhan & perkembangan sel serta menjaga kesehatan kulit. Sumber banyak terdapat di sayuran & buah yang berwarna orange seperti wortel, ubi, labu, apricot, peach, jeruk, pepaya & mangga. Terdapat juga didalam susu, telur & hati. Untuk makanan biasanya terdapat dalam makanan yang sudah difortifikasi (ditambahkan nilai gizinya).

b) Vitamin C

Dibutuhkan untuk pembentukan kolagen, yaitu jaringan tissue yang menahan sel. Juga penting untuk pertumbuhan tulang, gigi & gusi serta pembuluh darah. Vitamin C juga membantu penyerapan zat besi & kalsium, membantu dalam proses penyembuhan luka & meningkatkan fungsi otak. Sumber vitamin C dalam jumlah banyak dapat ditemukan di buah berry, kiwi, tomat, paprika hijau, brokoli, bayam, serta dalam jus buah jambu biji, anggur & jeruk.

c) Vitamin D

Diperlukan untuk memperkuat tulang karena vitamin D membantu penyerapan kalsium oleh tubuh. Sumber vitamin D merupakan vitamin yang unik karena dapat diproduksi sendiri oleh tubuh saat terkena sinar matahari. Sumber lain yang terdapat vitamin D adalah kuning telur, minyak ikan & susu yang sudah difortifikasi.

d) Vitamin E

Merupakan anti oksidan yang dapat melindungi sel dari kerusakan. Vitamin E juga penting untuk kesehatan sel darah merah. Sumber Vitamin E dapat ditemukan dalam berbagai makanan, seperti minyak nabati, kacang-kacangan, sayuran berdaun hijau, alpukat & gandum.

e) Vitamin B1

Biasa disebut juga dengan thiamin dibutuhkan tubuh untuk merubah karbohidrat menjadi energy, diperlukan juga oleh jantung, otot & sistem syaraf supaya dapat berfungsi dengan baik. Sumber Sumber vitamin B1 terdiri dari daging, ikan, kacang-kacangan, makanan yang terbuat dari kedelai & gandum. Vitamin B1 juga dapat ditemukan dalam makanan yang sudah di fortifikasi seperti roti, pasta & sereal.

f) Vitamin B2

Biasa disebut juga dengan riboflavin memiliki fungsi yang sama seperti vitamin B1, berfungsi untuk merubah karbohidrat menjadi energi. Selain itu vitamin B2 juga bermanfaat dalam proses pembentukan sel darah merah & kesehatan mata. Sumber terbaik untuk mendapatkan vitamin B2 adalah daging, telur, kacang polong & lentils, kacang-kacangan, produk olahan susu, sayuran berdaun hijau, brokoli, asparagus. Sumber lainnya adalah makanan yang sudah difortifikasi.

g) Vitamin B3

Untuk membantu mengubah makanan menjadi energi, menjaga kesehatan kulit & fungsi syaraf. Sumber terdapat dalam daging merah, unggas, ikan, kacang serta makanan yang sudah difortifikasi.

h) Vitamin B6

Untuk menjalankan fungsi normal otak & syaraf. Bermanfaat juga untuk memecah protein & pembuatan sel

darah merah. Sumber banyak terdapat pada kentang, pisang, buncis, kacang-kacangan & biji- bijian, daging merah, ikan, telur, bayam & makanan yang sudah difortifikasi.

i) Vitamin B9

Biasa disebut dengan asam folat berfungsi membantu proses pembentukan sel darah merah & DNA. Sumbernya sayuran, kacang-kacangan, sayuran berdaun hijau, asparagus, berbagai macam jenis jeruk & unggas. Sumber lain adalah makanan yang sudah difortifikasi seperti roti, mie & sereal.

j) Vitamin B12

Berperan dalam proses pembentukan sel darah merah & menjaga fungsi syaraf. Sumbernya pada ikan, daging merah, unggas, susu, keju & telur. Terdapat juga dalam makanan yang sudah difortifikasi.

k) Kalsium

Berperan dalam pembentukan tulang dan gigi, kontraksi dan relaksasi otot, fungsi syaraf, penggumpalan darah, menjaga tekanan darah dan fungsi kekebalan. Sumbernya seperti susu, ikan, dan kacang-kacangan.

l) Zat Besi

Berperan dalam pembentukan hemoglobin, pembentukan energi tubuh, pengaturan suhu tubuh, serta fungsi otak dan syaraf. Sumber Kekurangan zat besi: menyebabkan anemia, kurang tenaga/ lemah, menurunnya daya konsentrasi dan daya ingat, kekebalan menurun dan kurang mampu mengatur suhu tubuh. Sumbernya sayuran hijau, kacang-kacangan, dan hasil olahannya.

m) Serat

Berperan mampu menyerap air sehingga membantu gerakan usus, dengan demikian dapat mencegah sembelit, mengikat kolesterol, mencegah kanker usus. Sumber yaitu

bahan makanan nabati seperti sayuran, buah, dan kacang-kacangan.

n) Air

Asupan air lebih diperhatikan karena sering merasa tidak haus, harus dipantau melalui ekresi urin. Sumbernya jus buah dan air minum.

