

BUKU AJAR ANATOMI FISILOGI

Ns. Rutmauli Hutagaol, S.Kep., M.Kep
Ns. R Ade Sukarna, M.Kep.Sp.Kep.MB
Novia Susanti, S.Kep.,Ns.M.Tr.Kep
apt. Ridha Elvina., M.Farm
Dr. Rita Benya Adriani, S.Kp, M.Kes
Septy Nur Aini, S.Kep., Ns., M.Kep
Ns. Rusdi, S.Kep., M.Kep
Dr. Padoli SKp.M.Kes
Ns.Marlon Sijabat, M. Kep., Sp. Kep. MB
Meggy Wulandari Kai, S.Tr. Kep., M.Tr.Kep
Sisri Novrita
Ns. Ni Made Sri Muryani, M.Kep
Fathiya Luthfil Yumni, S.Kep., Ns., M.Kep
Siti Fatimah, SST., M.Bmd
Riri Safitri, S.Si., M.Si
Miskiyah SKM,. M.Bmd
Rika Hairunisyah,S.Si.T.M.Bmd
Ns. Lalu Rodi Sanjaya, S.Kep.,M.Kep

BUKU AJAR
ANATOMI FISILOGI

Penulis

Ns. Rutmauli Hutagaol, S.Kep., M.Kep
Ns. R Ade Sukarna, M.Kep.Sp.Kep.MB
Novia Susanti, S.Kep.,Ns.M.Tr.Kep
Ns.Marlon Sijabat, M. Kep., Sp. Kep. MB
Dr. Rita Benya Adriani, S.Kp, M.Kes
Septy Nur Aini, S.Kep., Ns., M.Kep
Ns. Rusdi, S.Kep., M.Kep
apt. Ridha Elvina., M.Farm
Dr. Padoli SKp.M.Kes
Meggy Wulandari Kai, S.Tr.Kep.,M.Tr.Kep
Sisri Novrita
Ns. Ni Made Sri Muryani, M.Kep
Fathiya Luthfil Yumni, S.Kep., Ns., M.Kep
Siti Fatimah, SST, M.Bmd
Riri Safitri, S.Si., M.Si
Miskiyah SKM, M.Bmd
Rika Hairunisyah, S.Si.T.M.Bmd
Ns. Lalu Rodi Sanjaya, S.Kep., M.Kep

Tata Letak

Ulfa

Desain Sampul

Faizin

20 x 29 cm, viii + 214 hlm.
Cetakan I, November 2022

ISBN:

Diterbitkan oleh:

ZAHIR PUBLISHING

Kadisoka RT. 05 RW. 02, Purwomartani,
Kalasan, Sleman, Yogyakarta 55571
e-mail : zahirpublishing@gmail.com

Anggota IKAPI D.I. Yogyakarta
No. 132/DIY/2020

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.

Dilarang mengutip atau memperbanyak
sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari penerbit.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	v
BAB I	
ANATOMI FISILOGI MANUSIA DAN RUANG LINGKUPNYA	1
A. Tujuan Pembelajaran	1
B. Materi	1
C. Rangkuman	11
D. Tugas	12
E. Referensi	13
F. Glosarium	13
BAB II	
KONSEP KONSEP ANATOMI FISILOGI MANUSIA	15
A. Tujuan Pembelajaran	15
B. Materi	15
C. Rangkuman	22
D. Tugas	23
E. Referensi	23
BAB III	
SISTEM INTEGUMENT	25
A. Tujuan Pembelajaran	25
B. Penjelasan Materi	25
C. Rangkuman	32
D. Tugas	32
E. Referensi	33
F. Glosarium	33
BAB IV	
JARINGAN OTOT MANUSIA	35
A. Tujuan Pembelajaran	35
B. Materi	35
C. Rangkuman	41
D. Tugas	42
E. Referensi	42
BAB V	
SISTEM SARAF	43
A. Tujuan Pembelajaran	43
B. Materi	43
C. Rangkuman	56
D. Tugas	56
E. Referensi	57
F. Glosarium	57

BAB VI	
SISTEM SARAF OTONOM.....	61
A. Tujuan Pembelajaran	61
B. Materi	61
C. Rangkuman	65
D. Tugas.....	66
E. Daftar Pustaka	66
BAB VII	
JARINGAN DAN STRUKTUR TULANG	67
A. Tujuan Pembelajaran	67
B. Penjelasan Materi	67
C. Rangkuman	70
D. Tugas.....	71
E. Referensi.....	71
F. Glosarium	71
BAB VIII	
SISTEM SIRKULASI (JANTUNG) DAN PEMBULUH DARAH.....	73
A. Tujuan Pembelajaran	73
B. Penjelasan Materi	73
C. Rangkuman.....	78
D. Tugas.....	78
E. Referensi.....	79
F. Glosarium	79
BAB IX	
SISTEM RESPIRASI	81
A. Tujuan Pembelajaran	81
B. Materi	81
C. Rangkuman.....	90
D. Tugas.....	90
E. Referensi.....	92
F. Glosarium.....	93
BAB X	
SISTEM PENCERNAAN	95
A. Tujuan Pembelajaran	95
B. Materi	95
C. Rangkuman.....	107
D. Tugas.....	107
E. Referensi.....	108
F. Glosarium	109
BAB XI	
SISTEM EKSRESI (GINJAL).....	111
A. Tujuan Pembelajaran	111
B. Materi.....	111

C. Rangkuman.....	123
D. Tugas.....	124
E. Referensi.....	126
F. Glosarium.....	126
BAB XII	
ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM REPRODUKSI	129
A. Tujuan Pembelajaran	129
B. Materi	129
C. Rangkuman.....	138
D. Tugas.....	139
E. Referensi.....	140
F. Glosarium.....	140
BAB XIII	
SISTEM ANDROGEN	141
A. Tujuan Pembelajaran	141
B. Materi	141
C. Referensi.....	146
BAB XIV	
KONSEP DASAR IMUNOLOGI DAN DASAR-DASAR MIKROBIOLOGI	149
A. Tujuan Pembelajaran	149
B. Materi	150
C. Rangkuman.....	154
D. Tugas	155
E. Daftar Pustaka.....	155
F. Glosarium.....	156
BAB XV	
SISTEM LIMFATIK.....	159
A. Tujuan Pembelajaran	159
B. Materi	159
C. Rangkuman.....	165
D. Tugas.....	166
E. Referensi.....	166
F. Glosarium	166
BAB XVI	
METABOLISME TUBUH.....	169
A. Tujuan Pembelajaran	169
B. Materi	169
C. Rangkuman.....	189
D. Tugas.....	190
E. Daftar Pustaka.....	190
F. Glosarium.....	191
G. Riwayat Hidup.....	192

BAB XVII	
ANATOMI SISTEM PANCA INDERA	193
A. Tujuan Pembelajaran	193
B. Materi	194
C. Tugas.....	202
D. Rangkuman	202
E. Glosarium.....	203
F. Daftar Pustaka.....	204
XVIII	
SISTEM ENDOKRIN.....	207
A. Tujuan Pembelajaran	207
B. Materi	207
C. Rangkuman	213
D. Tugas.....	214
E. Referensi.....	214

BAB I

ANATOMI FISILOGI MANUSIA DAN RUANG LINGKUPNYA

Ns. Rutmauli Hutagaol, S.Kep., M.Kep.

A. Tujuan Pembelajaran

Selamat bertemu di Bab I tentang konsep dasar anatomi fisiologi tubuh manusia dan ruang lingkungannya. Pada bab ini Saudara akan belajar tentang konsep dasar anatomi fisiologi tubuh manusia sebagai elemen konsep dasar mata kuliah anatomi fisiologi. Setelah anda mempelajari materi pada bab ini, anda diharapkan mampu:

1. Menjelaskan Definisi anatomi dan fisiologi manusia.
2. Menjelaskan konsep anatomi fisiologi manusia.
3. Menggunakan teori anatomi fisiologi manusia pada pemberian pelayanan Kesehatan.

B. Materi

1. Anatomi dan Fisiologi Manusia

a. Pengertian Anatomi dan Fisiologi Manusia

Saudara mahasiswa yang saya banggakan, pada Topik 1 ini kita akan membahas tentang konsep dasar anatomi dan fisiologi tubuh manusia. Fokus bahasan tentang konsep dasar ilmu anatomi dan fisiologi menjadi dasar yang penting dalam pembahasan anatomi dan fisiologi secara utuh. Saudara mahasiswa, mari kita mempelajari pengertian anatomi dan fisiologi. Kata anatomy berasal dari bahasa Yunani (Greek) yang secara makna harfiah diartikan sebagai "membuka suatu potongan". Sedangkan kata physiology juga berasal dari bahasa Yunani (Greek) yaitu ilmu yang mempelajari bagaimana suatu organisme melakukan fungsi utamanya. Fisiologi secara makna kata dari Bahasa Latin, berasal dari kata Fisis (Physis) adalah alam atau cara kerja dan Logos (Logi) adalah Ilmu pengetahuan.

Anatomi dan fisiologi manusia merupakan dua cabang ilmu yang menjadi dasar yang penting untuk memahami bagian tubuh dan fungsinya. Anatomi adalah ilmu yang mempelajari tentang struktur atau morfologi tubuh dan hubungan diantara mereka. Fisiologi adalah ilmu yang mempelajari fungsi bagian-bagian tubuh, apa yang mereka lakukan dan bagaimana mereka melakukannya. Struktur dan fungsi tubuh memiliki hubungan yang sangat erat sehingga sulit dipisahkan maka kedua ilmu ini akan dipelajari secara bersama. Sebagai contoh, ketika kita mempelajari struktur integument maka kita akan mempelajari fungsi integument juga.

b. Klasifikasi Anatomi Dan Fisiologi

Anatomi terbagi menjadi 2 klasifikasi yaitu anatomi mikroskopik dan anatomi makroskopik. Anatomi mikroskopik yaitu mempelajari tentang suatu struktur yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang sehingga pemeriksaan dilakukan melalui Pemeriksaan sitology dan histology. Sitology mempelajari tentang suatu sel secara individual sedangkan histologi mempelajari suatu jaringan. Anatomi makroskopik mempelajari suatu struktur yang besar yang bisa dilihat dengan mata telanjang. Sebagai contoh anatomi permukaan,

anatomi regional, anatomi sistemik yang mempelajari organ secara sistem misalnya sistem pencernaan, sistem reproduksi, sistem pernafasan.

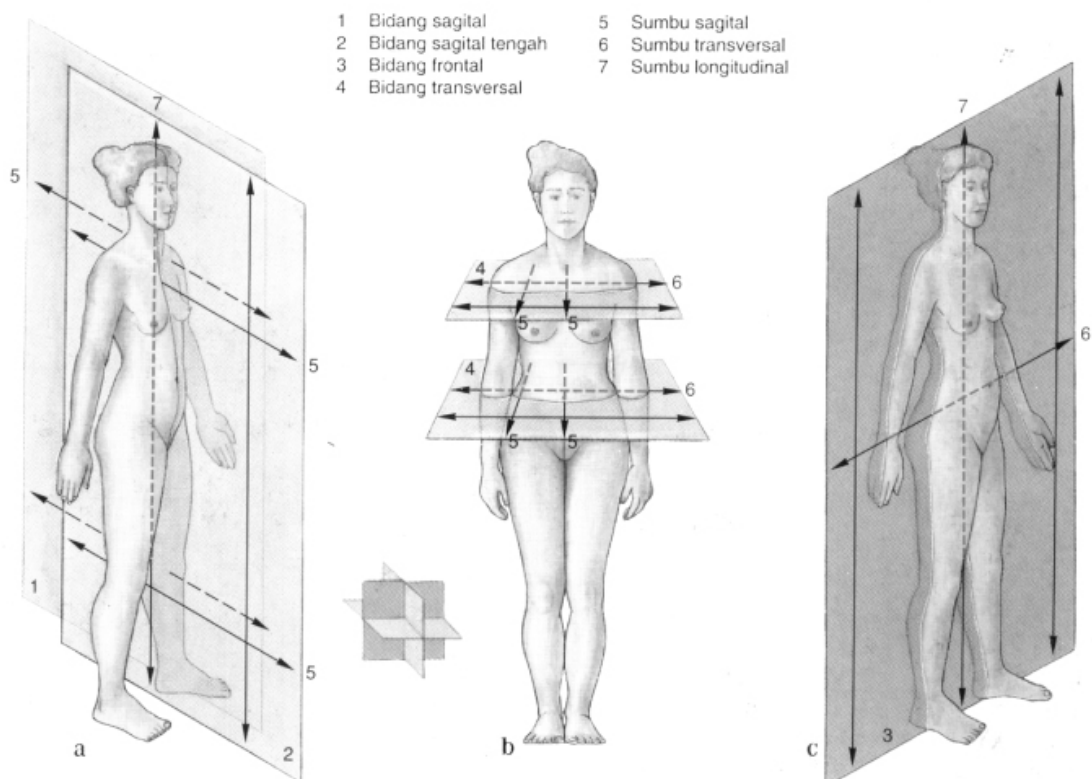
Fisiologi manusia adalah ilmu yang mempelajari tentang faal (fungsi) dari tubuh manusia. Spesifikasi fisiologi dari anatomi terdiri dari fisiologi sel (mempelajari sel dan bagian-bagiannya), fisiologi spesifik (mempelajari suatu organ), fisiologi sistemik (mempelajari fungsi organ secara sistemik), dan fisiologi patologikal (mempelajari efek penyakit terhadap organ).

2. Istilah Dan Posisi Anatomi

Berikut adalah istilah dan posisi anatomi yang ditetapkan melalui garis-garis dan bidang khayal (imajiner) untuk memudahkan dalam mendeskripsikan anatomi:

- Garis tengah atau sagital merupakan garis imajiner yang melintas secara vertical menembus garis tengah tubuh dari bagian atas kepala sampai ke bawah, diantara kaki yang membagi sisi menjadi dua, kanan dan kiri.
- Pembelahan horizontal membagi tubuh menjadi bagian superior dan inferior.
- Pembelahan sagital membagi tubuh menjadi bagian kanan dan kiri sejajar dengan garis tengah.
- Pembelahan koronal membagi tubuh menjadi bagian anterior dan posterior.

Untuk memudahkan pemahaman anda, berikut disajikan dalam gambar mengenai gambaran posisi anatomi sehingga bisa dicermati.



Gambar 1 a-c Bidang dan sumbu tubuh manusia

a Bidang sagital, sumbu sagital dan longitudinal

b Bidang transversal (= bidang horisontal), sumbu transversal dan sagital

c Bidang frontal (= bidang koronal), sumbu longitudinal dan transversal

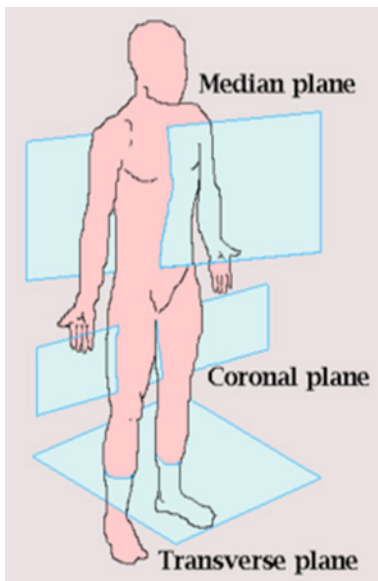
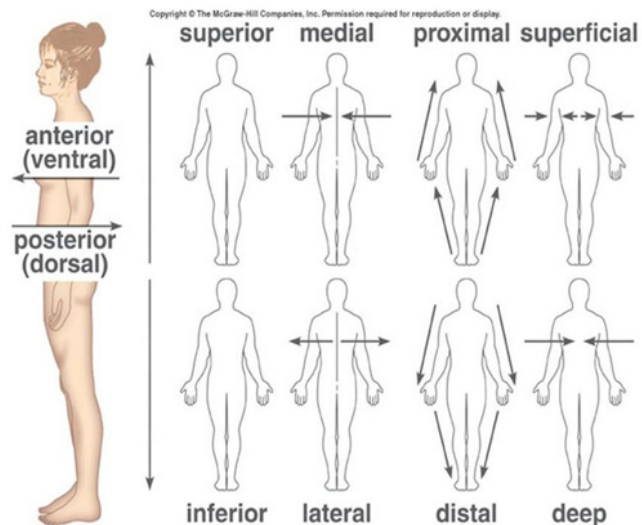


Fig. 1.2

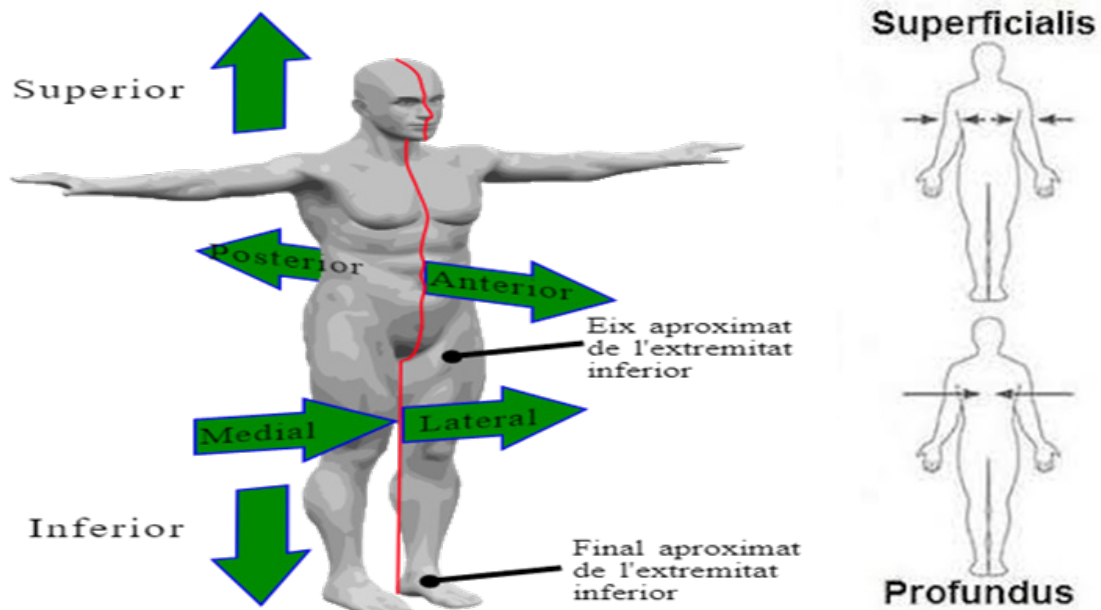


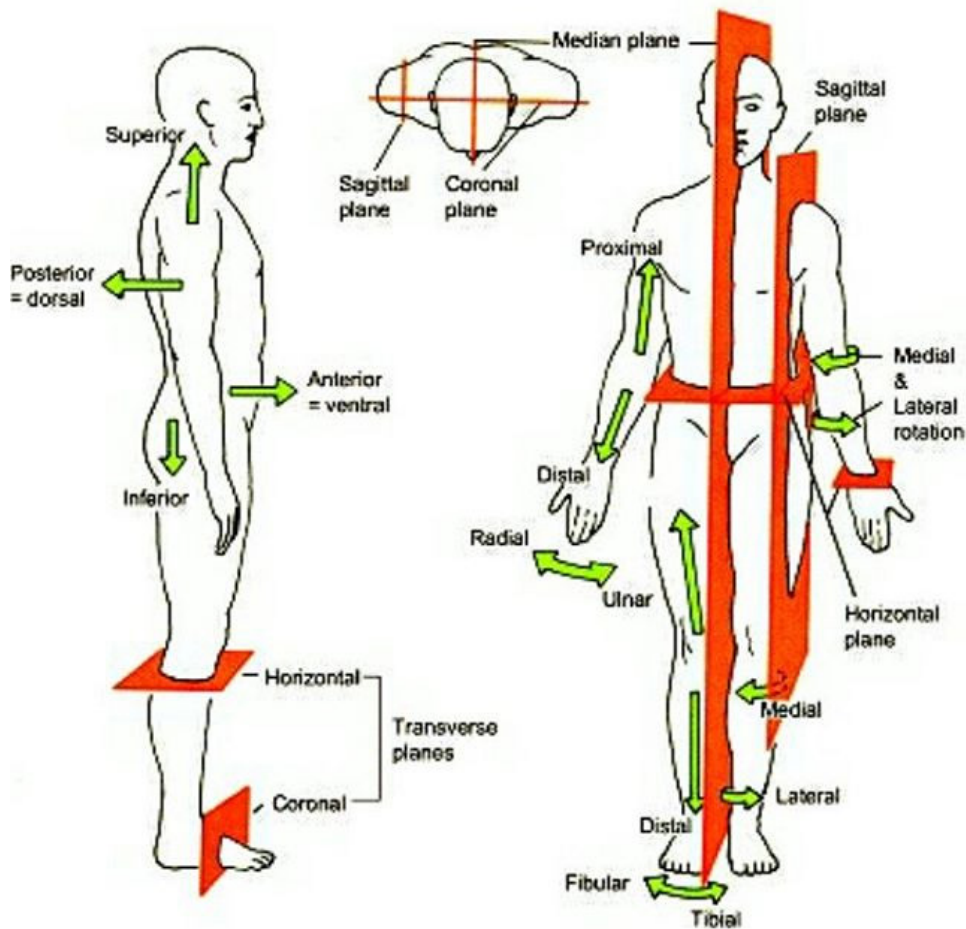
Sumber: : https://www.google.com/search?q=gambar+posisi+anatomi&rlz=1C1ONGR_enID932ID932&xsrf=ALiCzsYDCMb3YNIISqJA2UoCd-tysGWf6QA:1663638325205&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiZiKLbn6L6AhVzG7cAHdYZDVvsQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=657&dpr=1#imgsrc=g9rbYSrQaV8aNm

Istilah anatomi berdasarkan posisi anatomi berkaitan dengan garis arah dan bidang imajiner, yaitu:

- Anterior yaitu lebih dekat ke depan. Sebagai contoh lambung terletak anterior terhadap limpa.
- Medial yaitu bagian tengah atau lebih dekat ke bidang media. Sebagai contoh, jari manis terletak medial terhadap jari jempol.
- Superior yaitu bagian atas. Sebagai contoh, mulut terletak superior terhadap dagu.
- Dextra yaitu bagian kanan.
- Ventral yaitu bagian depan ruang tulang belakang.
- Interna yaitu bagian dalam
- Proximal yaitu lebih dekat dengan pangkal tubuh atau pangkal atau mendekati batang tubuh. Sebagai contoh, siku terletak proximal terhadap telapak tangan.
- Parietal yaitu lebih lapisan luar.
- Superfisial yaitu dangkal atau lebih dekat ke/ di permukaan. Sebagai contoh, otot kaki terletak superfisial dari tulangnya.
- Horizontal yaitu bidang datar.
- Transversal yaitu potongan melintang.
- Posterior yaitu lebih dekat ke belakang. Sebagai contoh, jantung terletak posterior terhadap tulang rusuk.
- Lateral yaitu bagian samping, menjauhi bidang median. Sebagai contoh, telinga terletak lateral terhadap mata.
- Inferior yaitu di bawah. Sebagai contoh, pusar terletak inferior terhadap payudara.
- Sinistra yaitu bagian kiri.
- Dorsal yaitu bagian belakang ruas tulang belakang.
- External yaitu bagian luar.

- Distal yaitu ujung atau menjauhi batang tubuh. Sebagai contoh, pergelangan tangan terletak distal terhadap siku.
- Perifer yaitu pinggir (tepi).
- Visceral yaitu lapisan dalam.
- Profunda yaitu bagian dalam atau lebih jauh dari permukaan. Sebagai contoh, tulang hasta dan pengumpil terletak lebih profunda dari otot lengan bawah.
- Vertical yaitu bidang tegak.
- Longitudinal yaitu potongan memanjang.
- Sentral yaitu bagian tengah.
- Asenden yaitu bagian naik.
- Desenden yaitu bagian turun.
- Cranial yaitu bagian kepala.
- Caudal yaitu bagian ekor.
- Palmar yaitu bagian ke arah palmaris manus (anggota gerak atas).
- Plantar yaitu ke arah plantar pedis (anggota gerak bawah).
- Ulnar yaitu ke arah ulna (tulang hasta).
- Radial yaitu ke arah radius (tulang pengumpil).
- Tibial yaitu ke arah tibia (tulang kering).
- Fibular yaitu ke arah fibula (tulang betis).





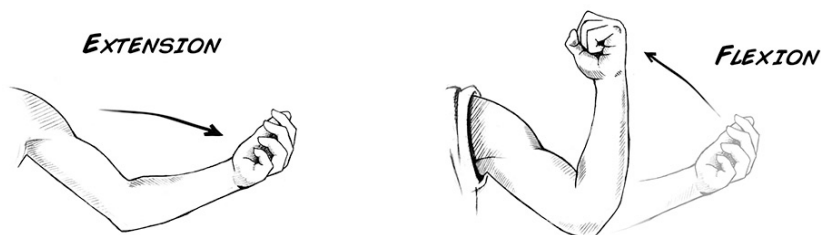
Sumber : https://www.google.com/search?q=gambar+posisi+anatomi&rlz=1C1ONGR_enID932ID932&sxsrf=ALiCzsYDCMb3YNISqJA2UoCd-tysGWf6QA:1663638325205&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiZiKlb n6L6AhVzG7cAHdYZDVsQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=657&dpr=1#imgrc=g9rbYSrQaV8aNm

3. Arah Gerakan

Berikut adalah beberapa arah gerakan tubuh manusia yang perlu mahasiswa ketahui:

a. Fleksi dan ekstensi

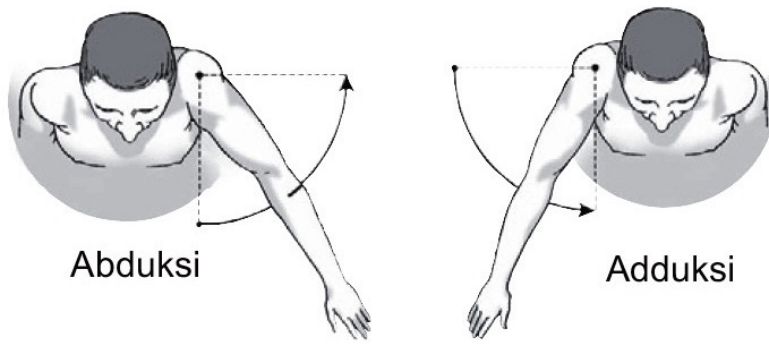
- Fleksio merupakan membengkokkan, melipat sendi atau gerakan menekuk
- Ekstensio merupakan gerakan meluruskan Kembali sendi. Sebagai contoh, gerakan ayunan lutut pada kegiatan gerak jalan.



Sumber: https://www.google.com/search?q=flexion+and+extension&rlz=1C1ONGR_enID932ID932&sxsrf=ALiCzsbVL-PLs-

b. Adduksio dan abduksio

- Adduksio merupakan gerakan mendekati badan.
- Abduksio merupakan gerakan menjauhi badan.



Sumber: <https://www.google.com/search?q=Adduksio+dan+abduksio&tbm=isch&ved=2ahUKEwim8Iapi6f6AhVEzqACHdWeB1MQ2->

c. Rotasio

- Rotasio merupakan gerakan memutar sendi.
- Sirkumduksio yaitu gerakan sirkuler atau pergerakan gabungan fleksi, ekstensi, aduksi dan adduksi. Sebagai contoh abduksi yaitu menjauhi tubuh.

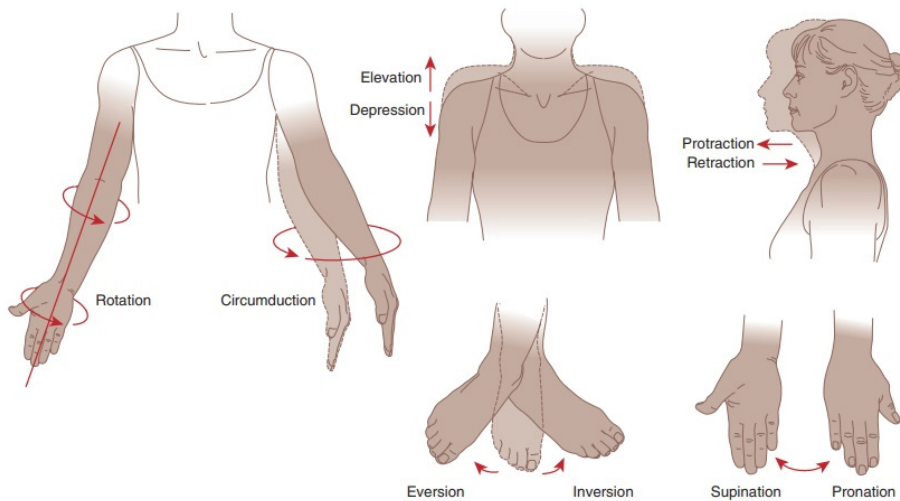
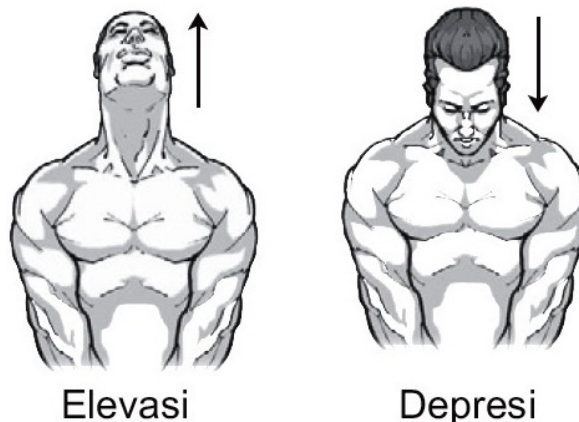


FIGURE 8-8 Joint movements.

Sumber: https://www.google.com/search?q=rotasi+dan+sirkumduksi&rlz=1C1ONGR_enID932ID932&sxsrf=ALiCzsZXAiERtiqXYM8p8srStobsp08HgA:1663804903875&source=l

d. Elevasi dan depresi

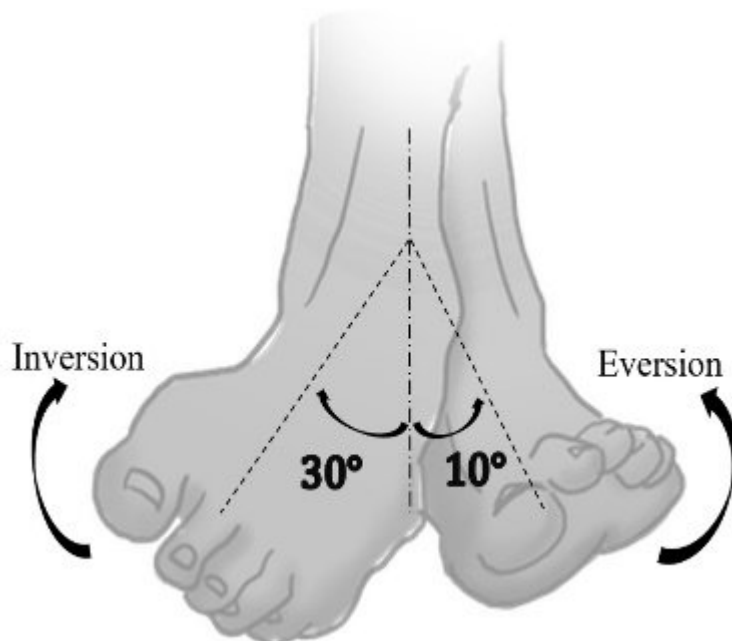
- Elevasi adalah gerakan mengangkat.
- Depresi adalah gerakan menurunkan.



e. Inversi dan eversi

- Inversi merupakan gerak memiringkan telapak kaki ke dalam tubuh.
- Eversi merupakan gerakan memiringkan telapak kaki ke luar.

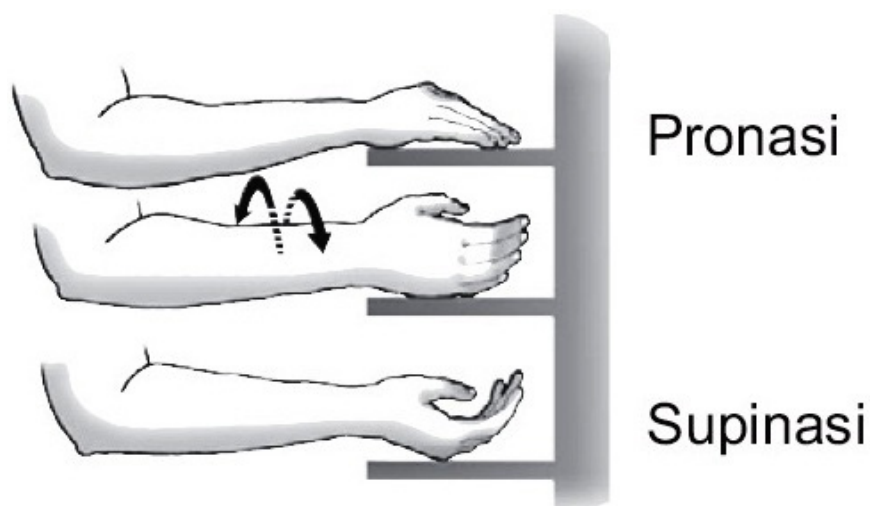
Istilah inversi dan eversi digunakan hanya untuk area pergelangan kaki.



Sumber: <https://www.google.com/search?q=inversion+and+eversion&tbm=isch&ved=2ahUKewi688SjjKf6AhUtKbcAHaGDCM8Q2->

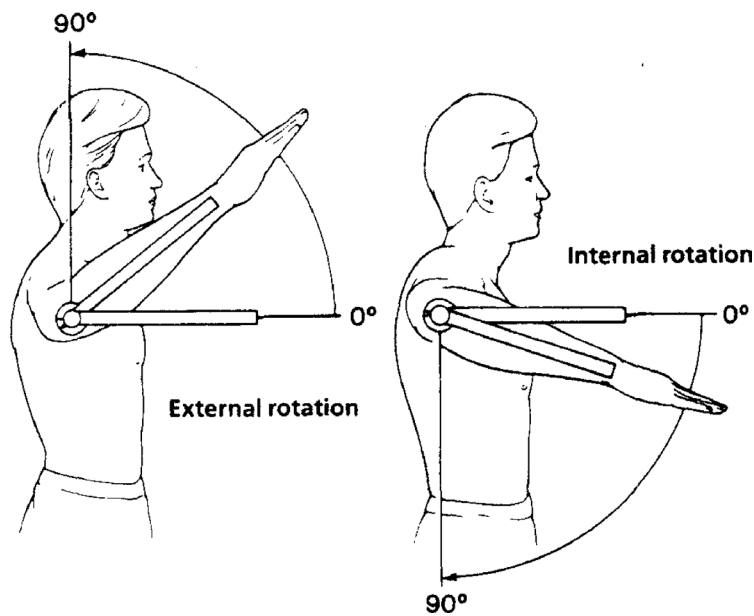
f. Supinasi dan pronasi

- Supinasi merupakan gerakan menengadahkan tangan.
- Pronasi adalah gerakan menelungkupkan. Istilah ini hanya dipergunakan untuk area pergelangan tangan saja.



g. Endorotasi dan eksorotasi

- Endorotasi adalah gerakan ke dalam pada sekeliling sumbu panjang tulang yang bersendi (rotasi).
- Eksorotasi adalah gerakan rotasi ke luar.



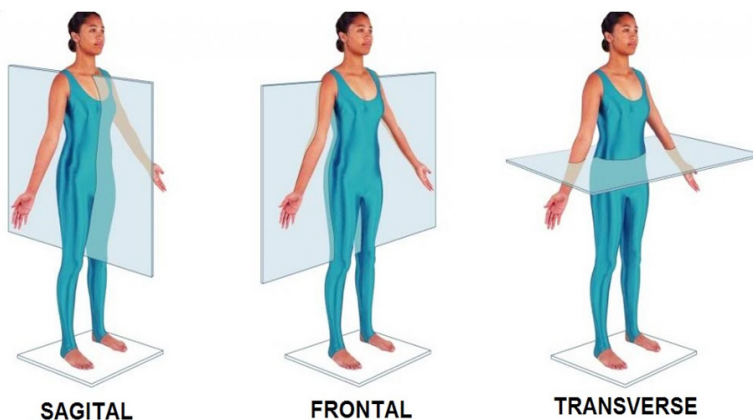
Sumber: <https://www.google.com/search?q=endorotation+and+exorotation&tbm=isch&ved=2ahUKEwixs6LpqKL6AhVCSnwKHTKAAyoQ2->

h. Sumbu/ aksis Gerakan

- Aksi sagitasi yaitu garis yang memotong bidang gerak sagital dengan bidang gerak transversal.
- Aksi transversal yaitu garis yang memotong bidang gerak frontal dengan bidang gerak transversal.
- Aksi longitudinal yaitu garis yang memotong bidang gerak median dan frontal dan berjalan dari atas ke bawah.

i. Bidang anatomi

- Bidang median yaitu bidang yang melalui aksis longitudinal dan akasis sagittal, dengan demikian dinamakan mediosagital.
- Bidang sagital atau bidang paramedian yaitu setiap bidang yang sejajar dengan bidang mediosagital.
- Bidang coronal atau frontal yaitu setiap bidang yang mengandung aksis transversal dan sejajar dengan dahi dan tegak lurus dengan bidang sagittal.
- Bidang transversal yaitu letaknya tegak lurus dengan bidang-bidang sagittal dan bidang coronal. Pada posisi berdiri posisi bidang horizontal.



4. Istilah Anatomi Atau Nomenklatur Anatomi Yang Lain

- a. Istilah anatomi yang menyatakan bagian tubuh yang menonjol
 - Processus: umumnya pada taju (tonjolan)
 - Spina yaitu taju yang tajam (seperti duri)
 - Tuberculum yaitu benjolan yang kecil
 - Crista yaitu gerigi, tepi
 - Pecten yaitu bagian pinggir yang menonjol
 - Condylus yaitu tonjoloan bulat diujung tulang
 - Epicondylus yaitu benjolan pada condyles
 - Cornu yaitu tanduk
 - Linea yaitu garis
- b. Istilah anatomi yang menyatakan bagian tubuh yang lengkung
 - Fossa yaitu nama umum
 - Fossula yaitu fossa yang kecil
 - Fovea yaitu fossa yang kecil
 - Foveola yaitu fovea yang kecil
 - Sulcus yaitu alur
 - Incisura yaitu takik
- c. Istilah anatomi yang menyatakan lobang, saluran dan ruangan
 - Foramen yaitu lubang
 - Fissure yaitu celah
 - Apertura yaitu pintu
 - Canalis yaitu saluran
 - Ductus yaitu pembuluh
 - Meatus yaitu liang
 - Cavum yaitu rongga
 - Cellula yaitu ruang kecil

5. Rongga-Rongga Dalam Tubuh Manusia

Terdapat beberapa rongga dalam struktur anatomi manusia, yaitu yang terdapat pada kepala dan pada badan.

- a. Rongga yang terdapat dalam kepala
 - Rongga tengkorak (cavum cranialis)
 - Rongga mata (cavum orbital)
 - Rongga hidung (cavum nasi)
 - Rongga mulut (cavum oris)
 - Rongga telinga tengah (cavum tympani)
- b. Rongga yang terdapat pada badan
 - Rongga dada (cavum thorax)

- Rongga perut (cavum abdomen)
- Rongga panggul (cavum pelvis)

6. Tingkatan Organisasi Dalam Tubuh Manusia

Bahasa dalam surat memiliki tingkatan yaitu kata, kalimat, paragraph, dan seterusnya. Begitu juga dengan tubuh juga memiliki tingkatan organisasi. Mulai dari yang paling kecil sampai yang paling besar. Berikut adalah 6 tingkatan organisasi dalam tubuh untuk membantu Memahami anatomi dan fisiologi: kimia, sel, jaringan, organ, sistem dan tingkat organisme.

a. Tingkat kimia

Tingkat kimia merupakan tingkatan yang paling dasar jika dibandingkan dengan alphabet pada surat, dan termasuk juga atom. Atom merupakan unit terkecil dari benda yang berpartisipasi di dalam reaksi kimia dan molekul. Atom-atom tertentu seperti carbon (C), hydrogen (H), oxygen (O), nitrogen (N), phosphorus (P), calcium (Ca), dan sulfur (S) merupakan penunjang hidup yang sangat penting.

- Tingkat seluler, merupakan interaksi dari molekul-molekul yang membentuk organelle tertentu yang akan membentuk sebuah sel. Tingkat seluler merupakan struktur dasar dan fungsi unit dari sebuah organisme.
- Tingkat jaringan, merupakan kumpulan dari sel-sel yang akan membentuk suatu jaringan. Sebagai contoh jaringan otot. Ada empat tipe dasar dari jaringan di dalam tubuh yaitu: jaringan epithelial, jaringan ikat, jaringan otot, dan jaringan saraf.
- Tingkat organ, merupakan kumpulan dari beberapa jaringan yang menyusun suatu organ. Organ merupakan struktur yang mengandung dua atau lebih jaringan yang berbeda yang memiliki fungsi yang spesifik dan biasanya memiliki bentuk yang bisa dikenali. Sebagai contoh, organ jantung.
- Tingkat sistem organ, merupakan interaksi dari satu organ dengan organ yang lainnya sehingga menyusun sistem organ. Sebuah sistem terdiri dari organ yang memiliki hubungan dan fungsi umumnya. Sebagai contoh sistem pencernaan yang menghancurkan dan menyerap makanan. Organ ini terdiri dari mulut, kelenjar ludah, pharing, esopagus, lambung, usus halus, usus besar, liver, kantung empedu, dan pancreas. Organ tertentu bisa Menjadi bagian dari sistem yang lain. Misalnya, pancreas merupakan bagian dari sistem pencernaan dan juga sistem endokrin yang menghasilkan hormone.
- Tingkat organisme, merupakan kesatuan seluruh sistem organ pada manusia yang akan mempertahankan kehidupan dan kesehatan. Tingkat organisme dapat dianalogikan seperti buku. Semua bagian dari tubuh manusia berfungsi secara bersama membentuk seluruh organisme.

7. Sistem Organ Dalam Tubuh Manusia

Mahasiswa sekalian, selanjutnya kita mengenal anatomi fisiologi tubuh manusia dalam bentuk sisten organ yang terdiri dari 12 sistem, yaitu:

- Sistem Integument
- Sistem skeletal
- Sistem muscular
- Sistem persyarafan
- Sisten endokrin

- f. Sistem kardiovaskular
- g. Sisten limfatik
- h. Sistem pernapasan
- i. Sistem pencernaan
- j. Sistem perkemihan
- k. Sistem reproduksi pria
- l. Sistem reproduksi Wanita

Selanjutnya semua sistem ini akan dibahas lebih dalam pada bab berikutnya.

8. Ciri-ciri Manusia Sebagai Makhluk Hidup

Manusia sebagai makhluk hidup memiliki sifat-sifat yang menjadi pembeda antara makhluk hidup dan benda mati. Berikut adalah ciri-ciri manusia sebagai makhluk hidup (Tortora J Gerard & Derrickson Bryan, 2011):

- a. *Metabolism* adalah jumlah total dari seluruh reaksi kimia yang terjadi pada makhluk hidup. Proses kimia tersebut terdiri dari dua yaitu 1) katabolisme yang merupakan pemecahan molekul kompleks menjadi zat yang lebih sederhana, 2) anabolisme yaitu pembentukan makromolekul kompleks dari zat yang lebih sederhana.
- b. *Responsiveness* adalah kemampuan tubuh untuk mengenali dan merespon perubahan. Sebagai contoh, Perubahan suhu tubuh menggambarkan sebuah perubahan lingkungan internal dalam tubuh dan memutar kepala ke arah sumber suara merupakan respon terhadap Perubahan lingkungan luar (di luar tubuh). Sel-sel yang berbeda di dalam tubuh merespon Perubahan lingkungan dengan karakteristiknya. Sel saraf merespon dengan menghasilkan signal listrik yang disebut impuls syaraf (potensial aksi). Sel otot merespon dengan berkontraksi dengan menghasilkan kekuatan untuk menggerakkan bagian-bagian tubuh.
- c. *Movement*, pergerakan termasuk gerakan seluruh tubuh, organ, sel dan bahkan struktur kecil di dalam sel. Sebagai contoh, aksi terkoordinasi otot kaki menggerakkan seluruh tubuh anda dari satu tempat ke tempat lain ketika anda berjalan atau berlari. Setelah makan makanan yang mengandung lemak, kantong empedu berkontraksi dan menyempitkan empedu ke dalam saluran pencernaan untuk membantu mencerna lemak.
- d. *Growth* merupakan pertambahan ukuran tubuh yang dihasilkan dari peningkatan ukuran sel atau pertambahan jumlah sel atau keduanya. Sebuah jaringan terkadang mengalami peningkatan ukuran karena bertambahnya material diantara pertumbuhan sel.
- e. *Differentiation* adalah proses ketika sel yang tidak khusus menjadi jenis sel yang lebih khusus. Sebagai contoh, sel darah merah dan beberapa tipe sel darah putih berasal dari sel precursor yang tidak khusus jenis yang sama di dalam sumsum tulang merah.
- f. *Reproduction* yaitu kemampuan makhluk hidup untuk berkembang atau melangsungkan keturunan. Reproduksi juga berkaitan dengan pembentukan sel baru dari pertumbuhan jaringan, perbaikan, atau perpindahan sel.

C. Rangkuman

Anatomi dan fisiologi manusia merupakan dua cabang ilmu yang menjadi dasar yang penting untuk memahami bagian tubuh dan fungsinya. Anatomi adalah ilmu yang mempelajari

tentang struktur atau morfologi tubuh dan hubungan diantara mereka. Fisiologi adalah ilmu yang mempelajari fungsi bagian-bagian tubuh, apa yang mereka lakukan dan bagaimana mereka melakukannya. Struktur dan fungsi tubuh memiliki hubungan yang sangat erat sehingga sulit dipisahkan maka kedua ilmu ini akan dipelajari secara bersama. Untuk memahami anatomi dan fisiologi perlu mengetahui istilah dan posisi anatomi yang ditetapkan melalui garis-garis dan bidang khayal (imajiner) sehingga memudahkan dalam mendeskripsikan anatomi.

D. Tugas

1. Ilmu yang mempelajari tentang struktur atau morfologi tubuh dan hubungan diantara mereka adalah definisi dari...
 - a. Patologi
 - b. Fisiologi
 - c. Terminology
 - d. Morfologi
 - e. Anatomi
2. Proksimal adalah istilah anatomi yang menggambarkan posisi organ tubuh ke arah...
 - a. Batang
 - b. Bawah
 - c. Sumbu
 - d. Menjauh dari batang
 - e. Dalam
3. Manakah yang bukan ciri-ciri manusia sebagai makhluk hidup...
 - a. Reproduction
 - b. Differentiation
 - c. Responsiveness
 - d. Metabolism
 - e. Bernafas
4. Tingkatan yang paling dasar dari tingkatan organisasi dalam tubuh manusia adalah...
 - a. Tingkat seluler
 - b. Tingkat jaringan
 - c. Tingkat organ
 - d. Tingkat kimia
 - e. Tingkat sistem
5. Garis yang memotong bidang gerak sagital dengan bidang gerak transversal pada aksis gerakan adalah...
 - a. Aksi longitudinal
 - b. Aksi transversal
 - c. Aksi sagitasi
 - d. Aksi horizontal
 - e. Aksi vertical

Kunci Jawaban:

1. E
2. A
3. E
4. D
5. C

E. Referensi

- Sunarto, Wisnu, N., & Ngestiningrum, A. H. (2019). *Anatomi dan Fisiologi 2019*. 276.
- Tortora J Gerard, & Derrickson Bryan. (2011). *Principles of Human Anatomy and Physiology* (12th ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Rizzo, D. C. (2016). *Fundamentals of Anatomy & Physiology* (3rd ed.). DELMAR CENGANGE Learning.

F. Glosarium

- Differentiation : proses ketika sel yang tidak khusus menjadi jenis sel yang lebih khusus
- Metabolism : Metabolisme
- Reproduction : kemampuan makhluk hidup untuk melangsungkan keturunan
- Responsiveness : kemampuan tubuh untuk mengenali dan merespon Perubahan

Biografi



Rutmauli Hutagaol, Lahir di Serdang Bedagai. Menempuh pendidikan dari D-III Keperawatan Medistra Lubuk Pakam (2005 s.d 2008), dan Pendidikan S1 Keperawatan di Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia (2011 s.d 2013) dan profesi Ners di Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia (2014 s.d 2015). Melanjutkan Pendidikan Magister Keperawatan di Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia (2017 s.d 2019). Pengalaman bekerja di Rumah Sakit sebagai perawat pelaksana di Rumah Sakit Gading Pluit Jakarta Utara (2009 s.d 2011) dan Rumah Sakit Medistra Jakarta (2015 s.d 2017). Pengalaman mengajar di Akademi Keperawatan Andalusia Jakarta (2020 s.d 2022) dan saat ini di Poltekkes Kemenkes Banjarmasin.

BAB II

KONSEP KONSEP ANATOMI FISILOGI MANUSIA

Ns. R Ade Sukarna, M.Kep.Sp.Kep.MB

A. Tujuan Pembelajaran

Tujuan Umum

Mampu memahami konsep konsep Anatomi Fisiologi Manusia

Tujuan Khusus

1. Mengetahui pengertian anatomi fisiologi
2. Mengetahui klasifikasi anatomi dan fisiologi
3. Mengetahui istilah dan posisi anatomi
4. Memahami sistem organ dalam tubuh manusia

B. Materi

1. Pengertian Anatomi Fisiologi

Kata Anatomy berasal dari bahasa Yunani (Greek) yang secara makna harfiah diartikan sebagai "membuka suatu potongan". Anatomi adalah suatu ilmu yang mempelajari bagian dalam (internal) dan luar (external) dari struktur tubuh manusia dan hubungan fisiknya dengan bagian tubuh yang lainnya, sebagai contohnya adalah mempelajari organ uterus dan posisinya dalam tubuh. Anatomi secara harfiah juga diterjemahkan pada Bahasa Latin, dari susunan kata "Ana" adalah bagian, memisahkan dan "Tomi" adalah irisan atau potongan. Sehingga anatomi dapat juga dimaknai sebagai ilmu yang mempelajari bentuk dan susunan tubuh baik secara keseluruhan maupun bagian-bagian serta hubungan alat tubuh yang satu dengan yang lain.

Kata physiology juga berasal dari bahasa Yunani (Greek) yaitu ilmu yang mempelajari bagaimana suatu organisme melakukan fungsi utamanya. Sebagai contoh yaitu seseorang yang ingin mempelajari fisiologi tentang bagaimana uterus bisa membesar saat kehamilan atau mengapa dinding uterus berkontraksi pada saat persalinan. Fisiologi secara makna kata dari Bahasa Latin, berasal dari kata Fisis (Physis) adalah alam atau cara kerja. Logos (Logi) adalah Ilmu pengetahuan. Maka fisiologi adalah Ilmu yang mempelajari faal atau pekerjaan atau fungsi dari tiap-tiap jaringan tubuh atau bagian dari alat-alat tubuh dan fungsinya. Anatomi fisiologi adalah dua hal yang berkaitan erat satu dengan yang lainnya baik secara teoritis maupun secara praktikal, sehingga muncul suatu konsep yaitu "semua fungsi yang spesifik dibentuk dari struktur yang spesifik".

2. Klasifikasi Anatomi dan Fisiologi

Berdasarkan aspek yang dipelajari, Anatomi terbagi atas :

- a. Anatomi makroskopik mempelajari struktur tubuh manusia dengan memisah-misahkan bagian tubuh tanpa menggunakan bantuan alat apapun. Umumnya anatomi makroskopik dipelajari pada mayat karena kita tidak bisa membedah manusia hidup hanya untuk mempelajari anatominya, sehingga anatomi makroskopik juga dikenal sebagai anatomi kadaver.

- b. Anatomi Mikroskopis: Ilmu anatomi yang mempelajari susunan tiap-tiap organ tubuh dengan menggunakan kaca pembesar atau mikroskop, misalnya mempelajari tentang sel dan penyediaan tentang jaringan.
- c. Anatomi Sistemik: Ilmu anatomi yang mempelajari tentang setiap sistem yang terdapat dalam tubuh. Setiap sistem dalam tubuh mempunyai jaringan yang sama dan membentuk fungsi yang khusus, misalnya sistem otot, sistem jantung dan lainnya.
- d. Anatomi Regional: Ilmu anatomi yang mempelajari letak organ-organ tubuh satu dengan lainnya. Hal ini penting dalam melakukan pembedahan (operasi), misalnya mengetahui letak saraf. Pembuluh darah dan lainnya.
- e. Anatomi Perkembangan (embriologi): Ilmu anatomi yang mempelajari perubahan-perubahan pada sel pertama kehamilan sampai anak lahir.

Fisiologi manusia adalah ilmu yang mempelajari tentang faal (fungsi) dari tubuh manusia. Adapun spesifikasi fisiologi dari anatomi antara lain yaitu fisiologi sel (mempelajari fungsi sel dan bagian-bagiannya), fisiologi spesifik (mempelajari suatu organ), fisiologi sistemik (mempelajari fungsi organ secara sistemik), dan fisiologi patologikal (mempelajari efek penyakit terhadap suatu organ).

Secara sistemik, yaitu mempelajari konsep anatomi dan fisiologi mengikuti pendekatan sistem tubuh, dengan harapan lebih memudahkan pada mahasiswa untuk mempelajari, mengidentifikasi, menunjukkan dan menerapkan anatomi dan fisiologi dalam konteks sistemik tubuh diintegrasikan dalam ruang lingkup kebidanan.