E. Penyakit yang Berhubungan dengan Gizi dan Makanan

1. Kwashiorkor

Kwashiorkor terjadi karena tidak cukupnya asupan protein dalam makanan yang masuk ke dalam tubuh. Protein diperlukan untuk memperbaiki sel, membuat sel baru, serta penting untuk pertumbuhan selama masa kanak-kanak dan kehamilan. Penyakit malnutrisi ini paling umum menimpa anak-anak dan banyak terjadi di negara-negara berkembang.

Gejala-gejala penyakit kwashiorkor antara lain merasa kelelahan, warna kulit dan rambut berubah menjadi oranye kemerahan, kuning, atau bahkan putih, sistem kekebalan tubuh rusak, hilangnya massa otot, pembengkakan di bawah kulit (edema), mudah marah, susah menambah berat badan dan tinggi badan, perut buncit, kulit mengalami ruam, hingga syok. Kwashiorkor dapat dicegah dan ditangani dengan mengonsumsi makanan yang mengandung protein, seperti daging, susu, keju, ikan, telur, kedelai, kacang-kacangan, dan biji-bijian.

2. Marasmus

Marasmus disebabkan oleh kekurangan hampir semua nutrisi dan asupan kalori, terutama kalori dari protein dan karbohidrat. Marasmus dapat menimpa anak-anak dan orang dewasa, serta menyebabkan kematian jika tidak diobati. Ciri-ciri seseorang terkena marasmus antara lain tubuh kurus kering hanya tinggal kulit dan tulang yang menonjol (tulang iga dan bahu menonjol, kulit lengan atas, paha, dan bokong kendur), wajah seperti

orang yang sudah tua. Marasmus dan kwashiorkor merupakan jenis dari malnutrisi energi-protein.

3. Beri-beri

Beri-beri terjadi karena tubuh kekurangan vitamin B1 (*thiamine*). Vitamin B1 terlibat dalam fungsi sistem saraf dan otot, aliran elektrolit menuju ke dalam dan keluar dari sel-sel saraf dan otot, pencernaan, dan metabolisme karbohidrat. Ada dua jenis beri-beri, yaitu beri-beri basah dan beri-beri kering.

Ciri dari beri-beri basah di antaranya adalah bangun tidur di malam hari dengan sesak napas, denyut jantung meningkat, sesak napas saat beraktivitas, dan kaki bagian bawah bengkak. Beri-beri basah dapat memengaruhi sistem kardiovaskular (jantung dan pembuluh darah). Sedangkan beri-beri kering memengaruhi sistem saraf. Tanda-tandanya adalah susah berjalan, kaki dan tangan mati rasa atau kesemutan, fungsi otot kaki bagian bawah menurun, nyeri, kesulitan bicara, muntah, dan nistagmus.

Untuk mencegah beri-beri, konsumsi makanan kaya vitamin B1, seperti susu, biji-bijian, gandum, jeruk, daging sapi, ragi, kacang-kacangan, beras, dan sereal dari biji-bijian utuh.

4. Skorbut (Scurvy)

Skorbut adalah penyakit malnutrisi akibat tubuh kekurangan vitamin C (asam askorbat). Vitamin C penting bagi tubuh untuk membuat kolagen (sejenis protein yang ditemukan dalam jaringan kulit, otot, pembuluh darah, tulang dan tulang rawan).

Ciri-ciri penyakit scurvy adalah nyeri otot dan sendi, kelelahan, munculnya titik-titik merah di kulit, perdarahan dan pembengkakan pada gusi, hilangnya nafsu makan, berat badan turun, diare, mual, dan demam. Vitamin C bisa didapat dari sayuran dan buah-buahan, seperti kentang, brokoli, tomat, kiwi, stroberi, lemon, jeruk, limau, kubis, paprika, nanas, pepaya, mangga, blewah, kembang kol, bayam, dan sayuran hijau lainnya.

5. Anemia

Anemia adalah kondisi akibat kekurangan zat besi. Zat besi digunakan untuk memproduksi sel darah merah, yang membantu menyimpan dan membawa oksigen dalam darah ke jaringan tubuh. Jika sel darah merah sedikit, organ dan jaringan tidak akan mendapatkan oksigen yang cukup.

Gejala anemia akibat defisiensi besi meliputi tubuh lemah dan lesu, merasa sangat letih, kesemutan di kaki, kurangnya nafsu makan, detak jantung cepat, kuku rapuh, nyeri dan radang lidah (glositis), tangan dan kaki dingin, pusing atau sakit kepala, infeksi, sakit dada, sesak napas, insomnia dan kulit pucat.