3. Istilah dan Posisi Anatomi

Untuk memudahkan kita mempelajari anatomi dan dalam rangka mencapai keseragaman deskripsi, telah dipilih dan ditetapkan suatu posisi anatomi yaitu tubuh dalam posisi tegak, menghadap ke depan, kepala tegak lurus, dengan lengan disisi dan kedua tangan berada di samping dengan ibu jari berada di samping/luar.

Untuk memudahkan dalam mendeskripsikan anatomi, maka juga ditetapkan garis-garis dan bidang-bidang khayal (imajiner) berikut ini.

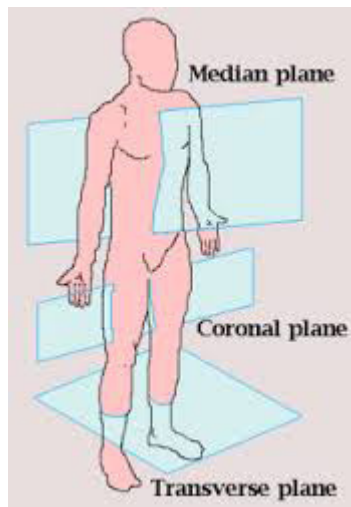
Garis tengah atau sagital merupakan garis imajiner yang melintas secara vertikal menembus garis tengah tubuh dari bagian atas kepala sampai ke bawah, diantara kaki yang membagi sisi menjadi dua, kanan dan kiri.

Pembelahan horizontal membagi tubuh menjadi bagian superior dan inferior.

Pembelahan sagital membagi tubuh menjadi bagian kanan dan kiri, sejajar dengan garis tengah.

Pembelahan koronal membagi tubuh menjadi bagian anterior dan posterior.

Gambaran ilustrasi mengenai gambaran posisi anatomi, bisa Anda cermati pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Posisi Anatomi

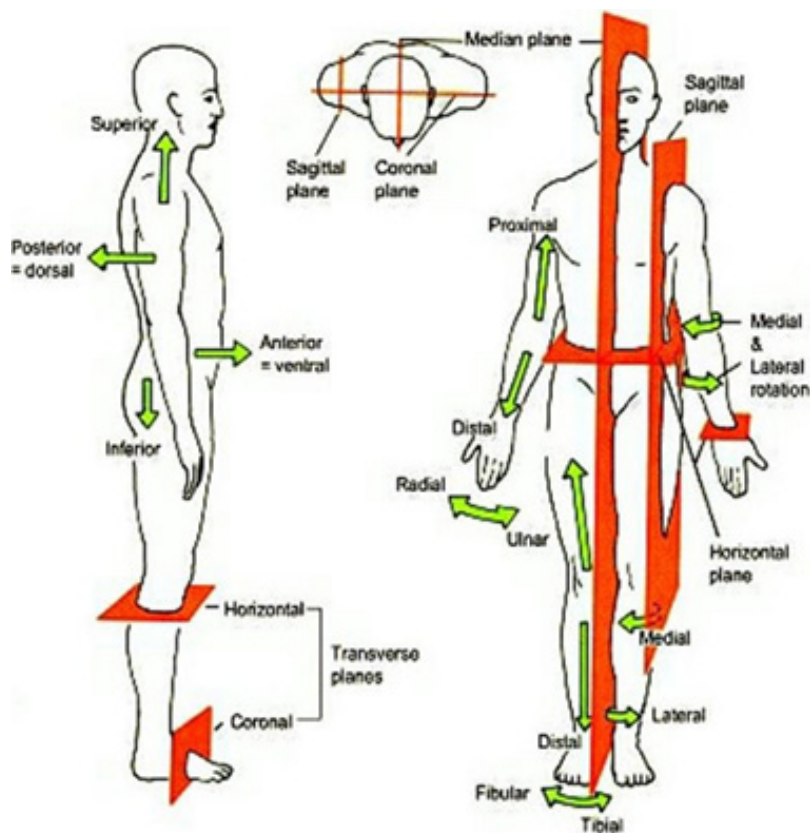
Istilah anatomi berdasarkan posisi anatomi serta memperhatikan garis arah maupun bidang-bidang imajiner, antara lain sebagai berikut.

- Anterior : lebih dekat ke depan, contoh lambung terletak anterior terhadap limpa.
- Medial : bagian tengah atau lebih dekat ke bidang median, contoh jari manis terletak medial terhadap jari jempol.
- Superior : atas, contoh mulut terletak superior terhadap dagu. Dextra : bagian kanan
- Ventral : bagian depan ruas tulang belakang
- Interna : dalam
- Proximal : lebih dekat dengan pangkal tubuh atau pangkal atau mendekati batang tubuh, contoh siku terletak proksimal terhadap telapak tangan.
- Parietal : lapisan luar
- Superfisial : dangkal atau lebih dekat ke/di permukaan, contoh otot kaki terletak Superfisial dari tulangnya
- Horizontal : bidang datar
- Transversal : potongan melintang
- Posterior : lebih dekat ke belakang, contoh jantung terletak posterior terhadap tulang rusuk.
- Lateral : bagian samping, menjauhi bidang median, contoh telinga terletak lateral terhadap mata.
- Inferior : bawah, contoh pusar terletak inferior terhadap payudara.
- Sinistra : bagian kiri
- Dorsal : Bagian belakang ruas tulang belakang
- Externa : bagian luar
- Distal : ujung atau menjauhi batang tubuh, contoh pergelangan tangan terletak distal terhadap siku
- Perifer : pinggir (tepi)
- Visceral : lapisan dalam
- Profunda : dalam atau lebih jauh dari permukaan, contoh tulang hasta dan pengumpil terletak lebih profunda dari otot lengan bawah.

- Vertica : bidang tegak
- Longitudinal : potongan memanjang
- Sentral : bagian tengah
- Asenden : bagian naik
- Desenden : bagian turun
- Cranial : bagian kepala
- Caudal : bagian ekor
- Palmar : ke arah palmaris manus (anggota gerak atas)
- Plantar : ke arah plantar pedis (anggota gerak bawah)
- Ulnar : ke arah ulna (tulang hasta)
- Radial : ke arah radius (tulang pengumpil)
- Tibial : ke arah tibia (tulang kering)
- Fibular : ke arah fibula (tulang betis)

Untuk memperjelas penggambaran garis arah maupun bidang-bidang imajiner, dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini. Gambar 2. Arah Anatomi Terhadap Tubuh

Arah Gerak

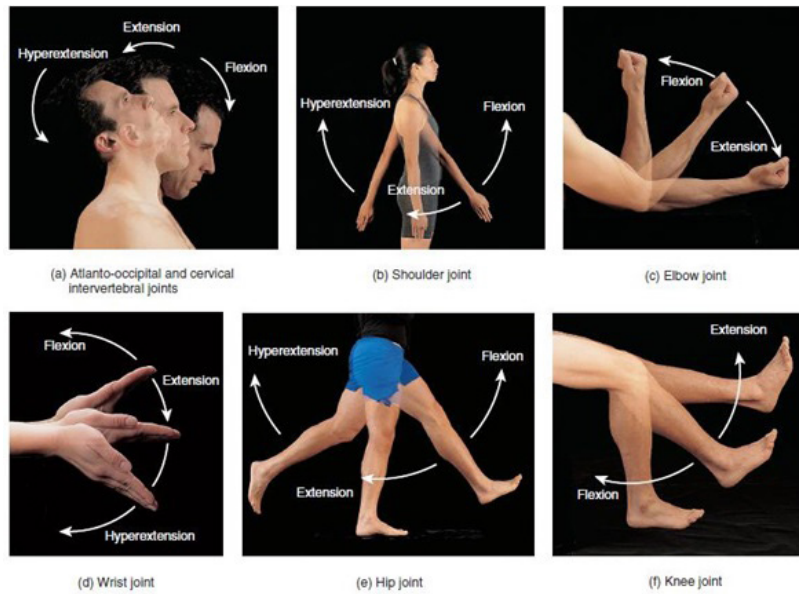


Dibawah ini beberapa arah gerakan tubuh manusia.

Fleksi dan Ekstensi

Fleksio : Membengkokkan, melipat sendi atau gerakan menekuk.

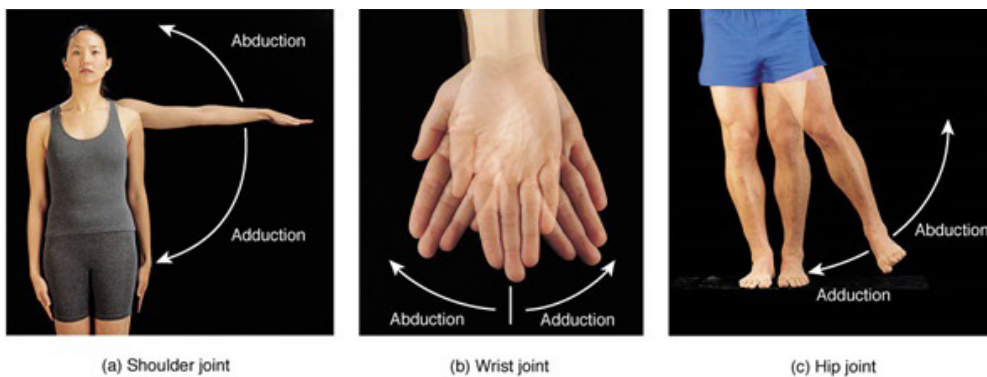
Ekstensio : Gerakan meluruskan kembali sendi, contoh: gerakan ayunan lutut pada kegiatan gerak jalan.



Adduksio dan Abduksio

Adduksio : Gerakan mendekati badan.

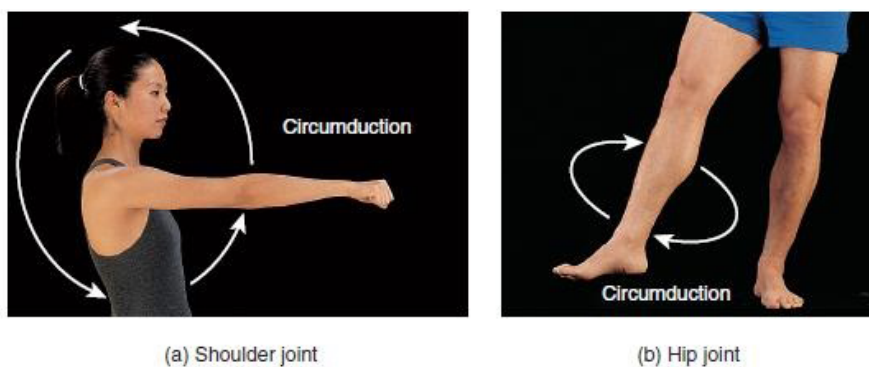
Abduksio : Gerakan menjauhi badan.



Rotasio

Rotasio : Gerakan memutar sendi.

Sirkumduksio : Gerakan sirkuler atau pergerakan gabungan fleksi, ekstensi, aduksi dan adduksi. Tubuh). Bila kaki digerakkan kembali ke posisi siap merupakan gerakan adduksi (mendekati tubuh gerakan adduksi (mendekati tubuh).

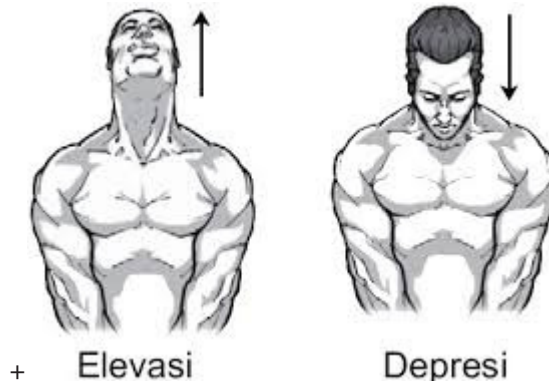


Elevasi dan depresi

Elevasi merupakan gerakan mengangkat.

Depresi adalah gerakan menurunkan.

Contohnya: Gerakan membuka mulut (elevasi) dan menutupnya (depresi) juga gerakan pundak keatas (elevasi) dan kebawah (depresi)

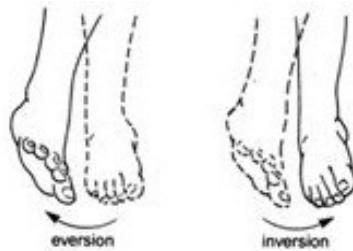


Inversi dan eversi

Inversi adalah gerak memiringkan telapak kaki ke dalam tubuh.

Eversi adalah gerakan memiringkan telapak kaki ke luar.

Perlu Anda ketahui bahwa istilah inversi dan eversi hanya untuk wilayah di pergelangan kaki.



Supinasi dan pronasi

Supinasi adalah gerakan menengadahkan tangan.

Pronasi adalah gerakan menelungkupkan.

Perlu Anda ketahui bahwa istilah supinasi dan pronasi hanya digunakan untuk wilayah pergelangan tangan saja.



(a) Supination (S) and pronation (P)
Copyright © 2007 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

Endorotasi dan eksorotasi

Endorotasi adalah gerakan ke dalam pada sekeliling sumbu panjang tulang yang bersendi (rotasi).

Eksorotasi adalah gerakan rotasi ke luar.

Sumbu/ Aksis Gerakan

Aksis Sagital, adalah garis yang memotong bidang gerak sagital dengan bidang geraktransversal.

Aksis Transversal, adalah garis yang memotong bidang gerak frontal dengan bidang gerak transversal.

Aksis Longitudinal, yaitu garis yang memotong bidang gerak median dan frontal dan berjalan dari atas ke bawah.

Bidang Anatomi

Bidang median, yaitu bidang yang melalui aksis longitudinal dan aksis sagital, dengan demikian dinamakan mediosagital.

Bidang Sagital (bidang paramedian), yaitu setiap bidang yang sejajar dengan bidang mediosagital.

Bidang Coronal atau frontal, yaitu setiap bidang yang mengandung aksis-aksis transversal dan sejajar dengan dahi dan tegak lurus dengan bidang sagittal

Bidang transversal, letaknya tegak lurus dengan bidang-bidang sagital dan bidang coronal. Pada posisi berdiri posisi bidang horisontal.

Istilah Anatomi atau Nomenklatur Anatomi Yang Lain

Terdapat beberapa istilah dalam nomenklatur dalam anatomi, yang relevan serta penting untuk diketahui, karena terkait dengan deskripsi anatomi secara lebih detil dan terkait pula dalam mendeskripsikan anatomi sistem organ reproduksi.

Istilah anatomi yang menyatakan bagian tubuh yang menonjol

Processus: Nama umum untuk taju (tonjolan).

Spina: Taju yang tajam (seperti duri).

Tuber: Benjolan bulat.

Tuberculum: Benjolan bulat yang kecil.

Crista: Gerigi, tepi.

Pecten: Bagian pinggir yang menonjol.

Condylus: Tonjolan bulat diujung tulang.

Epicondylus: Benjolan pada condylus.

Cornu: Tanduk.

Linea: Garis.

Istilah anatomi yang menyatakan bagian tubuh yang lengkung

Fossa: Nama umum.

Fossula: Fossa yang kecil.

Fovea: Fossa yang kecil.

Foveola: Fovea yang kecil.

Sulcus: Alur.

Incisura: Takik.

Istilah anatomi yang menyatakan lobang, saluran dan ruangan

Foramen: Lubang.

Fissura: Celah.

Apertura: Pintu.

Canalis: Saluran.

Ductus: Pembuluh.

Meatus: Liang.

Cavum: Rongga.

Cellula: Ruang kecil.

4. Sistem Organ Dalam Tubuh Manusia

Mengenal anatomi fisiologi tubuh manusia dalam bentuk sistem organ yang meliputi 12 sistem sebagai berikut:

- a. Sistem integument
- b. Sistem skeletal
- c. Sistem muscular
- d. Sistem persarafan
- e. Sistem endokrin
- f. Sistem kardiovaskular
- g. Sistem limfatik
- h. Sistem pernapasan
- i. Sistem pencernaan
- j. Sistem perkemihan
- k. Sistem reproduksi pria
- l. Sistem reproduksi wanita

C. Rangkuman

Anatomi adalah suatu ilmu yang mempelajari bagian dalam (internal) dan luar (external) dari struktur tubuh manusia dan hubungan fisiknya dengan bagian tubuh yang lainnya. Sebagai contohnya yaitu mempelajari organ uterus dan posisinya dalam tubuh. Fisiologi yaitu ilmu yang mempelajari bagaimana suatu organisme melakukan fungsi utamanya. Untuk memudahkan kita mempelajari anatomi, dalam rangka mencapai keseragaman deskripsi, telah dipilih dan ditetapkan suatu posisi anatomi, yaitu tubuh dalam posisi tegak, menghadap ke depan, kepala tegak lurus, dengan lengan disisi dan kedua tangan berada di samping dengan ibu jari berada di samping atau luar. Selanjutnya untuk memudahkan dalam mendeskripsikan anatomi, maka juga ditetapkan garis-garis dan bidang-bidang khayal (imajiner). Dalam konsep dasar anatomi fisiologi juga terdapat beberapa istilah yang menggambarkan arah gerakan serta beberapa nomenklatur untuk memperjelas deskripsi anatomi untuk menunjukkan bagian tubuh yang

menonjol, bagian tubuh yang lengkung, yang menyatakan lobang atau saluran serta bagian tubuh yang berongga.

D. Tugas

Sebutkan arah gerakan anatomi dan praktekan

E. Referensi

Anderson, P.D. (1999). Anatomi fisiologi tubuh manusia. Jones and Barret publisher Boston, Edisi Bahasa Indonesia. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC..

Pearce, E. C. (2007). Anantomy dan fisiology untuk paramedis. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Sloane, E. (2012). Anatomi dan fisiologi untuk pemula. Alih bahasa, James Veldman, editor edisi bahasa Indonesia, Palupi Widyastuti. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Syaifuddin(2006). Anatomi fisiologi untuk mahasiswa keperawatan. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Syaifuddin (2012). Anatomi Fisiologi untuk Keperawatan dan Kebidanan. Edisi 4. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.



BAB III SISTEM INTEGUMENT

Novia Susanti, S.Kep.,Ns.M.Tr.Kep

A. Tujuan Pembelajaran

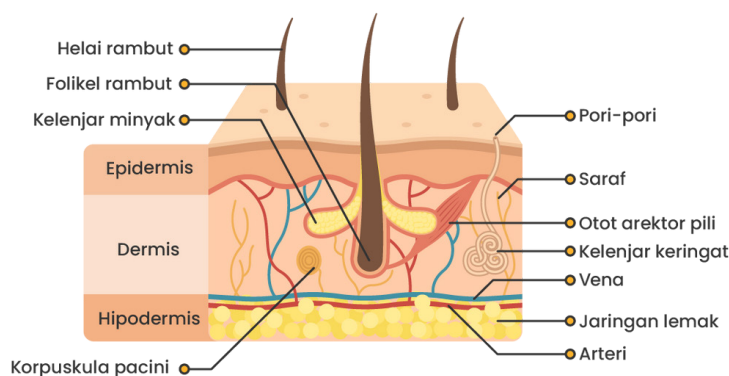
1. Mampu menjelaskan sistem integument
2. Mampu menjelaskan anatomi fisiologi kulit
3. Mampu menjelaskan fungsi kulit
4. Mampu menjelaskan pelengkap pada kulit

B. Penjelasan Materi

1. Definisi

Sistem integument adalah sistem organ yang membedakan, memisahkan, dan menginformasikan kita dari lingkungan sekitar. Sistem ini seringkali merupakan bagian dari sistem organ terbesar yang mencakup kulit, rambut, kuku, kelenjar keringat, kelenjar minyak dan kelenjar susu. Kulit terbagi atas dua lapisan utama, yaitu epidermis sebagai lapisan yang paling luar dan Dermis (korium, kutis, kulit jangat). Sedangkan subkutis atau jaringan lemak terletak di bawah dermis. Sistem integument terdiri dari organ terbesar dalam tubuh yaitu kulit, yang melindungi struktur internal tubuh dari kerusakan, mencegah dehidrasi, penyimpanan lemak dan menghasilkan vitamin dan hormon. Hal ini juga membantu dalam pengaturan suhu tubuh dan keseimbangan air.

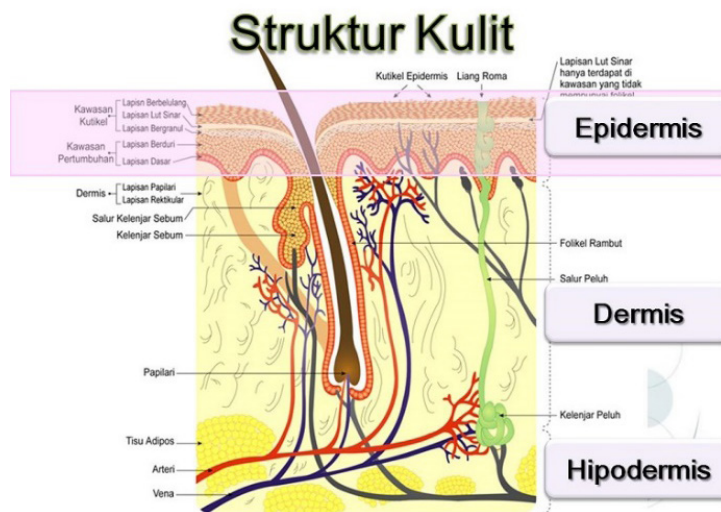
Kulit tidak bisa terpisah dari kehidupan manusia yang merupakan organ esensial dan vital, kulit merupakan cermin kesehatan dari kehidupan seseorang. Luas kulit orang dewasa adalah 1,5 m² dan berat kira-kira 15% dari berat badan.



2. Anatomi Fisiologi Kulit

Kulit terdiri dari 3 lapisan

- a. Lapisan epidermis (Kutikel)
- b. Lapisan dermis (korium, kutis vera, true skin)
- c. Lapisan subkutis (Hippodermis)



Kulit terdiri dari 3 lapisan utama yaitu :

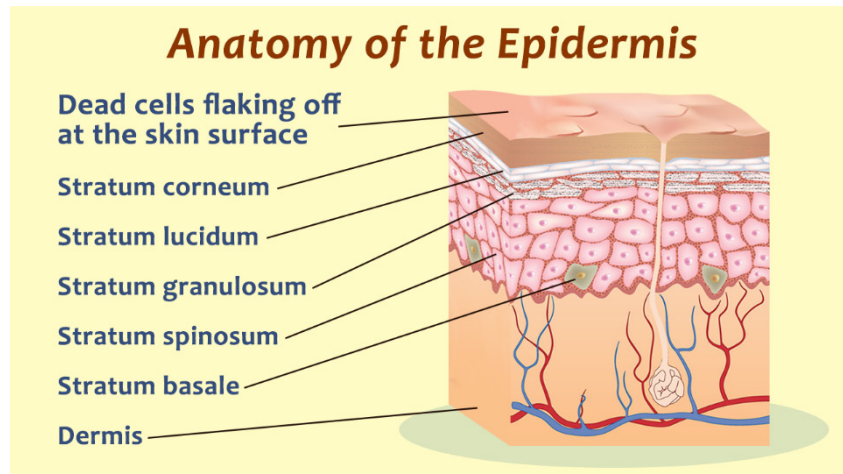
a. Epidermis

Epidermis adalah bagian kulit paling luar. Ketebalan epidermis berbeda-beda pada setiap bagian tubuh, yang paling tebal berukuran 1 mm misalnya pada telapak tangan dan telapak kaki, dan yang paling tipis berukuran 0,1 mm 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. Epidermis tersusun dari beberapa lapisan seperti keratinocytes, melanocytes, sel langerhans, lymphocytes dan sel merkel.

Epidermis berasal dari ektoderm, terdiri dari beberapa lapis (multiyaler). Epidermis sering kita sebut sebagai kulit luar. Epidermis merupakan lapisan teratas pada kulit manusia dan memiliki ketebalan yang berbeda-beda, yaitu 400-600 μm untuk kulit tebal (kulit pada telapak tangan dan kaki) dan 75-150 μm untuk kulit tipis (kulit selain telapak tangan dan kaki memiliki rambut). Epidermis dibedakan atas lima lapisan kulit, yaitu sebagai berikut :

- Lapisan tanduk (stratum corneum) adalah lapisan kulit yang paling luar dan terdiri atas sel yang telah mati, selnya tipis, datar, tidak mempunyai inti sel (inti sel sudah mati) dan mengandung zat keratin (zat tanduk)
- Stratum lusidum terdapat langsung dibawah lapisan korneum, yang merupakan lapisan sel yang berbentuk pipih, mempunyai batas tegas, tetapi tidak ada intinya. Lapisan ini hanya terdapat pada telapak kaki. Dalam lapisan terlihat seperti pita yang bening, batas-batas sel sudah tidak begitu terlihat.
- Stratum granulosum (lapisan keratohialin) merupakan 2 atau 3 lapisan sel-sel gepeng dengan sitoplasma berbutir kasar serta terdapat ini diantaranya dan terdapat jelas pada telapak tangan dan kaki
- Stratum Spinosum (lapisan taji): lapisan ini terdiri atas beberapa lapis sel yang besar berbentuk poligonal dengan inti lonjong. Sitoplasmanya kebiruan. Bila dilakukan pengamatan dengan pembesaran obyektif 45x, maka pada dinding sel yang berbatasan dengan sel di sebelahnya akan terlihat taji-taji yang seolah-olah menghubungkan sel yang satu dengan yang lainnya. Pada taji inilah terletak desmosom yang melekatkan sel-sel satu sama lain pada lapisan ini. Semakin ke atas bentuk sel semakin gepeng.

- Stratum basal (lapis basal, lapis benih) : lapisan ini terletak paling dalam dan terdiri atas satu lapis sel yang tersusun terderet-deret di atas membran basal dan melekat pada dermis di bawahnya. Sel-selnya kuboid atau silindris. Intinya besar, jika di bandingkan ukuran selnya, dan sitoplasmanya basofilik. Pada lapisan ini biasanya terlihat gambaran mitotik sel, proliferasi selnya berfungsi untuk regenerasi epitel. Sel-sel nya pada lapisan ini bermigrasi ke arah permukaan untuk memasok sel-sel pada lapisan yang lebih superfisial. Pergerakan ini dipercepat oleh luka dan regenerasinya dalam keadaan normal cepat.



b. Dermis

Di bawah epidermis terdapat lapisan dermis dimana merupakan jaringan ireguler yang menghubungkan serat-serat kolagen dan terdiri dari lapisan elastis yang terbentuk dari glycosaminoglycans, glycoprotein dan cairan. Dermis juga mengandung saraf, pembuluh darah, jaringan lymphatic dan epidermal. Manfaat dari dermis yakni mempertahankan keelastisan kulit dengan mengatur jaringan kolagen dan lapisan elastisnya. Dermis tersusun dari 2 lapisan yakni lapisan papilari (membuat mekanisme anchorage, mendukung metabolisme dan mempertahankan kerusakan pada epidermis, juga menjaga sistem saraf dan pembuluh darah), dan lapisan retikuler (menentukan bentuk dari kulit).

Sel-sel umbi rambut yang berada di dasar kandung rambut, terus-menerus membelah dalam membentuk batang rambut. Kelenjar palit yang menempel di saluran kandung rambut, menghasilkan minyak yang mencapai permukaan kulit melalui muara kandung 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 dikelopak mata serta yang paling tebal terdapat di telapak tangan dan telapak kaki.

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 beraksi terhadap hal-hal yang dapat merugikan diri kita. Jika kita mendadak menjadi sangat takut atau sangat tegang, otot penegak rambut yang menempel di kandung rambut, akan mengerut dan menjadikan bulu roma dan bulu kuduk berdiri. Kelenjar palit yang menempel dikandung rambut memproduksi minyak untuk melumasi permukaan kulit dan batang rambut. Sekresi minyaknya dikeluarkan melalui muara kandung rambut. Kelenjar keringat menghasilkan cairan keringat yang

dikeluarkan ke permukaan kulit melalui pori-pori kulit. 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 dalam membentuk jaringan-jaringan kulit yang menjaga kekeringan dan kelenturan kulit.

Lapisan dermis juga ini mengandung sel-sel khusus yang membantu mengatur suhu, melawan infeksi, air menyimpan dan suplai darah dan nutrisi ke kulit. Sel-sel khusus dari dermis juga membantu mendeteksi sensasi dan memberikan kekuatan dan fleksibilitas untuk kulit. Komponen dermis meliputi :

- Pembuluh darah berfungsi sebagai transport oksigen dan nutrisi ke kulit dan mengeluarkan produk sampah. Kapal ini juga mengangkut vitamin D dari kulit tubuh
- Pembuluh getah bening sebagai pasokan (cairan susu yang mengandung sel-sel darah putih dari sistem kekebalan tubuh) pada jaringan kulit untuk melawan mikroba.
- Kelenjar keringat untuk mengatur suhu tubuh dengan mengangkut air ke permukaan kulit di mana ia dapat menguap untuk mendinginkan kulit.
- Sebacea (minyak) kelenjar yaitu membantu untuk kulit tahan air dan melindungi terhadap mikroba. Mereka melekat pada folikel rambut
- Folikel rambut, seperti rongga berbentuk tabung yang melampirkan akar rambut dan memberikan nutrisi pada rambut
- Sensory reseptor syaraf yang mengirimkan sensasi seperti sentuhan, nyeri, dan intensitas panas ke otak
- Kolagen protein struktural tangguh yang memegang otot dan organ di tempat dan memberikan kekuatan dan bentuk ke jaringan tubuh
- Elastin protein karet yang memberikan elastisitas dan membuat kulit meregang. Hal ini juga ditemukan diligamen, organ, otot dan dinding arteri.

c. Hipodermis

Lapisan terakhir yakni hipodermis yang merupakan lapisan penghubung beberapa jaringan yang tebal yang berhubungan dengan lapisan terakhir dari dermis. Jaringan adiposa yang biasanya terletak antara dermis dan otot-otot pada tubuh.

Lapisan subkutis kelanjutan dari dermis yang terdiri dari kumpulan-kumpulan sel-sel lemak dan diantara gerombolan serabut-serabut jaringan ikat dermis. Sel-sel lemak ini berbentuk bulat dengan intinya terdesak kepinggir. Lapisan lemak ini disebut panikulus adipose yang berfungsi sebagai cadangan makanan. Bagian lain yang terdapat pada lapisan subkutis adalah :

- Ujung-ujung saraf tepi
- Pembuluh darah
- Getah bening

3. Fungsi Kulit

Kulit mempunyai berbagai fungsi, yaitu sebagai berikut :

- a. Pelindung dan proteksi. Epidermis terutama lapisan tanduk berguna untuk menutupi jaringan-jaringan tubuh di sebelah dalam dan melindungi tubuh dari pengaruh luar seperti luka dan serangan kuman. Lapisan paling luar dari kulit air diselubungi dengan lapisan tipis

lemak. Yang menjadikan kulit tahan air. Kulit dapat menahan suhu tubuh, menahan luka-luka kecil, mencegah zat-zat kimia dan bakteri masuk ke dalam tubuh serta menghalau rangsangan-rangsangan fisik seperti sinar ultraviolet dari matahari

- b. Penerima rangsangan. Kulit sangat peka terhadap berbagai rangsangan sensorik yang berhubungan dengan sakit, suhu panas atau dingin, tekanan, rabaan, dan getaran. Kulit sebagai alat perasa dirasakan melalui ujung-ujung saraf sensasi
- c. Pengatur panas atau thermoregulasi. Kulit mengatur suhu tubuh melalui dilatasi dan konstruksi pembuluh kapiler serta melalui respirasi yang kedua nya dipengaruhi saraf otonom. Tubuh yang sehat memiliki suhu tetap kira-kira 36,5 C. ketika terjadi perubahan pada suhu luar, darah dan kelenjar keringat kulit mengadakan penyesuaian seperlunya dalam fungsi nya masing-masing. Pengatur panas adalah salah satu fungsi kulit sebagai organ antara tubuh dan lingkungan. Pans akan hilang dengan penguapan keringat.
- d. Pengeluaran(eksresi). Kulit mengeluarkan zat-zat tertentu yaitu keringat dari kelnjar-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 airtransepidermis sebagai pembentukan keringat yang tidak disadari.
- e. Penyimpanan. Kulit dapat menyimpan lemak di dalam kelenjar lemak
- f. Penyerapan terbatas. 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 kedalam saluran kelenjar palit, merembes melalui dinding pembuluh darah ke dalam peredaran 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.

4. Pelengkap Kulit

a. Rambut

Batang rambut merupakan struktur keratin keras yang dihasilkan oleh bangunan epitel berbentuk kantung yaitu folikel rambut. Pada ujung basal folikel melebar melingkari papilla pili terdiri atas jaringan ikat, pembuluh darah dan saraf yang penting bagi kelangsungan hidup folikel rambut; bagian yang melebar disebut bulbus pili. Sel-sel terdalam pada bulbus, yaitu meliputi papilla pili menghasilkan batang rambut yang akan muncul ke permukaan kulit. Sel-sel yang membungkus bulbus merupakan lanjutan sel-sel stratum basal dan spinosum epidermis kulit. Sel-sel tersebut terus menerus mengalami mitosis dan menghasilkan berbagai selubung selular bagi rambut. Sel-sel papilla memiliki sifat induktif terhadap aktivitas folikel, dan nutrien dari kapilernya adalah esensial untuk fungsi normalnya. Sel-sel epitel yang membungkus papilla dapat disamakan dengan sel-sel stratum basal pada epidermis dan mereka membentuk matriks rambut. Pada dasarnya proliferasinya berfungsi menumbuhkan rambut.

1) Folikel rambut

Folikel rambut dikelilingi oleh pematatan komponen fibrosa dermis. Di antara komponen tersebut dengan epitel folikel terdapat membran vitrea non-seluler, yang merupakan membran basal sangat tebal dari lapis luar epitel folikel, yang disebut sarung akar rambut luar. Pada bagian bulbus pili, sarung akar rambut luar hanya setebal satu sel sesuai stratum basal epidermis, mendekati permukaan kulit, tebalnya beberapa lapis sel dan memiliki strata menyerupai epidermis kulit tipis.

Lapis-lapis konsentrik berikut dari folikel adalah sarung akar rambut dalam, yang memiliki tiga komponen : (1) lapis Henle, selapis sel gepeng yang melekat erat pada sel-sel paling dalam dari sarung akar rambut luar, (2) lapis Hexley, terdiri atas dua atau tiga baris sel-sel gepeng, (3) kutikula sarung akar rambut dalam, terdiri atas sel-sel pipih sisik tersusun mirip genteng dengan tepi bebasnya mengarah ke bawah.

2) Struktur Rambut

- Medula rambut

Medula rambut terletak paling tengah, biasanya terlihat lebih terang daripada bagian lain. Sel-selnya berbentuk poli-gobal, tersusun jarang satu sama lain. Di dalam sitoplasmanya dapat terlihat sedikit pigmen melanin. Perlu diperhatikan bahwa tidak semua rambut mempunyai medula.

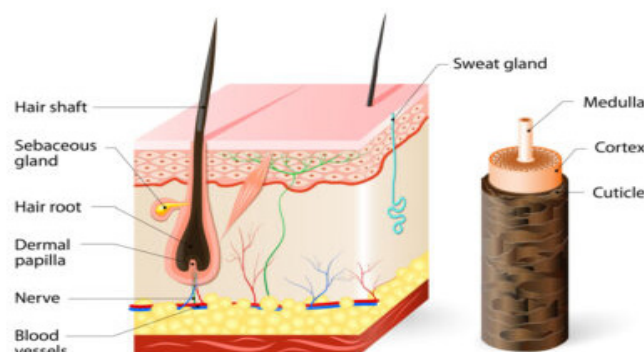
- Korteks rambut

Korteks rambut merupakan bagian terbesar rambut, mengandung beberapa lapisan konsentrik yang terdiri atas sel panjang terkeratinisasi. Melanin biasanya terjepit di antara dan di dalam sel-sel ini, sehingga mewarnai rambut.

- Kutikula rambut

Kutikula rambut merupakan bagian paling luar akar dan batang rambut mengandung sel-sel paling tipis, mirip sisik, dengan ujung bebas ke arah ujung distal. Sel-sel yang menyusun kurikula rambut sangat pipih, saling berselisip, dan berhimpitan dengan sel-sel kutikula sarung akar rambut dalam, sehingga sulit dibedakan satu sama lain.

HAIR ANATOMY



3) Pertumbuhan Rambut

Pertumbuhan dan pergantian rambut terjadi secara siklus, tidak kontinu. Periode tumbuh dan istirahatnya tergantung tempatnya pada tubuh. Rambut kepala mempunyai siklus pertumbuhan sepanjang 2-3 tahun sebelum memasuki masa istirahat selama

3-4 bulan. Pada bagian tubuh lainnya misalnya bulu mata, siklus pertumbuhan jauh lebih singkat 1-2 bulan diikuti masa istirahat 3-4 bulan. Folikel rambut biasanya berada dalam tahap yang berbeda-beda, sehingga pergantian rambut terjadi tanpa disadari.

4) Warna rambut

Warna rambut disebabkan oleh adanya pigmen melanin yang dibentuk oleh melanosit pada bulbus pili. Adanya berbagai macam warna asli rambut disebabkan oleh perbedaan jumlah melanin, yaitu eumelanin (pigmen coklat-kehitaman) dan pheomelanin (pigmen merah sehingga kuning). Timbulnya uban disebabkan oleh dua faktor: (1) melanosome pada bulbus kehilangan kemampuan mensintesis tirosinase, enzim penting untuk sintesis melanin; (2) batang dan bulbus rambut mengandung lebih banyak vakuola udara sehingga granula melanin jadi tersebar.

5) Kelenjar Rambut

a) Kelenjar sebacea

Kelenjar sebacea atau kelenjar rambut merupakan kelenjar holokrin yang terdapat pada seluruh kulit yang berambut. Hampir semua kelenjar sebacea bermuara ke dalam folikel rambut kecuali yang terdapat pada puting susu, kelopak mata, glans penis, klitoris, dan labium minus. Kelenjar sebacea yang berhubungan dengan folikel rambut biasanya terdapat pada sisi yang sama dengan otot penegak rambut (*m. arrector pili*)

b) Kelenjar keringat

Kelenjar keringat ada dua jenis, yaitu kelenjar keringat merokrin dan apokrin, yang berbeda cara sekresinya kelenjar merokrin bergetah encer (banyak mengandung air), terdapat di seluruh permukaan tubuh kecuali daerah yang berkuku; fungsinya menggetahkan keringat yang berguna untuk ikut mengatur suhu tubuh. Kelenjar apokrin hanya terdapat pada kulit daerah tertentu, misalkan areola mammae. Ketiak, sekitar dubur, kelopak mata, dan labium mayus. Kelenjar ini bergetah kental dan baru berfungsi setelah pubertas. Kelenjar bergetah lilin seperti kelenjar serumen dan kelenjar moll juga tergolong kelenjar ini. Baik kelenjar merokrin maupun apokrin dilengkapi dengan sel mioepitel.

b. Kuku

Kuku merupakan lempeng yang membentuk pelindung pembungkus permukaan dorsal falang terakhir jaringan dan jari kaki. Berdasarkan struktur dan hubungan dengan dermis dan epidermis, pertumbuhan kuku terjadi sepanjang garis datar lengkung dan sedikit miring terhadap permukaan pada bagian proksimalnya.

1) Struktur Kuku

Alat kuku berproliferasi membentuk matriks kuku. Epidermis yang tepat di bawahnya menjadi dasar kuku yang membentuk U bila dilihat dari atas, diapit oleh lipatan kulit yang merupakan dinding kuku. Dasar kuku yang mengandung lapisan-lapisan epidermis dan dermis, di bawahnya mempunyai rabung memanjang. Disini terdapat kelenjar keringat dan folikel. Sel-sel nya banyak mengandung fibril sitoplasma yang hilang pada tahap akhir setelah sel menjadi homogen (berstruktur sama) lalu menjadi zat tanduk, dan menyatu dengan lempeng kuku. Tidak pernah dijumpai granula keratohyalin di dalam sel matriks dan keratin kuku. Pada lapisan dalam matriks kuku mengandung melanosit sehingga lempeng kuku mungkin berpigmen pada ras hitam.

Lempeng kuku terdiri atas sisik epidermis yang menyatu erat dan tidak mengelupas, badan kuku berwarna bening sehingga kelihatan kemerahan karena ada pembuluh kapiler darah di dalam dasar kuku. Sel-sel stratum korneum meluas dari dinding kuku ke permukaan lempeng kuku sebagai epikondrium atau kutikula.

2) Pertumbuhan kuku

Dengan bertambahnya sel-sel baru dalam akar kuku menghasilkan geseran lambat lempeng kuku di atas dasar kuku. Laju pertumbuhan kuku rata-rata 0,5 mm per minggu. Pertumbuhan ini lebih pesat pada jari tangan daripada jari kaki dan bila lempeng kuku dicabut paksa asalkan matriksnya tidak rusak kuku akan tumbuh kembali.

C. Rangkuman

Sistem integument adalah sistem organ yang paling luas yang membedakan, melindungi, memisahkan serta menginformasikan terhadap lingkungan.. Sistem ini terdiri atas kulit dan aksesorisnya, termasuk rambut, kuku, kelenjar (keringat dan sebaceous). Sistem integument kulit di bagi menjadi 3 lapisan yaitu epidermis, dermis dan hipodermis. Epidermis sering juga disebut dengan kulit luar, kulit manusia memiliki ketebalan yang berbeda-beda, yaitu 400-600 μm untuk kulit tebal (kulit pada telapak tangan dan kaki) dan 75-150 μm untuk kulit tipis (kulit selain telapak tangan dan kaki memiliki rambut). Epidermis ada 5 lapisan kulit, yaitu sebagai berikut : Lapisan tanduk (stratum corneum), Stratum lusidum, Stratum granulosum, Stratum Spinosum, Stratum basal. Dermis adalah lapisan kulit yang berada di bawah epidermis, penyusun utama dari dermis adalah kolagen (protein penguat), dan jenis lapisan kulit dermis terdiri atas dua macam yaitu lapisan papiler dan lapisan retikuler. Dan Lapisan kulit Hipodermis adalah jaringan ikat di bawah kulit yang mengandung jaringan lemak. Fungsi jaringan ini sebagai penahan terhadap benturan ke organ tubuh bagian dalam, memberi bentuk pada tubuh, mempertahankan suhu tubuh dan sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan.

D. Tugas

1. Di bawah ini yang termasuk tipe sel epidermis adalah, kecuali :
 - a. Merckell cell
 - b. Keratinosit
 - c. Korneum
 - d. Melanosit
2. Urutan pembagian lapisan kulit dari yang terluar sampai yang terdalam adalah
 - a. Epidermis-dermis-hypodermis
 - b. Kelenjar keringat-kelenjar sabesea-kuku
 - c. Hypodermis-epidermis
 - d. Dermis-epidermis-hypodermis
3. Lapisan bening epidermis terdapat pada
 - a. Startum germinatium epidermis
 - b. Startum korneum epidermis
 - c. Startum spinosum epidermis
 - d. Startum lusidum epidermis

4. Berikut merupakan lapisan epidermis kulit dengan jenis kulit tebal adalah...
 - a. Telapak tangan dan kaki
 - b. Wajah dan lengan atas
 - c. Paha dan tungkai bawah
 - d. Telinga dan kepala
5. Kelenjar di bawah ini bertugas dalam meminyaki rambut
 - a. Sebacea
 - b. Endokrin
 - c. Apokrin
 - d. Merokrin

Kunci jawaban

1. C
2. A
3. D
4. A
5. A

E. Referensi

- Andriyani, R., Triana, A. & Juliarti, W., 2015. Buku Ajar Biologi Reproduksi dan Perkembangan. Edisi 1. Yogyakarta: Deepublish.
- Hasliani. (2021). *Sistem Integumen*. Makassar: Tohar Media.
- Kalangi, S. J. R. (2014). Histofisiologi Kulit. *Jurnal Biomedik (Jbm)*, 5(3), 12–20. <https://doi.org/10.35790/jbm.5.3.2013.4344>
- Maros, H., & Juniar, S. (2016). *Gambaran Respon Infeksi Sekunder Sistem Integumen pada Pasien HIV*. 1–23.
- Pearce, E. C. (2012). *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Standring, S. (2016). *Gray's anatomy*. 41st ed. Philadelphia: Elsevier Limited.
- Sumiyati., D. (2021). *Anatomi Fisiologi*. Yayasan Kita Menulis.
- Syaifuddin. (2013). *Anatomi Tubuh Manusia untuk Mahasiswa Keperawatan* (2nd ed.). Jakarta: Salemba Medika

F. Glosarium

Glycoprotein : adalah suatu protein yang mengandung rantai oligosakarida yang mengikat glikan dengan ikatan kovalen pada rantai polipeptida bagian samping. Struktur ini memainkan beberapa peran penting di selanganya dalam proses proteksi imunologis, pembekuan darah, pengenalan sel-sel, serta interaksi dengan bahan kimia pautan.

Glycosaminoglycans: merupakan polisakarida kompleks yang banyak ditemukan pada matriks ekstraselular jaringan mammalia termasuk manusia. Glikosaminoglikan berperan penting sebagai penyokong dan memelihara protein struktural kulit seperti kolagen dan elastin.

Jaringan lymphatick: adalah suatu jaringan ikat retikular yang tersusun khusus yang mengandung banyak limfosit. 2 tipe limfosit yang berperan dalam respon imun adaptif: sel B dan sel T

Karatinocytes : adalah sel yang memproduksi dan menyimpan protein keratin.

Lympholytes : adalah bagian dari sel darah putih yang diproduksi oleh sumsum tulang. Limfosit beserta sel darah putih lainnya berperan dalam menjaga sistem imunitas tubuh dengan cara melawan bakteri, virus, dan racun yang masuk ke tubuh.

Melanocytes : adalah sel berdendrit yang terdapat di epidermis dan dermis. Pada semua spesies mamalia melanosit kebanyakan terdapat didermis dan tersebar diberbagai tempat diseluruh badan. Melanosit yang memegang peran utama pada pembentukan melanin.

Sel langherhans : adalah sel dendritic penyaji antigen berasal dari sumsum tulan yang umumnya bertempat pada stratum spinosum

Sel markel : adalah sel besar dengan cabang sitoplasma pendek. Serat saraf tak bermielin menembus membran basal, melebar seperti cakram dan berakhir pada bagian bawah sel Merkel. Kemungkinan badan Merkel ini merupakan mekanoreseptor atau reseptor rasa sentuh.

Biografi



Novia Susanti adalah staf pengajar di Departemen Keperawatan Medikal Bedah Jurusan Keperawatan di STIKes Darul Azhar Kalimantan Selatan. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Keperawatan di STIKes Darul Azhar tahun 2012-2016 lalu melanjutkan Pendidikan Ners di STIKes Darul Azhar tahun 2017. Dan melanjutkan pendidikan S2 Keperawatan di Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya tahun 2018-2020. Selain sebagai pengajar, penulis sebagai Koordinator Kemahasiswaan di STIKes Darul Azhar sejak September 2021

BAB IV

JARINGAN OTOT MANUSIA

Dr. Rita Benya Adriani, S.Kp, M.Kes

A. Tujuan Pembelajaran

Melalui buku ini diharapkan pembaca memiliki tambahan diskusi dan literasi dalam menganalisis struktur, fungsi dan perbedaan antar jaringan otot manusia dengan benar. Serta diharapkan pembaca dapat mengenal susunan jaringan otot yang terdapat dalam tubuh manusia sehingga menambah pengetahuan akan fungsi dari otot di tubuh manusia.

B. Materi

1. Pengertian Jaringan Otot

Jaringan otot adalah jaringan sel atau serabut halus yang tersusun atas miosin dan serabut. Kedua komponen tersebut merupakan jenis protein kontraktile yang memungkinkan jaringan otot menjalankan fungsinya sebagai jaringan yang dapat berkontraksi, memanjang atau memendek. Sementara itu jaringan otot merupakan jaringan yang mampu melangsungkan kerja mekanik dengan jalan kontraksi dan relaksasi sel atau serabutnya. Jaringan otot terdiri atas sel-sel panjang yang disebut serabut otot yang mampu berkontraksi ketika dirangsang oleh impuls saraf. Jaringan otot tersusun dalam susunan paralel didalam sitoplasma, serabut otot adalah sejumlah besar mikrofilamen yang terbuat dari protein kontraktile aktin dan miosin.

Jaringan otot menyusun 40-50% dari berat badan total terdiri dari 40% otot rangka dan 10% otot polos dan otot jantung. Sebuah serabut otot dasarnya adalah satu sel otot, sel yang berbentuk silinder panjang, mempunyai ukuran garis tengah yang bervariasi antara 10-100 mikron, dengan panjang bisa lebih dari 30 cm. Miofibril yang terdiri dari filamen aktin dan miosin adalah bagian terkecil dari serabut otot. Setiap serabut otot dikelilingi oleh pembungkus yang dinamakan endomysium yang memisahkan tiap sel dengan sel lainnya. Kumpulan serabut otot dibungkus dalam satu ikatan yang disebut fasikuli. Kumpulan fasikuli-fasikuli tadi di bungkus secara bersama oleh jaringan pengikat yang disebut perimysium, yaitu lapisan serabut-serabut kolagen yang elastis. Seluruh jaringan yang diikat dalam perimysium yang pada ujungnya diikat oleh tendon kemudian disebut sebagai otot. Secara umum fungsi jaringan otot ialah untuk pergerakan, stabilisasi posisi tubuh, mengatur volum organ dan termogenesis; diperkirakan 85% panas tubuh dihasilkan oleh kontraksi otot.

Sifat jaringan otot ialah eksitabilitas/ iritabilitas, dapat berkontraksi, dapat diregang tanpa merusak jaringannya pada batas tertentu, dan elastisitas. Secara umum, fungsi jaringan otot adalah tindakan yang membentuk postur dan membantu eksekusi melalui tubuh kita. Padahal, jaringan otot memiliki banyak fungsi.

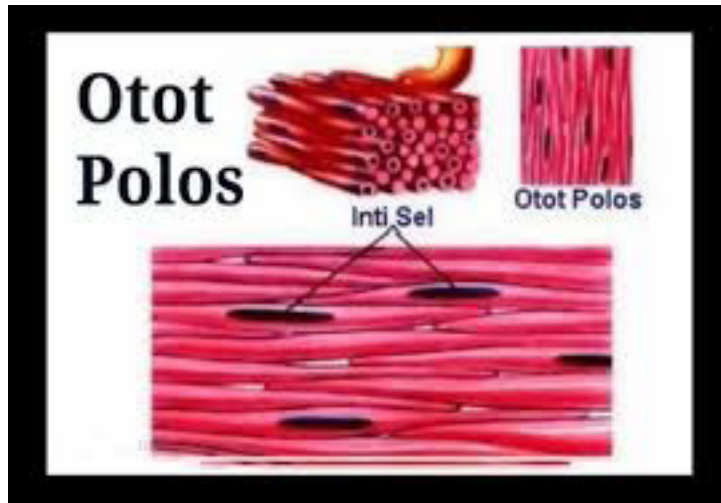
Berikut adalah beberapa fungsi penting jaringan otot dalam tubuh :

- a. Menjaga tubuh agar tetap stabil.
- b. Membangun dan membentuk postur.
- c. Membantu proses pernapasan.
- d. Membantu proses memompa darah di seluruh tubuh.

- e. Membantu untuk mengatur pencernaan.
- f. Membantu proses pembuangan seperti buang air kecil yang dilakukan oleh tubuh.
- g. Membantu proses reproduksi karena jaringan otot sangat penting perannya saat proses persalinan.
- h. Membantu menjaga kemampuan mata untuk melihat.
- i. Menjadi pelindung bagi organ yang ada di dalam tubuh.
- j. Mengatur suhu tubuh agar selalu dalam kondisi stabil.

2. Jenis-Jenis Jaringan Otot

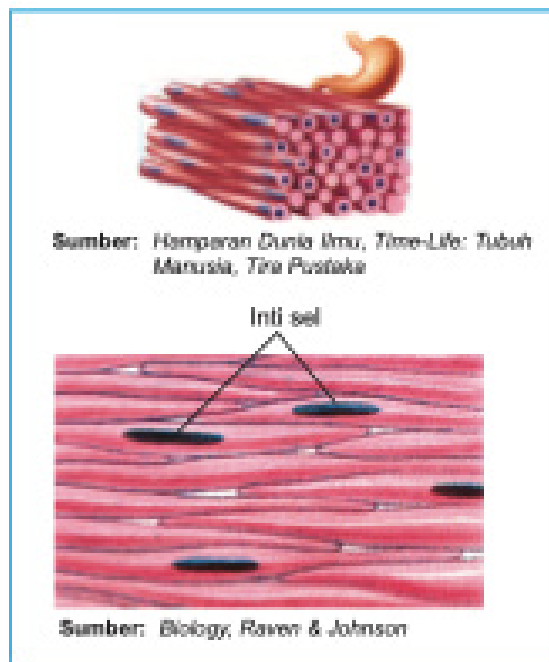
- a. Jaringan Otot Polos



Sumber: brainly.co.id

Jaringan ini adalah jaringan tak sadar yang terletak di dinding sel organ tubuh, seperti saluran organ saluran pencernaan manusia, organ pernapasan, organ reproduksi, pembuluh darah juga terlihat di saluran ekskresi otot polos ini dikendalikan kesadaran, karena hanya terdiri dari sistem saraf otonom. Gerakan otot tidak menyebabkan kelelahan karena bekerja di luar kesadaran. Ada dua kategori otot polos berdasarkan cara serat otot dirangsang untuk berkontraksi, yaitu:

- 1) Otot polos ganda terlihat di dinding pembuluh darah besar saluran udara. Ukuran saluran udara otot mata yang menyesuaikan fokus lensa. Ukuran pupil dan otot erector silia.
- 2) Otot polos unit tunggal (visceral) dapat terlihat tersusun dalam lapisan-lapisan dinding organ berongga atau visceral. Semua serat dalam satu lapisan dapat menyusut satuan. Otot ini mungkin, tetapi tidak harus, dapat merangsang diri sendiri atau miogeni stimulasi saraf eksternal sebagai akibat dari aktivitas listrik spontan.