Anemia dapat diatasi dengan mengonsumsi suplemen zat besi atau makanan yang kaya akan zat besi, seperti kismis, telur, daging, ikan, tahu, kacang-kacangan, biji-bijian, beras merah, *seafood*, dan sayuran berdaun hijau tua.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2006. Knowledge Antomi. Progam animasi anatomi.
- Anonim, 2013. *Alat indera pada manusia 9.1*.
http://www.crayonpedia.org/mw/Alat_Indra_Pada_Manusia_9.1, (online), diakses tanggal 04 Juni 2010.
- Anonim, 2013. *Bagian-bagian mata*.
<http://articles.myhardisk.com/2009/08/bagian-bagian-mata.html>, (online), diakses tanggal 23 Agustus 2013.
- Anonim, 2013. *Biologi kelas 2 indera penglihat*.
<http://kambing.ui.ac.id/bebas/v12/sponsor/Sponsor-Pendamping/Praweda/Biologi/0087%20Bio%202-10a.htm>, (online), diakses tanggal 23 Agustus 2013.
- Anonim, 2013. *Kelainan dan penyakit pada kulit*.
<http://mengerjakantugas.blogspot.com/2009/08/kelainan-dan-penyakit-pada-kulit.html>, (online) diakses tanggal 23 Agustus 2013.
- Anonim, 2013. *Kelainan pada telinga luar*.
http://medicastore.com/penyakit/360/Kelainan_Pada_Telinga_Luar.html, (online), diakses tanggal 23 Agustus 2013..
- Anonim, 2013. *Penyakit-penyakit pada lidah*. <http://www.untukku.com/artikel-untukku/penyakit-penyakit-pada-lidah-untukku.html>, (online), diakses tanggal 23 Agustus 2013.
- Campbell. 2012. BIOLOGI. Jilid 3. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Campbell NA, Reece JB, and Mitchel LG. 2004. Biologi. Alih Bahasa : Wasmen Manalu. Jakarta : Erlangga.
- Chozim, A., Qurbaniah, M., & Hairida. (2018). Analisis Miskonsepsi Pada Materi Larutan Penyangga Siswa Kelas XI IPA MA Swasta Darul Ulum Kubu Raya, 6(4 (62)), 27–34.

- Fernandez, Gregory James. 2018. *Sistem pernafasan*. [Online]. Tersedia :
https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_penelitian_1_dir/1267ef1a6941f10cd436af892efd71b1.pdf. Diakses pada : 9 Desember 2020.
- Guyton AC. 1994. *Fisiologi Tubuh Manusia*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Hernawati. “Tanpa Tahun”. *Sistem Pernapasan Manusia Pada Kondisi Latihan Dan Perbedaan Ketinggian*. [Online]. Tersedia :
http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR. PEND. BIOLOGI/197003311997022-HERNAWATI/FILE_14.pdf. Diakses pada : 9 Desember 2020.
- <http://edhay76.blogspot.com/2015/01/makalah-struktur-tubuh-pada-manusia.html>
- <http://niasari19.blogspot.com/2017/12/makalah-sistem-endokrin-pada-manusia.html>
- <http://putrybulan17.blogspot.com/2013/05/makalah-rangka-manusia.html>
- <https://dosenbiologi.com/manusia/sistem-rangka-manusia>
- <https://nurmalasaridewi-72.medium.com/larutan-penyangga-atau-buffer-1aa988b53796>
- <https://rumusbilangan.com/sistem-endokrin/>
- https://www.academia.edu/35350273/Makalah_sistem_rangka
- <https://www.dictio.id/t/bagaimana-anatomi-sistem-endokrin-pada-manusia/16999>
- <https://www.gurupendidikan.co.id/pengertian-larutan-buffer/>
- <https://www.scribd.com/doc/210844676/Makalah-Struktur-Tubuh-Manusia>
- Nurchahyo, 2013. *Kelainan telinga, hidung, tenggorokan*.
<http://www.indonesiaindonesia.com/f/12853-kelainan-telinga-hidung-tenggorokan/>, (online), diakses tanggal 23 Agustus 2013..
- Octaviani, Adisty. “Tanpa Tahun”. *BAB II Tinjauan Pustaka*. [Online]. Tersedia :
http://eprints.undip.ac.id/46168/3/Adisty_Octaviyani_22010111140171_Lap.KT1_Bab2.pdf. Diakses pada : 9 Desember 2020.

- Putra, Kadek Agus Heryana, Dkk. 2016. *Fisiologi Ventilasi dan Pertukaran Gas*. [Online]. Tersedia :
https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_penelitian_1_dir/e8f8ecb514f99bf18b3ca98d18561035.pdf. Diakses pada : 9 Desember 2020.
- Qiyah, Ain Atta. “Tanpa Tahun”. *BAB II Tinjauan Pustaka*. [Online]. Tersedia :
<http://perpus.fikumj.ac.id/index.php?p=fstream-pdf&fid=9998&bid=4441>.
Diakses pada : 9 Desember 2020.
- Rizqyah Utami, E., & Suyono, D. (2012). THE EFFECT of GIVING KOMBUCHA TEA on STABILITY of BLOOD SERUM pH of *Rattus norvegicus*. *UNESA Journal of Chemistry*, 1(2), 26–30
- Tenzer, Amy. 2003. *Petunjuk Praktikum Struktur Hewan II*. Malang. Jurusan Biologi UM.