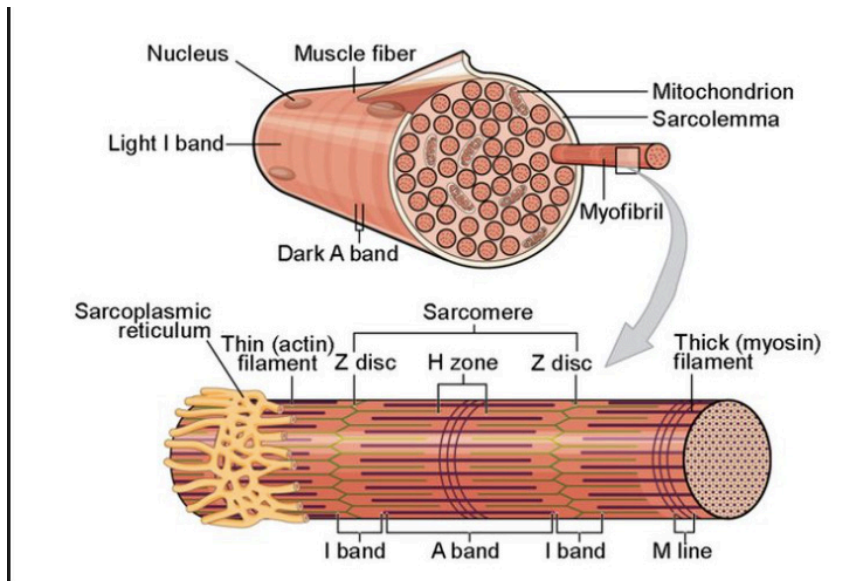
Ciri-ciri Jaringan Polos :

- Berbentuk gelendong dan lancip pada kedua ujungnya.
- Di bagian tengah sel mempunyai nukleus.
- Serabut melintang pada jaringan tidak dapat dilihat.
- Termasuk jenis otot involunter karena bekerja secara tidak sadar.
- Bekerja tanpa lelah dalam waktu meski bergerak dengan cukup lambat

Aktivitas otot polos tidak dipengaruhi oleh manusia, sehingga disebut dengan involunter dan selnya dilengkapi dengan serabut saraf dari system saraf otonom. Kontraksi otot polos terdapat pada alat-alat tubuh bagian sehingga disebut dengan otot visera. Otot visera sendiri terdapat pada pembuluh darah, pembuluh limfa, saluran pencernaan, kandung kemih dan saluran pernapasan. Selain itu otot polos juga berfungsi mengontrol diameter dan gerakan pupil mata.

b. Jaringan Otot Lurik

Otot lurik adalah jaringan yang menempel pada tulang, Jenis jaringan ini disebut jaringan otot rangka yang beroperasi di bawah pengaruh kesadaran, jaringan ini tidak bisa bekerja berjam-jam karena bisa merasa lelah. Jaringan berfungsi menggerakkan tulang dan sistem rangka serta melindungi tulang dari guncangan eksternal menjadi tempat menempelnya jaringan adiposa atau lemak. Otot lurik mempunyai serabut kontraktile yang memantulkan cahaya berselang-seling gelap (anisotrop) dan terang (isotrop). Sel atau serabut otot lurik berbentuk silindris atau serabut panjang. Setiap sel mempunyai banyak inti dan terletak di bagian tepi sarkoplasma. Otot lurik bekerja di bawah kehendak (otot sadar) sehingga disebut otot volunter dan selnya dilengkapi serabut saraf dari sistem saraf pusat. Kontraksi otot lurik cepat tetapi tidak teratur dan mudah lelah. Otot lurik disebut juga otot rangka karena biasanya melekat pada rangka tubuh, misalnya pada bisep dan trisep. Selain itu juga terdapat di lidah, bibir, kelopak mata, dan diafragma. Otot lurik berfungsi sebagai alat gerak aktif karena dapat berkontraksi secara cepat dan kuat sehingga dapat menggerakkan tulang dan tubuh.



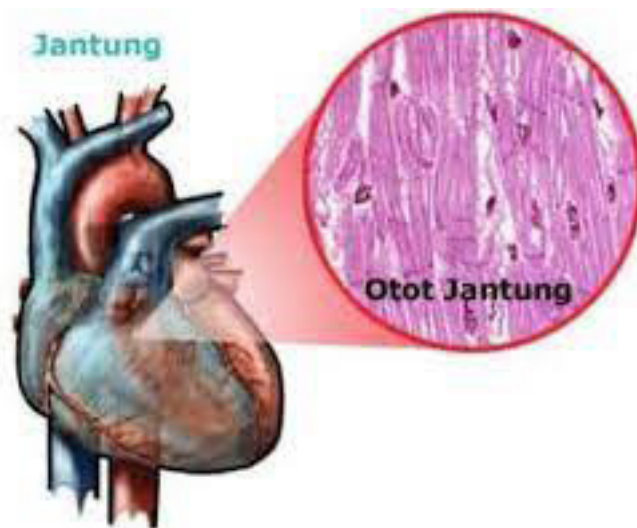
Berikut ini adalah struktur mikroskopis otot lurik;

- 1) Otot rangka terdiri dari berkas paralel serat silinder panjang yang disebut serat otot.
- 2) Setiap serat otot sebenarnya adalah sel dengan banyak inti di ujungnya.
- 3) Sitoplasma sel otot disebut sarkoplasma dan diisi dengan berbagai organel.
- 4) Kebanyakan dari mereka adalah silinder panjang yang disebut miofibril.
- 5) Miofibril terdiri dari miofilamen dengan ukuran berbeda. Artinya, yang kasar terdiri dari protein miosin dan yang halus terdiri dari protein aktin/aktin.

Ciri-ciri Jaringan Otot Lurik :

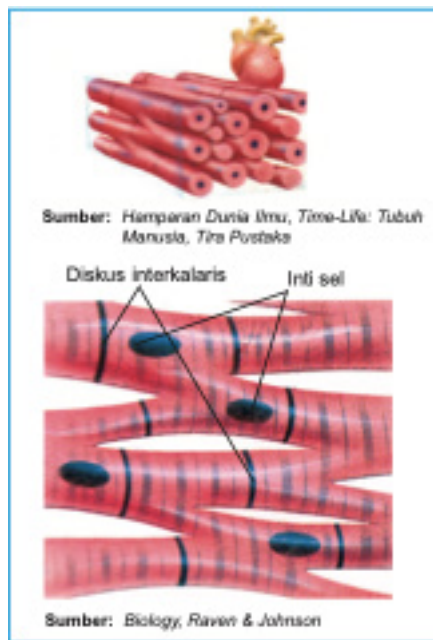
- Berbentuk silindris memanjang dengan kedua ujungnya tidak bercabang.
- Mengandung banyak nukleus pada sisi tepi sel.
- Serabut halus yang melintang pada jaringan bisa dilihat namun tidak begitu jelas.
- Termasuk jenis otot volunter karena bekerja secara sadar.
- Dapat menimbulkan rasa lelah dan bereaksi dengan cepat.

c. Jaringan Otot Jantung



Sumber: Primayahospital

Otot jantung adalah jaringan yang mempunyai sifat involunter dan hanya bisa ditemukan dalam jantung. Meski jaringan otot ini berstruktur seperti otot lurik. Tetapi prosedur kerjanya sama seperti otot polos yang bekerja pada luar kesadaran karena gerakannya ditentukan oleh sel saraf otonom. Sehingga menyebabkan jantung tidak akan merasa lelah meski terus bergerak memompa darah ke semua tubuh.



Sumber: Amongguru.com

Otot jantung berbentuk silindris atau serabut pendek. Otot ini tersusun atas serabut lurik yang bercabang-cabang dan saling berhubungan satu dengan lainnya. Setiap sel otot jantung mempunyai satu atau dua inti yang terletak di tengah sarkoplasma. Otot jantung bekerja di luar kehendak (otot tidak sadar) atau disebut juga otot involunter dan selnya dilengkapi serabut saraf dari saraf otonom. Kontraksi otot jantung berlangsung secara otomatis, teratur, tidak pernah lelah, dan bereaksi lambat. Dinamakan otot jantung karena hanya terdapat di jantung. Kontraksi dan relaksasi otot jantung menyebabkan jantung menguncup dan mengembang untuk mengedarkan darah ke seluruh tubuh. Ciri khas otot jantung adalah mempunyai diskus interkalaris, yaitu pertemuan dua sel yang tampak gelap jika dilihat dengan mikroskop.

Ciri-ciri Jaringan Otot Jantung :

- Berbentuk silindris yang memanjang dengan kedua ujung bercabang.
- Memiliki satu nukleus di bagian tengah sel.
- Serabut halus yang melintang pada jaringan dapat dilihat dengan jelas.
- Termasuk jenis involunter karena bekerja secara tidak sadar.
- Bekerja tanpa lelah dan bereaksi sedang.

Tabel Perbedaan Otot Polos, Otot Lurik dan, Otot Jantung

Pembeda	Jenis Otot		
	Otot Polos	Otot Lurik	Otot Jantung
Letak	Lambung, uterus, kantong urin, pembuluh darah, rahim	Melekat pada rangka	Dinding jantung
Bentuk Serabut	Tidak beraturan	Beraturan	Beraturan
Jumlah Inti	Satu	Banyak	Satu
Letak Inti	Tengah	Tepi	Tengah
Kecepatan Respon	Lambat	Cepat	Sedang
Cara Kerja	Tak Sadar	Sadar	Tak Sadar
Kemampuan Kontraksi	Lama	Sebentar	Sedang
Warna	Polos	Lurik	Lurik

3. Gangguan pada Otot dan Cara Penanganannya

a. Keseleo

Keseleo adalah cedera otot yang paling umum, terutama dalam olahraga dan aktivitas berat. Kondisi ini dapat terjadi ketika otot tiba-tiba atau perlahan ditarik atau dipelintir. Keseleo biasanya terjadi di pergelangan tangan dan kaki. Gejala yang dialami seperti Nyeri, bnggak, kesulitan bergerak di daerah yang terkena. Penanganannya dengan memberikan obat pereda nyeri, mengistirahatkan anggota tubuh yang terkilir, memberikan kompres dingin, dan mengangkatnya. Menyaangga bagian tubuh yang terkilir dengan bantal. Keseleo sembuh dalam dua minggu dan sembuh dengan sendirinya.

b. Atrofi otot

Atrofi otot adalah kondisi berkurangnya massa otot. Hal ini biasanya disebabkan oleh cedera otot atau penyakit yang membuat seseorang tidak dapat menggerakkan bagian tubuh tertentu untuk waktu yang lama. Pengobatan kombinasi dilakukan mulai dari mengubah pola makan menjadi seimbang, dilanjutkan dengan terapi fisik sesuai anjuran dokter.

c. Myositis

Myositis adalah peradangan otot yang menyerang serat otot sehingga menyebabkan kelemahan otot. Kondisi ini dapat disebabkan oleh cedera, infeksi, atau penyakit autoimun. Gejala myositis seperti kelelahan saat berdiri atau berjalan, mudah jatuh, demam, ruam, dan bahkan kesulitan bernapas. Pengobatan myositis bisa dengan mengkonsumsi obat-obatan seperti Kortikosteroid dosis tinggi dapat mengurangi peradangan dan melakukan terapi fisik.

d. Tenosinovitis

Tenosinovitis adalah peradangan atau peradangan pada tendon, jaringan yang menghubungkan otot dengan tulang. Kondisi ini biasanya disebabkan oleh cedera akibat mengangkat benda berat atau melakukan gerakan berulang. Faktor yang meningkatkan

risiko tendonitis adalah usia dan jenis olahraga, seperti bola basket, tenis, atau golf. Kondisi ini umum terjadi pada bahu, siku, lutut, pergelangan tangan dan kaki. Penanganannya yang bisa dilakukan yakni dengan pemberian obat pereda nyeri, kortikosteroid, pemberian PRP (platelet-rich plasma), dan terapi fisik untuk mendukung proses penyembuhan.

e. Fibromyalgia

Fibromyalgia adalah suatu kondisi yang menyebabkan rasa sakit di sebagian besar bagian tubuh. Kondisi ini dapat disertai dengan berbagai penyakit lain, seperti sulit tidur, kelelahan, sulit berkonsentrasi, kekakuan otot, dan sakit kepala. Penyebab pasti fibromyalgia tidak diketahui, tetapi penelitian menunjukkan bahwa kombinasi genetika dan beberapa faktor lain, seperti infeksi dan gangguan stres pasca-trauma, berkontribusi terhadap kondisi tersebut. Hal yang dapat dilakukan untuk menghilangkan gejala yang terjadi yaitu dengan mengonsumsi obat-obatan seperti pereda nyeri, antikonvulsan, dan antidepresan hingga penerapan terapi khusus seperti terapi fisik dan psikologis.

f. Sindrom plumberry

Sindrom Pruneberry adalah kelainan otot bawaan. Ini paling sering mempengaruhi bayi. Penyebab paling umum adalah genetika, infeksi intrauterin, preeklamsia, dan awal kehamilan. Gejala yang muncul berupa lesung atau lipatan, dengan testis tidak turun ke skrotum. Selain itu, terdapat kelainan pada sistem perkemihan. Pengobatan berupa pembedahan untuk memperbaiki fungsi saluran kemih dan orkiopexi untuk menurunkan testis ke dalam skrotum.

g. Spasme Otot

Kram otot disebabkan oleh otot yang terlalu banyak berolahraga atau berkontraksi. Spasme biasanya terjadi secara tiba-tiba pada otot betis dan menyebabkan kram. Penanganannya dengan beristirahat, memijat, dan menggunakan obat-obatan dan salep pelemas otot juga dapat digunakan untuk mengobati masalah otot.

h. Stiff neck (leher kaku)

Leher kaku disebabkan oleh kejang pada otot leher. Hal ini disebabkan oleh posisi tubuh yang tidak tepat. Gejalanya meliputi nyeri otot di selangkangan dan leher kaku. Penanganan dengan menggunakan obat penghilang rasa sakit dan obat-obatan atau penggunaan salep relaksan.

C. Rangkuman

Jaringan otot merupakan jaringan yang mampu melangsungkan kerja mekanik dengan jalan kontraksi dan relaksasi sel atau serabutnya. Jaringan ini berfungsi melakukan pergerakan pada berbagai bagian tubuh. Jaringan otot dapat berinteraksi karena di dalamnya terdapat serabut kontaktil yang disebut myofibril. Jaringan otot menyusun 40-50% dari berat badan total yang berfungsi pergerakan, stabilisasi posisi tubuh, mengatur volum organ dan termogenesis. Jaringan otot terdiri atas sel-sel panjang yang disebut serabut otot yang mampu berkontraksi ketika dirangsang oleh impuls saraf. Jaringan otot tersusun dalam susunan paralel didalam sitoplasma, serabut otot adalah sejumlah besar mikrofilamen yang terbuat dari protein kontraktil aktin dan myosin. Jaringan otot pada manusia memiliki 3 jenis yaitu otot polos, lurik dan jantung. Sifat jaringan otot ialah eksitabilitas/ iritabilitas, dapat berkontraksi, dapat diregang tanpa merusak jaringannya pada batas tertentu, dan elastisitas.

Otot polos biasanya terdapat pada saluran pencernaan manusia, organ pernapasan, organ reproduksi, pembuluh darah. Otot lurik biasanya terdapat pada tulang atau organ-organ yang memiliki pergerakan sedangkan otot jantung berada pada jantung. Selain memiliki kedudukan dan fungsi terdapat juga gangguan yang terjadi pada jaringan otot manusia, salah satunya yang sering dialami adalah kelesuan, kekakuan pada otot dan kram otot.

D. Tugas

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan jaringan otot ?
2. Apa saja fungsi dan jaringan otot ?
3. Ada berapa jenis jaringan otot ? serta jelaskan fungsinya ?
4. Apa saja yang membedakan jenis jaringan otot ?
5. Gangguan apa saja yang terjadi pada jaringan otot ?

E. Referensi

- Champbell, Neil A. 2004. Biologi. Edisi kelima Jilid 3. Erlangga. Jakarta
- Ekosistem.co.id, 12 September 2022, *Jaringan Otot – Ciri Ciri, Fungsi, Struktur, Letak dan Gambarnya*, 14 September 2022, <https://ekosistem.co.id/jaringan-otot/>
- Halosehat.com, *13 Kelainan Otot Pada Manusia Yang Sering Terjadi*, 15 September 2022, <https://halosehat.com/tips-kesehatan/kesehatan-tubuh/kelainan-otot-pada-manusia>
- Purnomo, Sudjino, Trijoko, Suwarno Hadisusanto. 2009. Biologi. Pusat Berbukuan, Departemen Pendidikan Nasional
- Subowo. 2002. *Histologi Umum*. 1stEd. Jakarta: Bumi Aksara.
- Wahyuningsih, Heni Puji dan Kusmiyati, Yuni. 2017. *Anatomi Fisiologi*. Jakarta: Kemkes. BPPSDM.
- Wangko, Sunny. 2014. Jaringan Otot Rangka Sistem Membran Dan Struktur Halus Unit Kontraktil. *Jurnal Biomedik*, Volume 6, Nomor 3, Suplemen, November 2014, Hlm. S27-32
- Yatim, Wildan. 1990. *Biologi Modern Histologi*. Bandung: Penerbit Tarsito.
- Vander, Arthur J. 1986. *Human Physiology*, 4thed. Mc Graw: Hill Internasional Edition

Tentang Penulis

Penulis adalah seorang Dosen keperawatan pada Jurusan Keperawatan Politeknik Kesehatan Kemenkes Surakarta dari tahun 2001 sampai dengan sekarang, yang karirnya dimulai dari Guru Sekolah Perawat Kesehatan di Surakarta mulai tahun 1981 sampai tahun 2001

Buku Ajar dengan Judul Anatomi Fisiologi Manusia dapat menjadikan sumber belajar bagi Siswa, Mahasiswa dan para Guru atau Dosen yang membutuhkannya.

BAB V SISTEM SARAF

Septy Nur Aini, S.Kep., Ns., M.Kep

A. Tujuan Pembelajaran

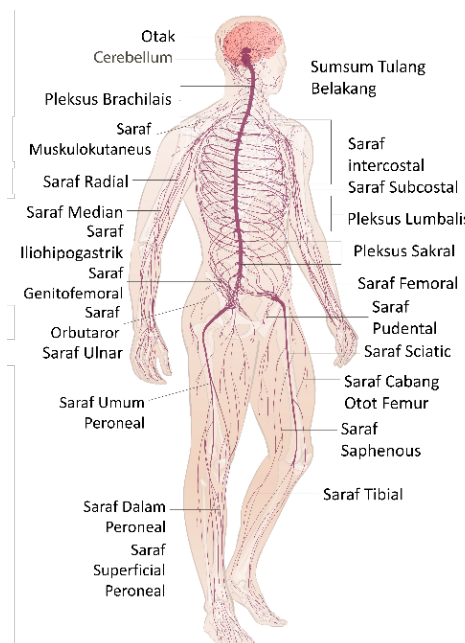
Mampu memahami jaringan syaraf yang meliputi konsep dasar system saraf, struktur dan klasifikasi, neuroglia, fisiologi saraf termasuk bagaimana informasi diproses dan kaitan system saraf dengan system yang lain.

B. Materi

1. Konsep Dasar Sistem Saraf

Sistem saraf merupakan jejaring komunikasi, proses informasi dan koordinasi utama tubuh manusia. Sistem ini sangat kompleks dan luas namun merupakan system penting dalam tubuh manusia. Koordinasi dan Kerjasama antara system saraf dan endokrin dapat mempertahankan homeostasis tubuh yang merupakan hal penting dalam kesejahteraan dan kesehatan manusia.

Sistem saraf dipelajari melalui neurologi. Neurologi berasal dari kata '*neuro*' dan '*logos*'. *Neuro* berarti saraf dan *logos* berarti ilmu. Neurologi dapat diartikan ilmu tentang saraf dan strukturnya (Pearce, 1993 dalam Nurhastuti dan Iswari, 2018).



Gambar Sistem Saraf Manusia

(Sumber: <https://www.shutterstock.com/image-illustration/human-body-parts-nervous-system-man-1192242088>)

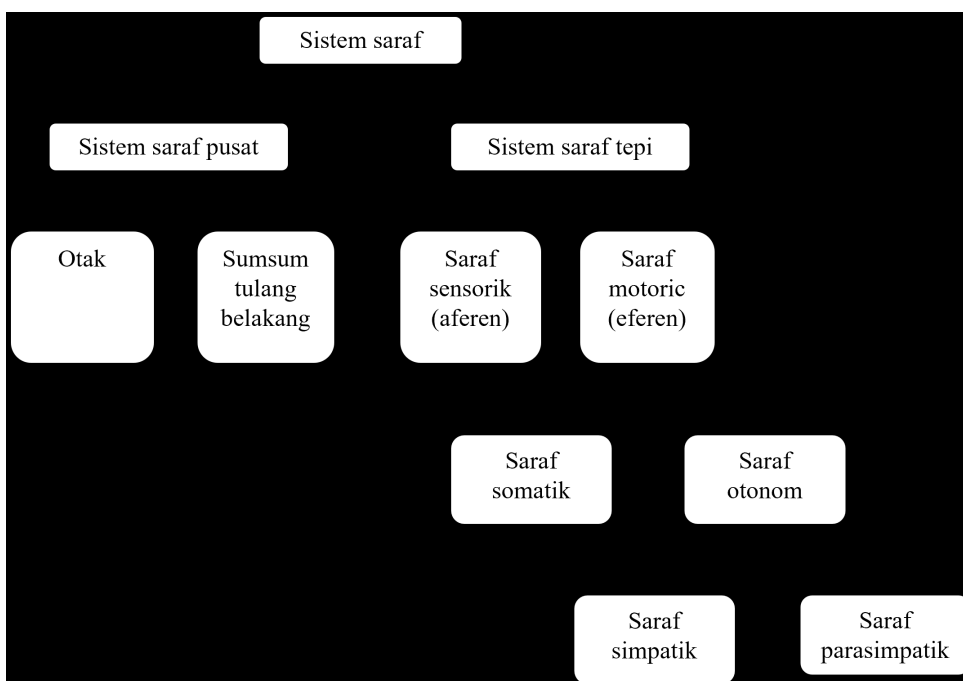
2. Klasifikasi Sistem Saraf

Sistem saraf terdiri atas tiga sistem atau komponen, yang dikelompokkan berdasarkan anatomi dan fungsinya yaitu sistem saraf pusat atau *Central Nervous System (CNS)*, sistem saraf tepi atau *Peripheral Nervous System (PNS)* dan sistem saraf otonom atau *Autonomic Nervous*

System (ANS). Beberapa pendapat menyebutkan bahwa *Autonomic Nervous System* (ANS) masuk dalam kategori *Pheriperal Nervous System* (PNS) (Waugh dan Grant, 2010).

Sistem saraf pusat terdiri dari otak dan sumsum tulang belakang (*medulla spinalis*). Sistem saraf pusat merupakan pusat struktur dan mekanisme kerja tubuh. Sistem saraf tepi terdiri dari saraf kranial, saraf spinal dan sistem saraf otonom. Sistem saraf pusat sering disebut sebagai koordinator dan pengambil keputusan, dan sistem saraf tepi sebagai pengirim informasi dalam bentuk masukan sensorik, dan sebagai penerima instruksi dalam bentuk keluaran secara motorik ke otot dan kelenjar.

Komponen ketiga adalah sistem saraf otonom. Sistem ini memiliki elemen dalam sistem saraf pusat dan berbagi beberapa saraf dengan sistem saraf tepi serta memiliki rantai saraf sendiri di sepanjang sumsum tulang belakang. Pekerjaan sistem saraf otonom terutama bersifat "otomatis" karena berkaitan dengan aktivitas-aktivitas seperti kendali tekanan darah dan pengaturan laju denyut jantung, tanpa kita sadari (Parker, 2013).



Skema Pembagian Sistem Saraf (Farley *et al*, 2014)

a. Sel Saraf (Neuron)

Neuron atau sel saraf merupakan unit fungsi dari sistem saraf. Otak manusia mempunyai lebih dari 100 miliar sel saraf, atau neuron, dan pada tubuh jumlahnya lebih banyak lagi. Neuron memiliki struktur, fungsi, dan cara berkomunikasi yang sangat spesifik (Parker, 2013).

1) Struktur Neuron

Struktur neuron terdiri dari tiga bagian yaitu badan sel, dendrit dan akson. Dendrit dan akson ini sering disebut sebagai serat saraf.

a) Badan sel

Badan sel atau disebut dengan *soma* atau *perikaryon* memiliki inti sel yang dikelilingi dengan sitoplasma. Bagian ini bertanggung jawab dalam sintesis protein dan mempertahankan kesehatan sel. Badan sel ini banyak ditemukan terutama pada sistem saraf pusat yang secara bersama-sama membentuk jaringan yang

disebut sebagai *grey matter*. Bagian ini berfungsi untuk analisis, integrasi dan penyimpanan informasi.

Badan sel ini tidak memiliki centrosome sehingga neuron tidak dapat melakukan mitosis, akibatnya apabila terjadi kerusakan pada jaringan otak, misalnya stroke, sel tidak dapat digantikan (Farley *et al*, 2014).

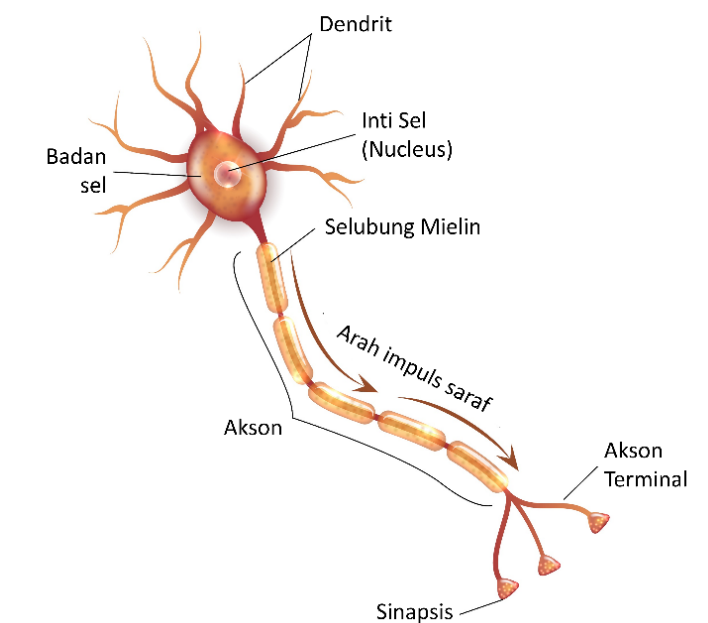
b) Dendrit

Dendrit merupakan cabang proyeksi sitoplasma dari badan sel. Dendrit menerima pesan dari neuron lain, atau dari sel mirip saraf di organ indra, dan menghantarkan pesan itu ke badan sel neuron. Dendrit berbentuk cenderung pendek dan memiliki banyak cabang.

c) Akson

Akson merupakan proyeksi tunggal sitoplasma dari badan sel dan berfungsi menghantarkan pesan keluar dari badan sel ke neuron lain atau ke otot dan sel kelenjar. Akson bentuknya biasanya lebih panjang dan memiliki banyak cabang. Ukurannya bervariasi mulai kurang dari satu milimeter sampai dengan lebih dari satu meter. Pada bagian ujung akson terdapat beberapa cabang serat terminal atau disebut akson terminal atau *telodendria*. Apabila menyatu dalam bentuk berkas, dendrit dan akson membentuk *white matter*. Tampilan putih ini merupakan hasil dari mielin yang mengelilingi akson (Farley *et al*, 2014).

NEURON



Gambar Sel Saraf

(Sumber: <https://image.shutterstock.com/image-illustration/neuron-that-main-part-nervous-260nw-334761650.jpg>)

2) Jenis Neuron

Badan sel neuron memiliki bentuk dan ukuran yang bervariasi, termasuk juga jenis, jumlah dan panjang tonjolannya. Neuron diklasifikasikan berdasarkan jumlah tonjolan yang keluar dari badan sel. Neuron juga dapat diklasifikasikan berdasarkan fungsi.

Tabel 1. Klasifikasi neuron berdasarkan struktur (Thibodeau dan Patton 2010, Tortora dan Derrickson 2013)

Gambar	Klasifikasi	Karakteristik
<p>Neuron Motorik, Pyramidal neuron, Purkinje cell, Dendrit, Akson</p>	Multipolar	Mengandung beberapa dendrit yang berkomunikasi langsung dengan badan sel dan memiliki satu akson. Sebagian besar neuron di sistem saraf pusat merupakan jenis multipolar
<p>Retinal neuron, Olfactory neuron, Dendrit, Akson</p>	Bipolar	Mengandung satu dendrit utama dan satu akson. Neuron ini dapat ditemukan di retina mata, bagian dalam telinga dan area olfaktori otak.
<p>Neuron Sensorik Sentuhan dan Nyeri, Dendrit, Akson</p>	Unipolar	Mengandung dendrit dan satu akson yang menyatu membentuk tonjolan tunggal dari badan sel. Neuron ini disebut juga neuron sensori.
<p>Sel Amacrine, Dendrit</p>	Anaxonic	Neuron kecil dimana dendrit dan akson tidak dapat dibedakan

Sumber gambar: <https://image.shutterstock.com/image-vector/types-neurons-260nw-73619698.jpg>

Tabel 2. Klasifikasi neuron berdasarkan fungsi (Thibodeau and Patton 2010, Tortora and Derrickson 2013)

Klasifikasi	Karakteristik
Neuron sensori atau aferen	Menghantarkan impuls saraf ke sistem saraf pusat melalui saraf kranial dan spinal. berfungsi memonitor lingkungan internal dan eksternal dan menyampaikan informasi ini ke sistem saraf pusat
Neuron motorik atau eferen	Menghantarkan impuls saraf keluar dari sistem saraf pusat ke otot dan kelenjar untuk memunculkan aksi misalnya kontraksi otot atau sekresi kelenjar
Interneuron atau neuron asosiasi	Ditemukan terutama pada sistem saraf pusat dan bertanggung jawab dalam menghubungkan neuron sensori dan motorik.

3) Jejaring Neuron

Dendrit dan akson yang meliuk-liuk dalam jaring saraf, yang menjulur keluar untuk berkomunikasi, tampak jelas dalam gambar ini. Neuron ini berjenis neuron multipolar, ditemukan terutama dalam korteks otak. Sebuah neuron dapat berhubungan melalui tonjolannya dengan banyak sel lain.

4) Sel Penunjang

Sel penunjang saraf, yaitu sel glia atau neuroglia, melindungi dan memberi makan neuron. Neuroglia terdapat pada sistem saraf pusat maupun sistem saraf tepi. Neuroglia melebihi jumlah neuron dengan variasi terbesar dari neuroglia ditemukan di dalam CNS, di mana mereka menyumbang sekitar setengah dari total volume jaringan saraf (Totorora dan Derrickson 2012).

Ada beberapa jenis sel glia. Sel yang paling kecil adalah mikroglia, yang menghancurkan mikroorganisme, partikel asing, dan serpihan sel dari neuron rusak. Sel ependimal melapisi rongga yang penuh dengan cairan serebrospinal, yang mengelilingi otak dan sumsum tulang belakang. Sel glia lain menyekat akson dan dendrit atau mengatur aliran cairan serebrospinal (Parker, 2013).

- Astrosit

Diberi nama sesuai bentuk selnya yang menyerupai bintang, sel ini memberikan dukungan dan nutrisi.

- Oligodendrosit

Sel ini memberikan kerangka dukungan serta menghasilkan dan memelihara segmen selubung mielin untuk akson tertentu.

b. Saraf

Saraf berbentuk menyerupai tali melewati di antara dan bercabang ke dalam organ dan jaringan tubuh. Saraf terdiri atas untaian komunikasi-akson yang memanjang atau neuron dalam seraf. Setiap berkas disebut fasikel.

c. Regenerasi Saraf

Serat saraf tepi yang rusak atau terpotong sebagian dapat beregenerasi dengan lambat jika badan selnya tidak rusak. Bagian serat yang rusak kehilangan pasokan makanan dan berdegenerasi, meninggalkan selubung mielin yang kosong. Sisa serat yang sehat mulai tumbuh di sepanjang selubung kosong dengan kecepatan 1-2 mm perhari. Regenerasi alami jarang terjadi dalam serat saraf otak dan sumsum tulang belakang. Neuron berkembang secara khusus sehingga tidak dapat bereplikasi atau membuat ulang hubungannya kembali.

d. Transmisi Impuls Saraf

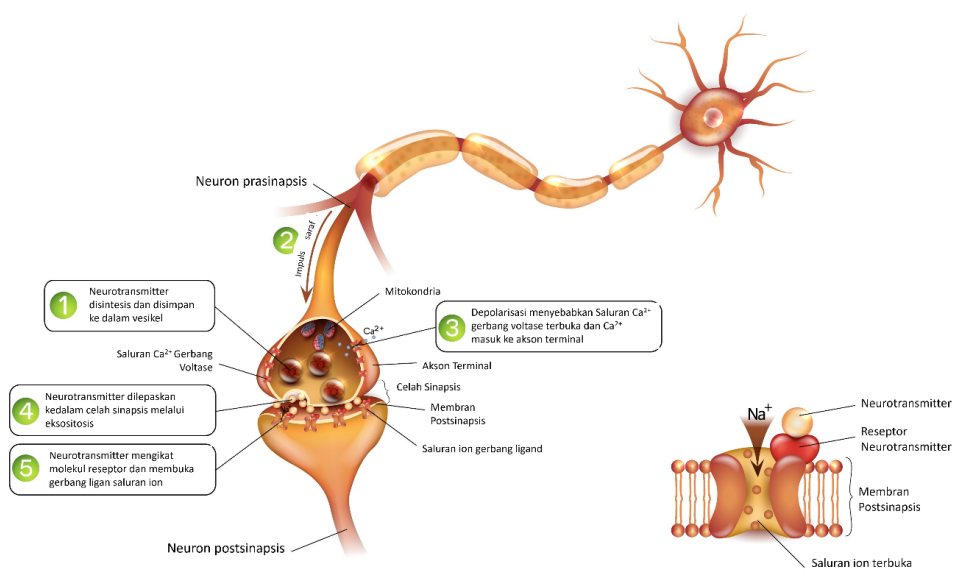
Saraf berkomunikasi satu dengan yang lain dan dengan jaringan target. Informasi disampaikan ke sistem saraf pusat melalui neuron sensori atau aferen, kemudian diproses oleh sistem saraf pusat sebelum menginisiasi respon melalui neuron motorik atau eferen. Informasi disampaikan melalui penghantaran secara listrik maupun kimiawi. Sel saraf bersifat unik karena dapat memunculkan dan menghantarkan sinyal yang disebut sebagai impuls. Impuls ini sama di seluruh tubuh - berkekuatan sekitar 100 milivolt (0,1 volt) dan lamanya hanya 1 milidetik (1/1.000 detik). Impuls ini bersifat elektrik dan sering disebut sebagai potensial aksi.

Transmisi impuls atau potensial aksi ini merupakan hasil pergerakan ion melewati membran sel saraf. Pada membran sel terdapat perbedaan muatan elektrik yang disebut perbedaan potensial dan menghasilkan penyebaran yang tidak merata antara ion potassium dan sodium pada kedua sisi membran. Pada fase istirahat, muatan di dalam membran sel negative (Potassium 148mmol/L dan Sodium 10 mmol/L) sedangkan muatan diluar positif (Potasium 5 mmol/L dan Sodium 142 mmol/L). Perlu diketahui bahwa substansi ini cenderung berpindah ke konsentrasi yang lebih rendah melalui difusi.

Impuls melompat dari satu neuron ke neuron lain pada pertautan yang dikenal sebagai sinapsis. Pada sinapsis ini, aktivitas pada satu neuron akan mempengaruhi karakteristik membrane dari sel lain Hal ini tergantung pada keberadaan senyawa kimiawi yang disebut neurotransmitter, sedangkan membrane presinapsis dan postsinapsis dipisahkan oleh celah sempit yang disebut sebagai celah sinapsis. Beberapa contoh neurotransmitter yaitu *acetylcholine*, *dopamine*, *adrenaline*, *gamma amoniobutyric acid*, *glycine*, *histamin*, *noradrenaline* dan *serotonin*.

Jika impuls listrik tiba di pertautan (sinapsis), sinyal ini memicu pelepasan zat kimia yang disebut neurotransmitter. Neurotransmitter menyeberangi celah sempit (celah sinapsis) di antara membran neuron prasinapsis (pengirim) dan neuron pascasinapsis (penerima). Mereka dapat memicu impuls baru di neuron penerima atau secara aktif mencegah neuron menembakkan impuls.

Jika neurotransmitter sampai di reseptor penerimanya, neurotransmitter dapat merangsang atau menghambat sel penerima. Kedua respons tersebut sama-sama berharga dalam pengiriman pesan di seluruh sistem saraf. Untuk merangsang sel penerima, ion natrium positif masuk ke dalam sel, mendepolarisasi membran dengan cara yang sama seperti impuls saraf. Efek depolarisasi ini menyebar ke membran selama beberapa milidetik, lalu perlahan-lahan hilang, Jika sinyal berikutnya masuk ke dalam sel, sinyal ini bisa menjadi cukup kuat untuk mencetuskan impuls saraf baru. Untuk menghambat sebuah sel, ion klorida yang bermuatan negatif masuk ke dalam sel. Efek negatif menyebar melalui membran sel dan menghambat rangsang sel (Parker, 2013).



Gambar Transmisi impuls saraf

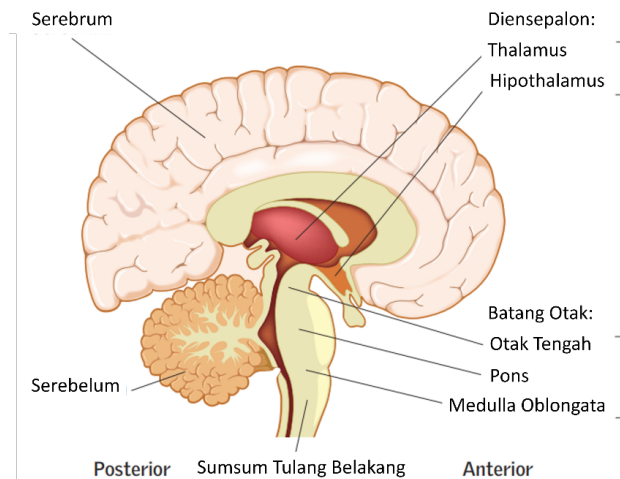
(Sumber: <https://image.shutterstock.com/image-illustration/synapse-detailed-anatomy-beautiful-colorful-260nw-395465935.jpg>)

e. Sistem Saraf Pusat

1) Otak

Otak merupakan pusat kesadaran yang mengkoordinasi sebagian besar gerakan yang disadari dan mengatur juga proses yang tidak disadari.

Struktur otak meliputi serebrum, Diensefalon, serebelum, Otak Tengah, Pons dan Medulla Oblongata.

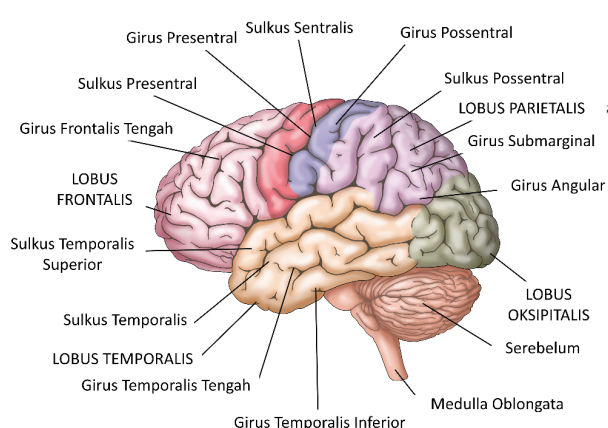


Gambar Struktur Otak
(Sumber: Hendry *et al*, 2014)

- Serebrum

Serebrum merupakan bagian terbesar otak yang memiliki permukaan berlipat-lipat dengan pola lipatan yang unik untuk setiap orang. Lekukan otak disebut sulkus (*sulci*) jika dangkal dan disebut fisura (*fissures*) jika dalam. Gerigi di permukaan otak disebut girus (*gyri*).

Serebrum terbentuk dari bagian abu (*grey matter*) dan bagian putih (*white matter*). Hemisfer otak dihubungkan oleh jaringan yang disebut *corpus callosum* yang terdiri dari bagian putih dimana informasi dapat dihantarkan dari satu sisi otak ke yang lain. Fisura dan beberapa sulkus besar membagi masing-masing hemisfer ke empat daerah fungsional yang disebut lobus: frontal, parietal, oksipital, dan temporal (Parker, 2013).



Gambar Lobus Otak

(Sumber: <https://image.shutterstock.com/z/stock-photo-brain-structure-with-lobes-descriptions-colored-brain-1661412934.jpg>)

Lobus frontalis berfungsi dalam menghasilkan bicara, memicu gerakan dan aspek kepribadian. Lobus parietalis merupakan daerah dimana sensasi tubuh seperti rabaan, suhu, tekanan, dan nyeri diterima dan diterjemahkan. Lobus Oksipitalis merupakan daerah yang berperan dalam pengolahan dan penerjemahan informasi visual dari sinyal saraf sensorik yang dikirim oleh mata. Lobus Temporalis berfungsi dalam pengenalan bunyi, nada dan kerasnya serta berperan dalam penyimpanan ingatan (Parker, 2013).

Pusat otak mengandung talamus, yang berperan sebagai stasiun pengirim informasi otak. Struktur di sekeliling talamus ini adalah sistem limbik, yang berperan dalam insting bertahan hidup, perilaku, dan emosi. Terkait erat dengan sistem limbik adalah hipotalamus, yang menerima informasi sensorik.

- Diensefalon

Diensefalon terdiri dari Talamus dan hypoTalamus. Talamus merupakan 80% dari Diensefalon dan merupakan stasiun pengirim informasi otak. Talamus terletak di atas batang otak dan berbentuk seperti dua telur berdampingan dan terletak hampir di "jantung" otak. Struktur di sekeliling talamus ini adalah sistem limbik, yang berperan dalam insting bertahan hidup, perilaku, dan emosi. Terkait erat dengan sistem limbik adalah hipotalamus. Hipotalamus letaknya di bawah Talamus diatas kelenjar pituitary dan mempunyai ukuran kurang lebih sebesar kubus gula dan mengandung banyak kumpulan neuron yang disebut nukleus. Hipotalamus biasanya dikenal sebagai pusat integrasi vital sistem limbik. Tangkai di bawah hipotalamus berhubungan dengan kelenjar hipofisis, kepala kelenjar sistem hormonal. Selain hubungan endokrin yang erat, hipotalamus juga memiliki hubungan yang rumit dengan sistem limbik di sekitarnya, dan dengan bagian otonomik sistem saraf umum. Hipotalamus mempengaruhi dan mengatur pengontrolan suhu tubuh, makan, minum, emosi yang kuat dan irama sirkadian (Hendry *et al*, 2014).

- Serebelum

Serebelum memiliki struktur yang serupa dengan cerebrum, terletak pada posterior dan inferior dari rongga tengkorak, belakang pons dan dibawah cerebrum. Serebelum memiliki miliaran neuron yang terhubung dengan daerah otak lain dan sumsum tulang belakang untuk membantu gerakan yang membutuhkan ketepatan tinggi (Parker, 2013). Serebelum juga bertanggung jawab mempertahankan postur tubuh dan keseimbangan, dan kontraksi otot (Jenkins dan Tortora, 2013)

- Otak Tengah, Pons dan Medulla Oblongata

Otak Tengah, Pons dan Medulla Oblongata disebut sebagai batang otak. Otak tengah terletak diantara Diensefalon dan pons dan berfungsi sebagai stasiun penghubung reseptor pendengaran dari telinga ke Talamus. Pons juga merupakan stasiun penghubung informasi dari koordinasi gerakan sadar antara cerebrum dan cerebellum. Medulla oblongata terletak diantara foramen magnum dan pons, merupakan pusat penting meliputi pusat pernapasan, jantung, pembuluh darah.

Pada bagian ujung medulla, Sebagian besar saraf motorik menyilang ke sisi yang berlawanan sehingga hemisfer kiri otak mengatur gerakan tubuh bagian kanan dan sebaliknya. Hal ini disebut sebagai piramida dekusasi (decussation piramida) (Jenkins dan Tortora, 2013).

3. Perlindungan Otak

Otak memiliki beberapa bentuk perlindungan. Otak dilindungi oleh tiga membran pelindung (meninges) yang menyelubunginya, dan ventrikel (bilik) dalam otak menghasilkan media berair dalam tengkorak yaitu cairan serebrospinal (*cerebrospinal fluid* - CSF) yang meredam dan menyebarkan gaya mekanik berlebihan yang dapat menyebabkan cedera berat. Otak juga dilindungi oleh tulang tengkorak.

Membran paling luar meninges disebut dura mater yang berisi pembuluh darah. Lapisan tengah disebut araknoid yang terdiri atas jaringan ikat dan membran paling dalam disebut pia mater yang berada paling dekat dengan otak.

Cairan cerebrospinal (CSF) merupakan cairan bening, yang diperbaharui empat sampai lima kali sehari. CSF mengandung protein, glukosa, limfosit, asam laktat dan urea. Fungsi dari cairan cerebrospinal meliputi:

- a. Mendukung berat otak dalam hal ini membuat otak tetap mengambang pada cranium
- b. Bertindak sebagai peredam kejutan
- c. Memastikan tekanan seragam di sekitar otak dan sumsum tulang belakang
- d. Memberikan nutrisi pada otak dan sumsum tulang belakang serta membuang zat sisa.

CSF melindungi dan memelihara baik otak dan sumsum tulang belakang saat mengalir mengelilinginya. Cairan dihasilkan oleh pleksus koroid yang merupakan kumpulan kapiler berdinding tipis dalam ventrikel lateral, yang mengalir ke ventrikel ketiga. Kemudian cairan mengalir ke ventrikel keempat, terletak di depan serebelum. Kemudian mengalir ke atas menuju otak bagian belakang, turun di sekitar sumsum tulang belakang, dan naik ke otak bagian depan. Peredaran cairan dibantu oleh denyut arteri serebral. Peredaran di sekeliling sumsum tulang belakang dibantu oleh gerakan tulang belakang, CSF mengalir ke bawah di sepanjang bagian belakang sumsum tulang belakang dan di kanal sentral, dan kemudian kembali ke atas di sepanjang bagian depan sumsum tulang belakang. Setelah beredar di seluruh otak, CSF diserap kembali ke dalam darah melalui struktur yaitu granulasi araknoid, yang berupa tonjolan lapisan araknoid ke dalam sinus sagital besar, atau vena serebral.

Otak dengan berat sekitar 2 persen dari total berat tubuh memerlukan 20 persen darah tubuh. Otak yang mengalami kekurangan oksigen dalam empat sampai delapan menit dapat mengalami kerusakan. Otak mendapat pasokan darah dari arteri karotid pada setiap sisi leher dan dua arteri vertebral yang mengalir di sepanjang sumsum tulang belakang. Pada dasar otak terdapat cincin penghubung arteri atau disebut Lingkaran Willis. Cincin arteri ini memberi banyak jalur untuk memasok darah beroksigen ke seluruh bagian otak. Jika salah satu jalur terhambat, darah dapat dipasok dari arteri alternatif lain dalam lingkaran. (Parker, 2013; Hendry *et al*, 2014).

a. Sumsum Tulang Belakang (*Medulla spinalis*)

Sumsum tulang belakang merupakan berkas rumit serat saraf (akson). Pada orang dewasa memiliki panjang sekitar 42-45 cm dan lebar 2 cm. Sumsum tulang belakang memanjang mulai dari dasar otak sampai ke bagian bawah tulang belakang (lumbosakral). Berbentuk seperti tabung pipih dengan diameter yang mengecil dari bagian servikal sampai ke sacral. Sumsum tulang belakang terdiri dari 31 segmen dengan masing-masing memiliki sepasang akar dorsal dan ventral yang membentuk saraf spinal (Farley *et al*, 2014).

Struktur dalam sumsum tulang belakang berkebalikan dengan otak. Otak memiliki substansi abu-abu di luar dan substansi putih di dalam. Sumsum tulang belakang memiliki substansi abu-abu di dalam, berbentuk seperti kupu-kupu. Bagian ini terbentuk dari badan sel neuron dan serat saraf tidak berselubung (tidak bermielin). Di sekitarnya terdapat lapisan luar substansi putih, terbentuk oleh sebagian besar saluran serat saraf bermielin yang membawa impuls saraf ke atas dan ke bawah sumsum tulang belakang, di antara otak dan tubuh. Saraf tulang belakang masuk ke sumsum tulang belakang melalui celah-celah di antara tulang belakang, yang dipisahkan oleh bantalan tulang rawan, yaitu cakram intervertebra. Saraf berpecah dan memasuki bagian belakang dan depan sumsum tulang belakang dalam bentuk akar saraf tulang belakang (Parker, 2013).

Sumsum tulang belakang terlindung di dalam kanal tulang belakang yang terletak di dalam kolom tulang belakang. Kolom tulang belakang bersama dengan ligamen dan otot penguatnya melindungi sumsum tulang belakang dari benturan langsung. Dalam kanal tulang belakang juga terdapat cairan serebrospinal yang berperan sebagai peredam kejut. Jaringan epidural terletak di antara periosteum (membran yang melapisi tulang pada kanal tulang belakang) dan dura mater, lapisan luar dari meninges. Ruang epidural memberikan lapisan pelindung berupa lemak dan jaringan ikat (Parker, 2013).

Dalam substansi putih sumsum tulang belakang, serat saraf dikelompokkan menjadi berkas utama, atau disebut saluran. Saluran ke atas menghantarkan impuls tentang sensasi tubuh dan indra internal seperti nyeri ke atas sumsum tulang belakang menuju otak. Saluran ke bawah menghantarkan sinyal motorik dari otak ke otot rangka badan dan tungkai agar terjadi gerakan yang disadari. Secara rinci berkas ini terbagi menjadi:

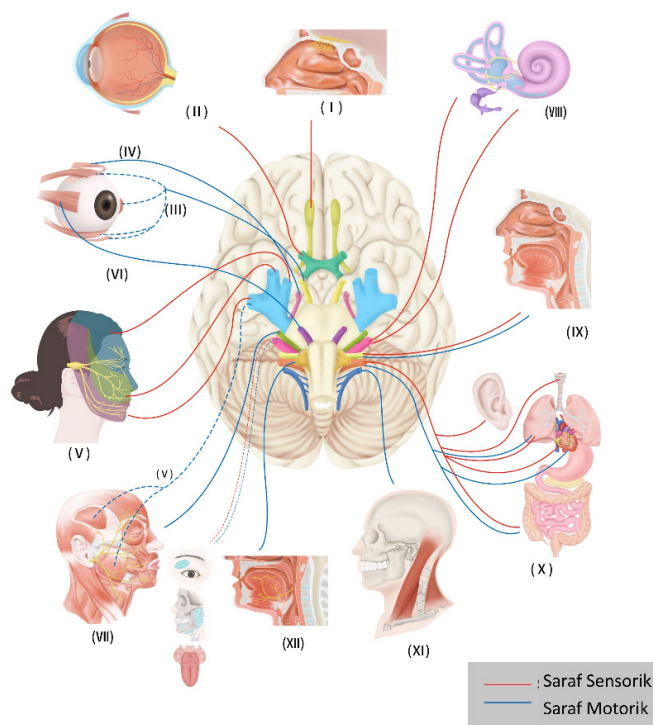
- Tanduk dorsal (belakang)
Neuron di sini menerima informasi dari serat saraf sensorik di seluruh tubuh tentang raba, suhu, kesadaran akan aktivitas otot, dan keseimbangan
- Tanduk lateral (samping)
Hanya terdapat di beberapa tingkat sumsum tulang belakang, tempat neuron memantau dan mengatur organ internal, seperti jantung, paru-paru, lambung, dan usus
- Tanduk ventral (depan)
Neuron di sini mengirim serat motorik ke otot rangka, menimbulkan kontraksi dan gerakan (Parker, 2013).

4. Sistem Saraf Tepi

Sistem saraf tepi terdiri dari saraf kranial, saraf spinal dan sistem saraf otonom. Sistem saraf tepi tersusun dari saraf sensorik (afere) dan saraf motorik (eferen).

a. Saraf Kranial

Saraf kranial muncul dari permukaan inferior otak dan diberi nomor sesuai urutannya terhubung dengan otak dari anterior ke posterior (Patton dan Thibodeau, 2010). Terdapat 12 pasang saraf kranial.



Gambar Saraf Kranial

(Sumber: <https://image.shutterstock.com/image-illustration/medical-illustration-explain-cranial-nerve-260nw-1514461661.jpg>)

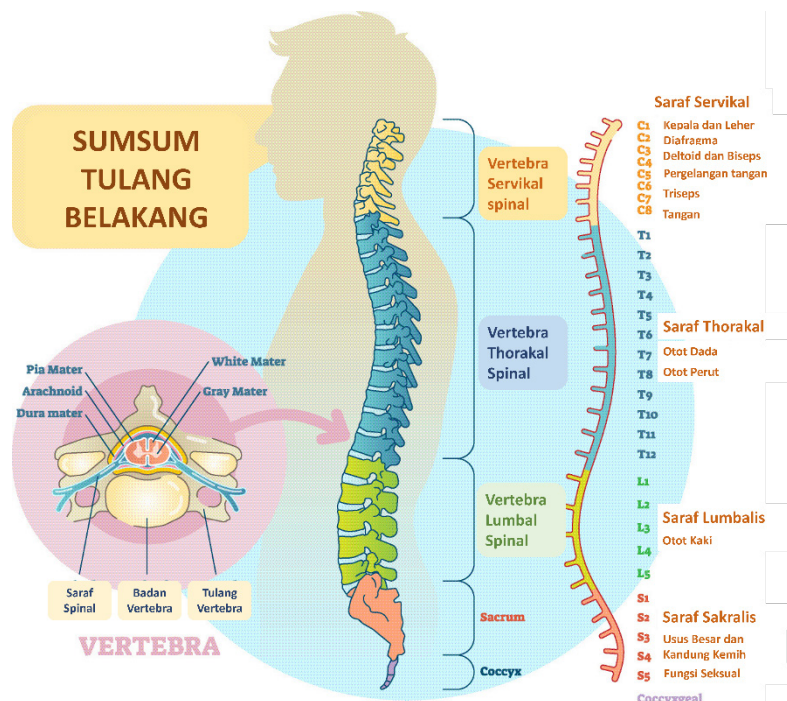
Tabel 3. Saraf Kranial (Parker, 2013).

No	Nama Saraf	Jenis Saraf	Fungsi
I	Olfaktori	Sensorik	Menghantarkan informasi tentang bebauan dari epitel olfaktori dalam hidung, tepat di atas rongga hidung, melalui bulbus olfaktori dan saluran olfaktori menuju pusat limbik otak.
II	Optik	Sensorik	Membawa informasi visual dari sel batang dan sel kerucut dalam retina sampai ke korteks visual dalam otak
III	Okulomotor	Motorik	Mengatur pergerakan otot bola mata dan kelopak mata
IV	Toklear	Motorik	Mengatur pergerakan otot bola mata
V	Trigeminus	Campuran (dua sensorik dan satu cabang campuran)	Cabang oftalmik dan maksilar mengumpulkan sinyal dari mata, wajah, dan gigi; serat motorik mandibular mengendalikan otot pengunyah, dan serat sensorik membawa sinyal dari rahang bawah.
VI	Abdusens	Motorik	Mengatur pergerakan bola mata
VII	Fasial	Campuran	Cabang sensorik berasal dari ujung pengecap dari bagian dua pertiga depan lidah untuk fungsi kecap (rasa); serat motorik memanjang ke otot ekspresi wajah untuk fungsi pergerakan di wajah dan kelenjar saliva dan lakrimal untuk fungsi kelenjar pencernaan

No	Nama Saraf	Jenis Saraf	Fungsi
VIII	Auditori (Vestibulokoklear)	Sensorik	Cabang vestibular membawa sinyal saraf dari telinga dalam tentang orientasi kepala dan keseimbangan; cabang koklear membawa sinyal dari telinga tentang bunyi dan pendengaran
IX	Glosofaring	Campuran	Sensorik berfungsi pada rasa (kecap) dan motorik berfungsi dalam Gerakan lidah dan menelan
X	Vagus	Campuran	Saraf kranial paling panjang dan memiliki cabang paling banyak, vagus (artinya "pengembara") memiliki serat sensorik, motorik, dan otonom yang melewati kepala bagian bawah, tenggorokan, leher, dada, dan perut; saraf ini berperan dalam fungsi vital tubuh, seperti menelan, bernapas, denyut jantung, dan pembentukan asam lambung.
XI	Aksesoris	Motorik	Saraf ini mengendalikan otot dan gerakan di kepala, leher, dan bahu. Saraf ini juga merangsang otot faring dan laring, yang berperan dalam proses menelan.
XII	Hipoglosus	Motorik	Berfungsi dalam pengaturan otot di lidah

b. Saraf Tulang Belakang (Saraf Spinal)

Saraf tulang belakang menghubungkan sistem saraf pusat melalui reseptor sensori, otot dan kelenjar ke seluruh tubuh. Saraf tulang belakang terdiri dari 31 pasang yang terbagi menjadi 8 saraf servikal (C1-C8), 12 saraf torakal (T1-T12), 5 saraf lumbalis (L1-L5), 5 saraf sacral (S1-S5) dan 1 saraf coccygeal (Co1) (Jenkins and Tortora, 2013).



Gambar Saraf Tulang Belakang

(Sumber: <https://image.shutterstock.com/image-vector/spinal-cord-schematic-diagram-all-260nw-1008694237.jpg>)

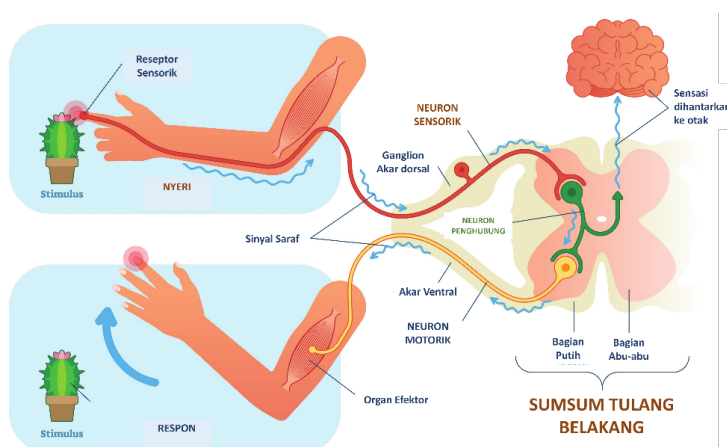
Pada saraf tulang belakang terdapat pleksus. Pleksus adalah kumpulan saraf yang besar. Beberapa segmen sumsum tulang belakang terlibat dalam persarafan otot-otot perifer yang kompleks. Akar anterior saraf tulang belakang berbaaur untuk membentuk sebuah pleksus. Pembauran ini berarti kerusakan ke satu saraf tulang belakang tidak menyebabkan hilangnya total fungsi ke wilayah tertentu. Ada lima besar pleksus saraf campuran di sisi kiri dan kanan dari kolom vertebral: pleksus serviks, pleksus brakialis, pleksus lumbalis, pleksus sakralis dan pleksus coccygeal. Saraf toraks tidak terbentuk pleksus (Waugh dan Grant, 2010). Fungsi dari masing-masing pleksus ini dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Fungsi Pleksus

Pleksus	Fungsi
Servikal	Saraf sensorik mempersarafi kulit kepala, telinga, dada, leher, dan bahu; saraf motorik mempersarafi otot leher dan diafragma
Brakialis	Saraf sensorik dan motorik mempersarafi bahu dan tungkai atas
Lumbalis	Saraf sensorik dan motorik mempersarafi perut bagian bawah, genitalia eksterna dan sebagian anggota gerak bawah
Sakralis	Saraf sensorik dan motorik mempersarafi bokong, perineum dan tungkai bawah.
Coccygeal	Saraf sensorik dan motorik mempersarafi kulit di sekitar tulang ekor dan daerah anus

5. Refleks Tulang Belakang

Refleks adalah respons terhadap rangsang yang bersifat cepat, tidak disadari dan dapat diduga. Sebagian besar refleks berhubungan dengan bertahan hidup dan mempertahankan tubuh dari kerusakan dan bahaya, seperti batuk untuk membuang zat iritan dari saluran napas bawah dan bersin untuk membersihkan saluran napas di hidung. Pada umumnya, refleks terjadi di dalam sirkuit saraf lengkap yang tidak melibatkan daerah otak yang lebih tinggi, tempat di mana kesadaran dan kewaspadaan terjaga; otak biasanya baru sadar akan respons refleks setelah hal tersebut terjadi, di saat sudah terlambat untuk menghindarinya. Refleks tulang belakang melibatkan rangkaian serat saraf sensorik yang membawa informasi ke sumsum tulang belakang dan kemudian berhubungan langsung, atau melalui neuron perantara, ke serat saraf motorik, sehingga perintah gerakan langsung keluar dari sumsum tulang belakang ke otot yang berhubungan (Parker, 2013; Farley *et al*, 2014).



Gambar Proses Terjadinya Reflek

(<https://image.shutterstock.com/image-vector/spinal-reflex-arc-anatomical-scheme-260nw-1034444152.jpg>)

C. Rangkuman

Sistem saraf terdiri atas tiga sistem atau komponen, yaitu sistem saraf pusat atau *Central Nervous System* (CNS), sistem saraf tepi atau *Pheriperal Nervous System* (PNS) dan sistem saraf otonom atau *Autonomic Nervous System* (ANS). Sistem saraf berfungsi sebagai jejaring komunikasi, proses informasi dan koordinasi utama tubuh manusia. Sistem saraf pusat terdiri dari otak dan sumsum tulang belakang sedangkan system saraf tepi terdiri dari saraf kranial, saraf spinal dan sistem saraf otonom. Unit fungsi dari system saraf yaitu neuron atau sel saraf. Saraf saling berkomunikasi satu dengan yang lain maupun dengan jaringan target. Informasi disampaikan melalui penghantaran secara listrik maupun kimiawi.

D. Tugas

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Bagian dari sel saraf yang menerima dan mengirimkan impuls ke badan sel saraf disebut...
 - a. Akson
 - b. Dendrit
 - c. Sinapsis
 - d. Nukleus
 - e. Sitoplasma
2. Lobus otak yang berfungsi sebagai pusat pendengaran adalah...
 - a. Frontalis
 - b. Oksipitalis
 - c. Parietalis
 - d. Temporalis
 - e. Talamus
3. Saraf tepi kranial yang berperan dalam Gerakan lidah adalah...
 - a. Fasial
 - b. Olfaktori
 - c. Aksesoris
 - d. Trigemini
 - e. Hipoglossus
4. Merupakan bagian batang otak yang merupakan pusat pernapasan, jantung, pembuluh darah yaitu...
 - a. Pons
 - b. Serebrum
 - c. Talamus
 - d. Otak Tengah
 - e. Medulla Oblongata
5. Bagian system saraf yang menjadi pusat terjadinya refleks adalah...
 - a. Medulla Spinalis
 - b. Medulla Oblongata
 - c. Serebrum

- d. Serebelum
- e. Pons

Kunci Jawaban

- 1. B
- 2. D
- 3. E
- 4. E
- 5. A

E. Referensi

- Farley, A., Johnstone, C., Hendry, C., McLafferty, E. (2014). Nervous System: Part 1. *Nursing Standard*. 28,31 46-51
- Farley, A., McLafferty, E., Johnstone, C., Hendry, C. (2014). Nervous System: Part 3. *Nursing Standard*. 28,33 46-50
- Hendry, C., Farley, A., McLafferty, E., Johnstone, C. (2014). Nervous System: Part 2. *Nursing Standard*. 28,32 45-49
- Jenkins, G., Tortora, G.J. (2013). *Anatomy and Physiology from Science to Life. International Student Version. Third edition*. John Wiley and Sons, Singapore
- Nurhastuti, Iswari, M. (2018). *Anatomi Tubuh dan Sistem Persyarafan Manusia*. Goresan Pena, Jawa Barat
- Parker, Steve. (2013). *Ensiklopedia Tubuh Manusia. Edisi kedua*. Erlangga, Jakarta
- Patton, K.T., Thibodeau, G.A. (2010). *Anatomy & Physiology. Seventh edition*. Mosby Elsevier, St Louis MO.
- Thibodeau, G.A., Patton, K.T. (2010). *Anatomy and Physiology. Seventh edition*. Mosby Elsevier, Missouri.
- Tortora, G.J., Derrickson, B. (2013). *Essentials of Anatomy and Physiology. International Student Version. Ninth edition*. John Wiley and Sons, Singapore.
- Waugh, A., Grant, A. (2010). *Ross and Wilson Anatomy and Physiology in Health and Illness. 11th edition*. Churchill Livingstone Elsevier, Edinburgh.

F. Glosarium

- artery* (arteri) : setiap pembuluh darah tempat darah mengalir dari jantung ke semua bagian tubuh
- autonomic* (otonom) : bukan subjek terhadap kontrol volunter, seperti sistem saraf otonom, otomatis
- axon* (akson) : pertumbuhan badan sel saraf ke arah luar yang menghantarkan impuls menjauh dari badan sel
- brain stem* (batang otak) : bagian otak yang menghubungkan hemisfer serebral dan medulla spinalis
- central nervous system* (sistem saraf pusat) : otak dan medulla spinalis
- cerebellum* (serebelum) : bagian otak yang berlokasi di bagian belakang batang otak. Serebelum memiliki tiga lobus, satu lobus median (*vermis*) dan dua lobus lateral (*hemisfer*)

<i>cerebral cortex</i> (korteks serebral)	: bagian luar otak yang terbuat dari substansia grisea lunak yang mengandung sebagian besar badan sel saraf.
<i>cerebral lobes</i> (lobus serebral)	: empat lobus otak yang memungkinkan manusia menghubungkan impresi/kesan dan informasi, yang menjadi pengetahuan
<i>cerebrospinal fluid</i> (cairan cerebrospinal)	: cairan seperti limfe yang membentuk bantalan pelindung di sekitar dan didalam sistem saraf pusat
<i>cerebrum</i> (serebrum)	: otak besar, bagian utama otak, Menyusun 80% volume otak
<i>coccyx</i> (koksiks)	: tulang ekor
<i>corpus callosum</i> (korpus kalosum)	: suatu pita yang berisi sekitar 200 juta neuron yang menghubungkan hemisfer otak kanan dan kiri
<i>cranial nerves</i> (saraf kranial)	: salah satu dari dua set kelompok saraf yang terdiri dari sistem saraf perifer, saraf ini berasal dari dalam otak
<i>cytoplasm</i> (sitoplasma)	: area sel yang tidak berlokasi di dalam nucleus (inti sel)
<i>dendrite</i> (dendrit)	: cabang saraf yang menghantarkan impuls ke sel tubuh
<i>effectors</i> (efektor)	: neuron yang melaksanakan aktivitas dalam merespons pesan yang dihantarkan oleh neuron sensori
<i>efferent</i> (eferen)	: menjauh dari bagian pusat, seperti saraf <i>eferen</i>
<i>frontal lobe</i> (lobus frontal)	: lobus serebral yang lebih besar pada manusia dibandingkan pada semua binatang lain dan memungkinkan tingkat fungsi mental yang lebih tinggi, termasuk konseptualisasi, penilaian, komunikasi dan pergerakan tubuh.
<i>hypothalamus</i> (hipotalamus)	: bagian otak yang kecil namun kompleks yang diyakini sebagai pengendali utama hormon
<i>limbic system</i> (sistem limbik)	: bagian otak yang sebagian besar bertanggung jawab untuk mempertahankan tingkat kesadaran seseorang
<i>medulla</i> (medulla)	: bagian dalam sebuah organ, seperti medulla oblongata (bagian pusat di bagian bawah batang otak)
<i>midbrain</i> (otak tengah)	: area otak yang berfungsi sebagai pusat refleks penting
<i>myelin</i> (mielin)	: lemak yang menyelubungi beberapa serabut saraf, seperti selubung mielin, secara elektrik menginsulasi (menyekat) sel saraf dari sel saraf lain
<i>nerve</i> (saraf)	: struktur seperti tali makroskopik yang mengandung serabut saraf individual yang membawa impuls di dalam tubuh. Saraf sensorik (aferen) membawa informasi ke otak; saraf motoric (eferen) membawa impuls dari otak ke otot. Beberapa saraf merupakan campuran saraf sensorik dan motoric
<i>occipital lobe</i> (lobus oksipital)	: lobus serebral yang mengarahkan pengalaman visual
<i>parietal lobe</i> (lobus parietalis)	: lobus serebral yang bertanggungjawab atas sensasi sentuhan, kemampuan mengukur ruangan, berbicara dan berkomunikasi
<i>peripheral</i> (perifer)	: terkait dengan bagian luar permukaan; jauh dari bagian tengah, seperti sistem saraf <i>perifer</i>
<i>plexus</i> (pleksus)	: suatu jaringan atau jalinan, seperti vena atau saraf
<i>pons</i>	: area otak yang mengandung saluran saraf yang membawa pesan antara serebrum dan medulla
<i>receptor</i> (reseptor)	: ujung saraf sensori yang berespon terhadap stimulus

<i>reflex</i> (refleks)	: Gerakan otomatis sebagai respon terhadap stimulus tertentu, seperti hentakan lutut sebagai respon terhadap ketukan di bawah tempurung lutut
<i>spinal cord</i> (medulla spinalis)	: massa sel dan serabut saraf yang memanjang melalui saluran sentral dari medulla otak ke sekitar vertebrae lumbal pertama atau kedua
<i>spinal nerves</i> (saraf spinal):	saraf yang berawal di medulla spinalis
<i>synapse</i> (sinapsis)	: tautan fungsional antara dua neuron (sel saraf) yang merupakan titik tempat impuls ditransmisikan
<i>temporal lobe</i> (lobus temporal)	: lobus serebral yang mengendalikan pendengaran, interpretasi auditoridan penciuman; berhubungan dengan pelipis, bagian sisi kepala

BAB VI

SISTEM SARAF OTONOM

Ns.Marlon Sijabat, M. Kep., Sp. Kep. MB

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti pembelajaran ini mahasiswa akan mampu menelaah secara menyeluruh Sistem Saraf Otonom, Saraf Simpatis (Ganglia kolateral, Medulla Adrenal, Aktivasi Simpatis, Neurotransmitter dan Fungsi Simpatis), Saraf Parasimpatis (Susunan dan Anatomi saraf parasimpatis, fungsi umum saraf parasimpatis, Aktivasi Saraf Parasimpatis dan Pelepasan Neurotransmitter), Interaksi antara Saraf Simpatis dan Saraf Parasimpatis Integrasi dan Pengawasan Fungsi Otonom (Refleks Visceral, Pengawasan Otonom Tingkat Tinggi).

B. Materi

1. Pendahuluan

Menikmati piknik merupakan dambaan setiap manusia terutama pada saat liburan. Santapan siang yang nikmat disertai tiupan angin sepoi-sepoi membuat tubuh terasa segar di tepi pantai yang indah. Tiba waktunya untuk istirahat sambil tiduran di rumput tepi pantai dengan pancaran hangat cahaya matahari. Tiba-tiba kaki merasakan ada benda yang dingin melintas di atas kulit kaki, pada saat membuka mata ternyata di kaki ada ular. Naluri langsung respon dengan melemparkan ular menjauhi tubuh dan anda langsung berdiri mencari tempat yang membuat anda jauh dari ular tersebut dan memastikan bahwa anda nyaman dari serangan si ular. Hal ini membuat anda terengah-engah dan jantung berdebar debar

Dalam waktu yang singkat tubuh anda beralih dari keadaan yang tenang ke keadaan panik dan menegangkan. Refleks ini terintegrasi dan terkoordinasi melalui kerja system saraf pusat, dan dilaksanakan oleh divisi eferen sistem saraf tepi. Serat saraf eferen membentuk berkas saraf yang menjalankan perintah dari sistem saraf pusat ke otot dan kelenjar tubuh.

Divisi eferen saraf tepi dibagi menjadi saraf motorik somatik yang bekerja mengendalikan otot rangka dan saraf motorik otonom yang bekerja mengendalikan otot polos, otot jantung, dan berbagai kelenjar, serta sebagian jaringan adiposa. Divisi otonom dan somatik terkadang juga dinamakan system saraf volunter dan involunter walau pada system kerjanya terkadang berbeda. Misalnya pada saat refleks menelan yang membutuhkan kesadaran ternyata menelan bersifat involunter. Sebaliknya, walaupun refleks otonom bersifat onvolunter namun ada beberapa latihan yang dapat digunakan sebagai umpan biologis untuk mengontrol detak jantung dan tekanan darah.

2. Sistem saraf simpatis

Cabang simpatis pertama kali ditemukan oleh Claudius Galen seorang dokter Yunani. Dalam pembedahannya Galen mengatakan bahwa "roh hewan" mengalir dari otak ke jaringan melalui saraf yang berongga yang menimbulkan "simpati" pada beberapa anggota tubuh. "Simpati" Galen kemudian dijadikan nama untuk cabang simpatis dan menggunakan awalan para untuk cabang parasimpatis yang berarti bersebelahan atau berdampingan. Saat teraktifasi sepenuhnya, sistem saraf simpatis memproduksi respon "fight or flight" yang mempersiapkan

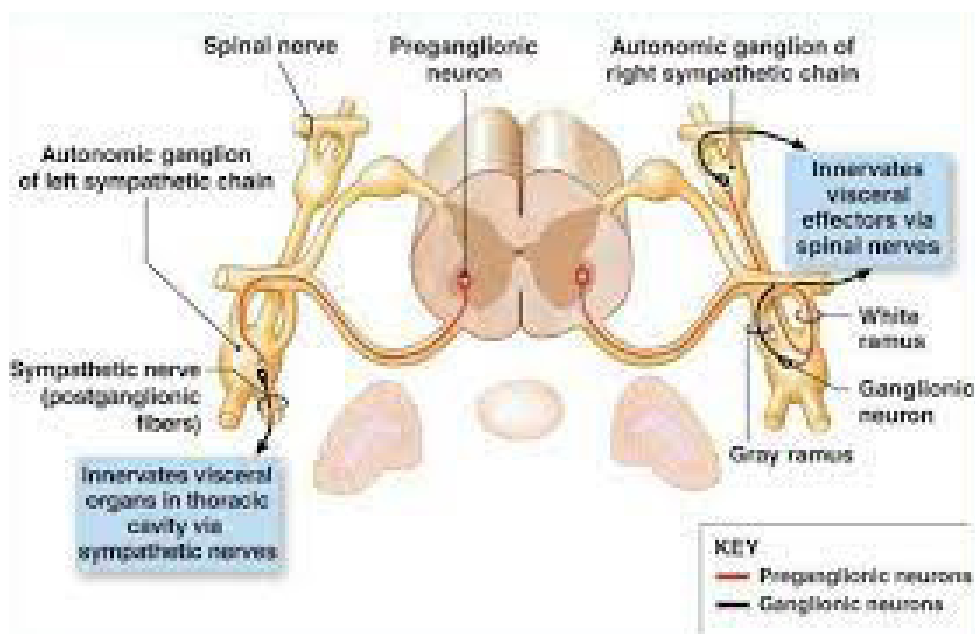
tubuh untuk keadaan krisis yang mungkin membutuhkan aktifitas fisik yang tiba-tiba dan intens. Sistem ini mempersiapkan tubuh untuk menambah level aktifitas somatik. Peningkatan aktifitas simpatis umumnya menstimulasi metabolisme jaringan dan meningkatkan kewaspadaan.

a. Anatomi Sistem Saraf Simpatis

Serabut saraf simpatis bermula dari medulla spinalis yang keluar melalui saraf spinalis diantara segmen medula torakal 1 sampai lumbalis 2. Perjalanan serabut saraf simpatis dimulai dari rantai simpatis dilanjutkan ke jaringan dan organ target. Serabut saraf simpatis pada segmen torakal 1 pada umumnya akan naik melewati rantai simpatis dan berakhir di daerah kepala dan torakal 2 ke daerah leher. Segmen torakal 3 sampai torakal 6 akan berakhir ke daerah thoraks dan selanjutnya torakal 7 sampai torakal 11 ke daerah abdomen. Segmen lumbalis 1 sampai lumbalis 2 akan berakhir di daerah tungkai.

b. Ganglia Rantai Simpatis

Target organ serabut preganglion adalah permukaan tubuh, rongga toraks, kepala dan ekstremitas kemudian memasuki ganglia di rantai simpatis. Perintah motorik akan dibawa serabut postganglion menuju target organ seperti permukaan tubuh, kepala, leher atau ekstremitas memasuki ramus abu-abu dan kembali ke nervus spinalis untuk kemudian berjalan ke target organ. Saraf preganglion simpatis terdapat pada torakal 1 sampai lumbalis 2 namun serabut postganglion simpatis dari ganglion akan memasuki ramus abu-abu kemudian berjalan ke arah saraf servikalis, lumbalis, dan spinalis. Sebagai hasilnya, meskipun hanya saraf spinalis torakal 1 sampai lumbalis 2 yang memiliki ramus putih, setiap nervus spinalis memiliki ramus abu-abu yang membawa serabut postganglion simpatis untuk distribusi ke permukaan tubuh.



Gambar 1. Perjalanan serabut postganglionic Simpatis

c. Ganglia Kolateral

Ganglia kolateral membawa perintah motorik ke visera abdominopelvik. Ganglia kolateral terpisah menjadi ganglia kolateral kanan dan ganglia kolateral kiri. Serabut preganglion yang masuk ke ganglia kolateral berjalan ke dinding dorsal rongga perut melalui saraf splanchnik dan menginervasi tiga ganglia kolateral yaitu ganglion celiac, ganglion mesenteric superior, dan ganglion mesenteric inferior. Ketiga ganglia tersebut

dinamai berdasarkan hubungannya dengan arteri terdekat. Serabut postganglion ganglion celiac akan menginervasi lambung, hati, kantung empedu, pancreas, dan lien. Serabut postganglion ganglion mesenteric superior menginervasi usus halus dan dua pertiga proksimal usus besar sedangkan ganglion mesenteric inferior menginervasi porsio terminal usus besar, ginjal dan kandung kemih serta organ seks

d. Medula Adrenal

Medula adrenal adalah ganglion simpatis yang bermodifikasi dimana serabut preganglion bersinapsis pada sel neuroendokrin yaitu saraf berfungsi mensekresikan hormon ke dalam aliran darah. Sel neuroendokrin yang terdapat pada medulla adrenal mensekresikan katekolamin yaitu neurotransmitter epinefrin dan norepineprin. Katekolamin tersebut disimpan dalam badan kromafin medula adrenal. Aliran darah kemudian membawa neurotransmitter ke seluruh tubuh, menyebabkan perubahan aktivitas metabolisme yang luas pada sel-sel di tubuh. Efek tersebut menyerupai stimulasi langsung serabut postganglion simpatis. Namun, terdapat perbedaan stimulasi oleh medulla spinalis dibandingkan dengan serabut postganglion yaitu: (1) Sel tidak diinervasi oleh serabut postganglion simpatis dan (2) efeknya berakhir lebih lama dibandingkan yang dihasilkan oleh innervasi simpatis langsung, karena hormon tetap lanjut berdifusi keluar aliran darah untuk periode yang lebih lama dan eliminasi neurotransmitter yang lebih lama pula.

e. Stimulasi Simpatis dan Neurotransmitter

Stimulasi neuron preganglion simpatis menghasilkan ACh yang berfungsi menstimulasi serabut postganglion simpatis. Serabut postganglionik akan menghasilkan norepineprin dan epineprin pada medula adrenal. Terminal serabut postsinaps berupa jaringan telodendria yang membentuk varikosis disepanjang atau dekat permukaan sel efektor untuk kontak sinaps dengan efektor sel. Varikosa yang menyerupai untaian mutiara ini juga merupakan tempat norepineprin yang merupakan neurotransmitter yang paling banyak dilepaskan oleh postganglion simpatis. Ujung saraf postganglion secara aktif menangkap L-tyrosin di celah sinaps untuk diubah menjadi dopamin dan akhirnya menjadi norepineprin. Norepineprin dan epineprin yang dilepaskan oleh neuron simpatis akan ditangkap oleh reseptor adrenergik yang akan menyebabkan efek tertentu pada sel target.

3. Sistem Saraf Parasimpatis

a. Anatomi system saraf Parasimpatis

Sistem saraf parasimpatis memiliki badan sel neuron preganglion di batang otak dan segmen sakralis pada medula spinalis. Mesencepalon, pons, dan medula oblongata yang terdapat pada batang otak memiliki nucleus otonom yang berfungsi mengirim perintah motorik ke nervus kranialis III, VII, IX, dan X, sedangkan pada segmen sakralis nucleus otonomnya berada pada gray horns pada sakralis dua sampai sakralis empat. Serabut preganglion parasimpatis memiliki ukuran yang sangat panjang sedangkan serabut postganglioniknya pendek. Hal ini disebabkan oleh karena ganglia pada sistem saraf simpatis terdapat di dalam (ganglion intramural) atau dekat (ganglion terminal) dengan organ target. Serabut preganglion divisi parasimpatik tidak berbeda jauh seperti divisi simpatis, dimana satu serabut preganglion dapat bersinaps pada enam sampai delapan neuron ganglion.

b. Stimulasi Parasimpatis dan Neurotransmitter

Semua neuron parasimpatis melepaskan ACh sebagai neurotransmitter. Efeknya pada sel postsinaps sangat bervariasi, tergantung tipe reseptor atau sifat *second messenger*

yang terlibat. ACh disintesis di sitoplasma saraf terminal. Efek stimulasinya adalah jangka pendek (< 1 mdet) karena langsung diinaktivasi oleh asetilkolinesterase pada sinaps. ACh yang berdifusi ke jaringan sekitar akan diinaktivasi oleh enzim kolinesterase jaringan dan disebut pseudokolinesterase. Peristiwa ini akan menyebabkan efek parasimpatis terlokalisir. Vesikel pada presinap saraf terminal mengeluarkan ACh ke celah sinap saat Ca^{2+} di sitosol meningkat yang merupakan respon terhadap adanya potensial aksi.

Pada membrane postsinaps terdapat dua tipe reseptor ACh yaitu reseptor nikotinik yang terdapat di ganglia otonom pada sinaps antara neuron preganglion dan postganglion parasimpatis dan simpatis. Reseptor ini juga terdapat pada neuromuskular junction. Reseptor berikutnya yaitu reseptor muskarinik dan terdapat pada semua sel efektor yang dirangsang oleh neuron kolinergik postganglion baik oleh sistem saraf simpatis maupun parasimpatis.

c. Interaksi antara Saraf Simpatis dan Parasimpatis

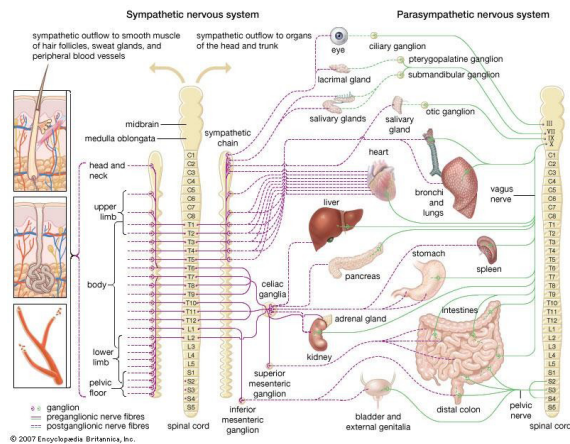
Perbedaan sistem saraf simpatis dan parasimpatis memiliki toleransi fisiologis dan fungsional. Sistem saraf simpatis memiliki pengaruh yang luas diseluruh tubuh sedangkan parasimpatis hanya menginervasi struktur viseral yang dilayani oleh saraf kranialis atau yang berada di rongga abdominopelvik. Meskipun beberapa organ hanya dilayani oleh satu divisi system saraf otonom saja, kebanyakan organ mendapatkan innervasi dwirangkap yaitu menerima instruksi dari simpatis dan parasimpatis.

d. Anatomi Innervasi dwirangkap

Umumnya innervasi dwirangkap simpatis dan parasimpatis memiliki efek yang berlawanan satu sama lain. Efek ini nyata terlihat pada saluran pencernaan, jantung dan paru. Respon kinerja simpatis dan parasimpatis terlihat pada kerja produksi air liur dimana simpatis menghasilkan sekret yang kental sedangkan parasimpatis menghasilkan liur yang lebih encer atau saling melengkapi. Berikutnya terlihat pada fungsi seksual dimana ereksi merupakan fungsi parasimpatis sedangkan ejakulasi adalah efek simpatis.

4. Tonus Otonom

Kerja sistem saraf simpatis dan parasimpatis pada umumnya bersifat aktif terus menerus dan nilai aktivitas dasarnya telah dikenal dengan sebutan tonus simpatis dan tonus parasimpatis, dimana keduanya disebut tonus otonom. Tonus ini memungkinkan satu divisi system saraf otonom untuk meningkatkan dan menurunkan aktivitas organ. Tonus otonom sangat penting saat adanya innervasi bahkan lebih penting pada situasi dimana saat tidak terjadi innervasi dwirangkap. Salah satu contohnya adalah pada pengaturan kerja jantung, asetilkolin (parasimpatis) menyebabkan penurunan denyut jantung, sedangkan norepineprin (simpatis) meningkatkan denyut jantung. Untuk menimbulkan tonus otonom pada jantung, kedua neurotransmitter tersebut dalam jumlah yang sedikit dilepaskan secara terus menerus walaupun innervasi parasimpatis mendominasi. Hal ini penting, sehingga pada keadaan krisis, stimulasi innervasi simpatis dan inhibisi innervasi parasimpatis meningkatkan denyut jantung semaksimal mungkin.



Gambar 2. Distribusi Innervasi Simpatis dan Parasimpatis

5. Integrasi dan Kontrol Fungsi Otonom

Sistem saraf otonom memiliki hirarki refleks untuk mengontrol target organ otonom. Refleks tersebut dimulai dari lokal, yang meliputi hanya satu bagian saraf sampai ke hirarki yang paling kompleks yaitu aksi antara batang otak dan pusat-pusat di otak. Secara umum, semakin tinggi tingkat kompleksitasnya maka semakin refleks tersebut membutuhkan koordinasi oleh respon kedua divisi system saraf otonom dan respon hirarki yang lebih tinggi, serta neuron somatik dan sistem endokrin juga dapat terlibat.

6. Refleks viseral

Reflek viseral atau yang disebut juga reflek otonom terdiri dari reseptor, neuron sensori, pusat pengolahan (satu atau lebih interneuron), dan dua neuron motorik viseral. Setiap reflek viseral adalah polisinaptik; baik itu reflek panjang maupun reflek pendek. Pada reflek panjang neuron sensori polisinaps mengantar informasi kepada system saraf pusat sepanjang akar dorsal saraf spinalis dalam cabang sensori saraf kranialis dan dalam saraf otonom yang menginervasi efektor viseral. Tahap pengolahan melibatkan interneuron di dalam system saraf pusat dan system saraf otonom membawa perintah motorik kepada efektor visceral yang sesuai. Reflek pendek memotong jalur ke system saraf pusat dimana hal ini melibatkan saraf sensori dan interneuron sehingga badan selnya berada di dalam ganglia otonom. Sinaps interneuron dan perintah motorik kemudian disebarkan oleh serabut postganglion. Reflek pendek mengontrol respon motorik yang sangat sederhana dengan efek yang terlokalisir.

C. Rangkuman

Divisi simpatis meliputi dua set rantai ganglia simpatis di setiap sisi kolumna vertebra yang terdiri dari tiga ganglia kolateral dan dua medulla adrenal. Serabut preganglion simpatis dapat menginervasi dua lusin atau lebih neuron ganglionik pada ganglia yang berbeda, sebagai hasilnya satu neuron motor simpatis pada system saraf pusat dapat mengontrol berbagai macam organ viseral dan dapat menghasilkan respon yang kompleks dan terkoordinasi. Divisi parasimpatis meliputi nukleus motor viseral yang berhubungan dengan nervus kranialis III, VII, IX dan X dan segmen sakralis S2–S4. Neuron ganglionik parasimpatis terdapat di dalam atau dekat dengan organ target. Hal ini menyebabkan aktivasi parasimpatis mengaktifkan respon yang spesifik pada organ atau bagian organ tertentu. Serabut preganglion kedua divisi system saraf otonom menghasilkan ACh untuk menstimulasi serabut postganglion. Serabut potganglion simpatis kebanyakan menghasilkan norepineprin dan epineprin sehingga simpatis

disebut neuron adrenergik, sedangkan parasimpatis tetap menghasilkan ACh sehingga disebut neuron kolinergik.

D. Tugas

1. Jelaskan anatomi sistem saraf simpatis dan parasimpatis?
2. Bagaimana cara kerja system saraf simpatis?
3. Jelaskan system kerja inervasi dwirangkap!
4. Jelaskan cara kerja reseptor pada reflek visceral!.

E. Daftar Pustaka

- Barret,K.E., Barman.S, Boitano.S, Brooks H.L (2019). Ganong's Review of Medical Physiology. 26th ed. AS:McGraw-Hill.
- Guyton.A., Guyton & Hall (2011). Buku Ajar Fisiologi Kedokteran ed-12. Jakarta:EGC
- Martini, F.H., Nath.J.L., Edwin F (2019). Fundamentals of anatomy & Physiology 11th edition. San Fransisco: Pearson.
- Mc Corry, L.K (2007). Physiology of the Autonomic Nervous System. American Journal of Pharmaceutical Education: 71(4).
- Pauwels.W, Stewart, Akeson (1997). Autonomic Nerves. B.C decker Inc, Hamilton, London
- Piate.I, Nair,M (2011). Fundamentals of anatomy and phsyology for student nurses. Wiley-Blackwell.

Biografi Penulis



Ns.Marlon Sijabat,S.Kep.,M.Kep.,Sp.Kep.MB Lahir di Gotting Raya pada tanggal 24 Mei 1982. Penulis memiliki dua anak Bernama Tonggo dan Mario dan seorang istri Bernama Herni Irawati Purba Sp.d yang bekerja sebagai Guru. Kedua orangtua bekerja sebagai petani dengan ayah bernama Risman Sijabat dan ibu bernama Rompina Sinaga. Di keluarga, penulis adalah anak ke empat dari lima bersaudara..

Menempuh Pendidikan SD dan SMP di Kecamatan Raya Kabupaten Simalungun dan SMA di Kecamatan Bandar Kabupaten Simalungun. Setelah lulus SMA, melanjutkan pendidikan DIII Keperawatan di AKPER Putra Abadi Langkat Stabat. Setelah lulus, melamar PNS dan dinyatakan lulus pada tahun 2004. Setelah bekerja, kemudian melanjutkan studi Sarjana keperawatan dan Profesi Ners di Universitas Sumatera Utara. Pada tahun 2015 kembali melanjutkan kuliah Magister Keperawatan dan Ners Spesialis Keperawatan Medikal Bedah di Universitas Indonesia. Penulis juga mengikuti Pendidikan non formal sebagai Perawat Luka dan Stoma.

Saat ini penulis bekerja sebagai staf di Puskesmas Tigarunggu. Pekerjaan sebagai PNS dimulai sebagai perawat pelaksana di Puskesmas Pematang Raya Kabupaten Simalungun. Setelah lulus Ners, melalui Badan Kepegawaian Simalungun ditugaskan ke RSUD Tuan Rondahaim Pematang dan menjabat sebagai kepala seksi keperawatan dan menjadi Pelaksana Tugas Kabid Keperawatan. Setelah Lulus Ners Spesialis pernah menjabat sebagai kepala Bidang pelayanan penunjang di RSUD Tuan Rondahaim Pematang Raya. Selain sebagai pelaksana tugas di pelayanan, penulis juga aktif mengajar di Poltekes Kemenkes Medan Program Studi Keperawatan dan di Universitas Swasta di Kabupaten Simalungun. Saat ini penulis juga sudah memiliki jurnal internasional yang sudah bisa diakses.

BAB VII

JARINGAN DAN STRUKTUR TULANG

apt. Ridha Elvina., M.Farm

A. Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa mampu menjelaskan jaringan dan struktur tulang dan mampu menjelaskan anatomi dan fisiologi dari tulang.

B. Penjelasan Materi

1. Anatomi Tulang

Tulang merupakan alat gerak pasif yang digerakkan oleh otot. Tulang merupakan kerangka tubuh yang menyebabkan tubuh dapat berdiri tegak, tempat melekatnya otot-otot sehingga memungkinkan jalannya pembuluh darah, tempat sumsum tulang dan syaraf yang melindungi jaringan lunak, dan tulang merupakan organ yang dibutuhkan manusia untuk melakukan aktifitas kehidupan (Wibowo, 2005).

Tulang merupakan jaringan hidup yang strukturnya dapat berubah apabila mendapat tekanan. Seperti jaringan ikat lain, tulang terdiri dari sel-sel, serabut-serabut, dan matriks. Tulang memiliki sifat yang keras, hal ini dikarenakan matriks ekstraselularnya mengalami kalsifikasi, dan mempunyai derajat elastisitas tertentu, hal ini disebabkan karena adanya serabut-serabut organik (Snell, 2012).

Tulang dapat dibedakan menjadi dua yaitu tulang kompakta dan tulang spongiosa, perbedaan keduanya terletak pada kepadatan dan luas ruang yang ada di dalamnya. Setiap tulang mempunyai kulit luar serta di dalamnya terdapat lapisan substansi spongiosa, kecuali jika massa substansi spongiosa diubah menjadi cavitas medullaris. Klasifikasi berdasarkan bentuknya tulang dibedakan menjadi 4, diantaranya adalah :

a. Tulang panjang/pipa

Tulang panjang merupakan tulang yang mempunyai panjang lebih besar dari pada lebarnya dan di ujung-ujung tulang terdapat tulang spongiosa yang dikelilingi tulang kompakta. Terdapat pada humerus, radius, ulna, metacarpal.

b. Tulang pendek

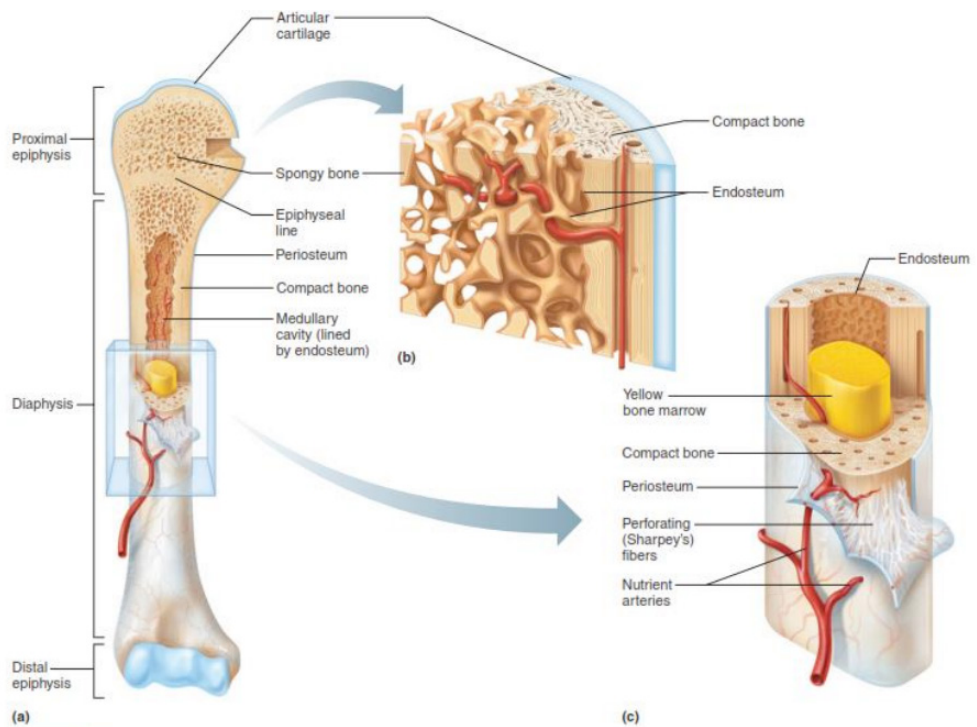
Tulang pendek banyak terdapat pada karpal dan tarsal. Pada tulang ini tersusun atas tulang spongiosa yang diliputi oleh tulang kompakta.

c. Tulang irregular/ tidak beraturan

Tulang irregular merupakan tulang yang tersusun atas selapis tipis tulang kompakta dan di dalamnya terdapat tulang spongiosa. Terdapat pada beberapa tulang tengkorak, dan ruas-ruas tulang belakang.

d. Tulang pipih

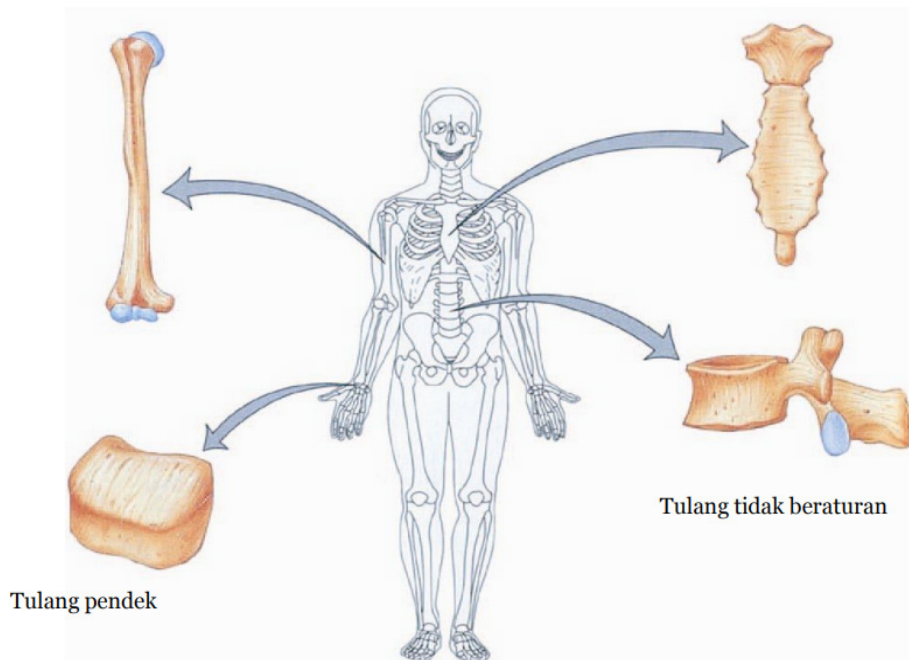
Terdapat pada tulang rusuk, tulang dada, tulang tengkorak, dan gelang bahu. Terdiri atas lapisan tipis tulang kompakta yang disebut tabula dan dipisahkan oleh selaput tipis tulang spongiosa yang dinamakan *diploe*.



Gambar 1: Anatomi Tulang

Tulang pipa

Tulang pipih



Gambar 2: Bentuk tulang manusia

2. Histologi Tulang

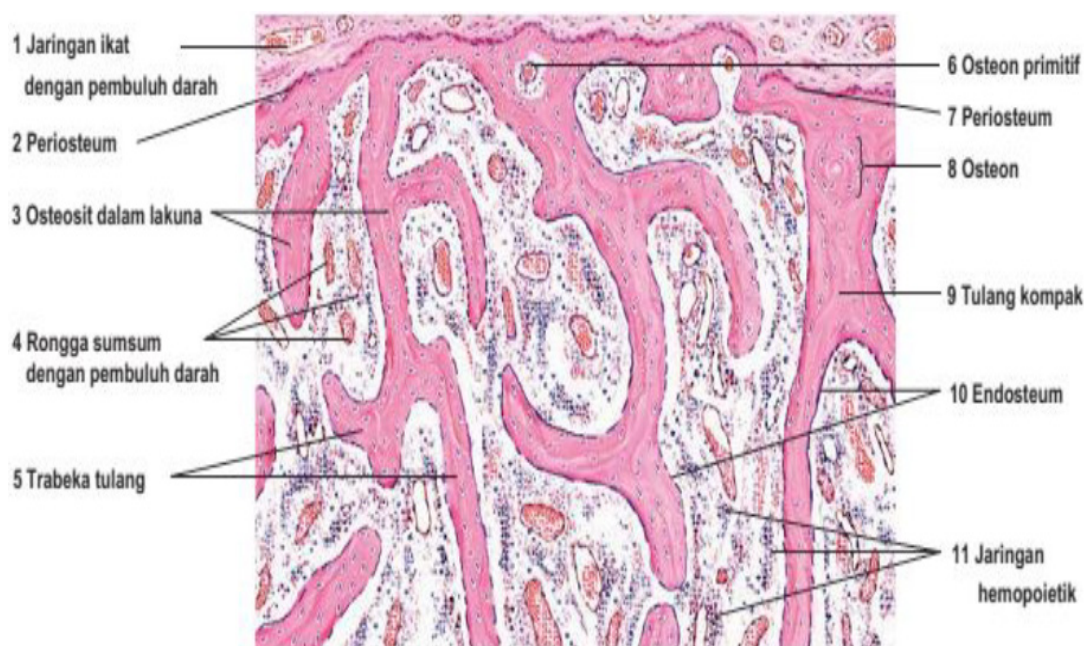
Tulang dewasa yang sedang berkembang mempunyai empat jenis sel yaitu, sel osteoprogenitor, osteoblas, osteosit, dan osteoklas. Sel osteoprogenitor merupakan sel induk pluripotent yang berasal dari jaringan ikat mesenkim. Sel-sel ini terletak di lapisan dalam jaringan ikat periosteum dan di lapisan endosteum dalam melapisi rongga sumsum, osteon (sistem *Havers*), dan kanalis perforans tulang. Fungsi utama periosteum dan endosteum

adalah nutrisi tulang dan memberikan suplai bagi osteoblas untuk pertumbuhan, *remodeling*, dan perbaikan tulang. Selama pembentukan tulang, osteoprogenitor berproliferasi dengan mitosis dan berdiferensiasi menjadi osteoblas, yang kemudian menyekresi serat kolagen dan matriks tulang (Eroschenko, 2008).

Osteoblas berada di permukaan tulang. Fungsi osteoblas adalah menyintesis, menyekresi, dan mengendapkan osteoid (osteoidium) komponen organik matriks tulang baru. Osteoid yaitu matriks tulang yang tidak terkalsifikasi dan tidak mengandung mineral. Namun, setelah diendapkan, osteoid akan cepat mengalami mineralisasi tulang (Eroschenko, 2008).

Osteosit merupakan bentuk matang dari osteoblas dan sel utama tulang, sel ini juga lebih kecil dibanding osteoblas. Seperti kondrosit pada tulang rawan, osteosit berada dalam matriks tulang yang diproduksi oleh osteoblas. Osteosit berada di dalam lakuna dan berdekatan dengan pembuluh darah. Matriks tulang yang sudah mengalami mineralisasi akan lebih keras daripada tulang rawan, nutrisi dan metabolit tidak bisa bebas berdifusi menuju osteosit. Karena itu, tulang sangat kaya akan mineral dan memiliki sistem saluran khusus atau kanal halus yang disebut kanalikuli, yang bermuara ke dalam osteon. Kanalikuli menjaga osteosit tetap hidup, dan osteosit mempertahankan homeostasis matriks tulang sekitar dan kadar kalsium dan fosfat dalam darah. Jika osteosit mati, matriks tulang di sekitarnya direabsorpsi oleh osteoklas (Eroschenko, 2008).

Osteoklas merupakan sel multinukleus besar yang terdapat di sepanjang permukaan tulang atau trabekula tempat terjadinya resorpsi, *remodeling* dan perbaikan tulang. Sel ini bukan turunan sel osteoprogenitor. Osteoklas berasal dari penyatuan sel-sel progenitor hemopoietik atau darah yang merupakan turunan sel makrofag mononuklearis-monosit di sumsum tulang. Fungsi utamanya yaitu resorpsi tulang selama *remodeling*. Osteoklas sering terdapat di dalam lekuk dangkal pada matriks tulang yang disebut lakuna Howship. Enzim-enzim lisosom yang dikeluarkan oleh osteoklas mengikis cekungan ini (Eroschenko, 2008).



Gambar 3: Tulang kanelosa potongan transversal



Gambar 4: Sel osteoklas tulang

3. Fisiologi Tulang Manusia

Tulang adalah jaringan hidup dengan matriks protein kalogen yang telah diresapi oleh garam-garam mineral khususnya fosfat dan kalsium. Tulang menyokong tubuh dan memegang peranan penting pada homeostasis mineral. Protein dalam serabut-serabut kalogen yang membentuk matriks tulang adalah kompleks.

Jaringan tulang akan mengalami remodelling yang berlangsung secara terus-menerus. Proses tersebut adalah resorpsi dan formasi tulang, keduanya akan terjadi secara bersamaan. Proses remodelling ini diperlukan agar tulang beradaptasi terhadap gangguan mekanik serta perubahan faal tulang sehingga susunan matriks tulang menjadi kokoh. Integritas massa tulang dipengaruhi oleh keseimbangan antara proses formasi dan resorpsi tulang. Berubahnya proses remodelling tulang akan membuat keseimbangan proses penghancuran tulang dan pembentukan tulang terganggu. Proses ini adalah dasar terjadinya hampir semua gangguan metabolisme tulang serta osteoporosis. Proses remodelling tulang adalah hasil dari kerja dua jenis sel. Keduanya bekerja secara berlawanan dan memegang peranan penting terhadap proses ini. Sel tersebut adalah sel osteoblas yang bekerja membentuk matriks tulang baru dan sel osteoklas yang menghancurkan matriks tulang (kawiyana, 2009).

Tulang tersusun dari matriks tulang yang mengandung 90% kolagen (Type-1 Collagen mengandung N-telopeptides, C-telopeptides dan deoxyypyridinolines), 10% protein (osteocalcin, osteonectin, osteopontin), mineral tulang (kalsium, fosfat) dan sel-sel tulang (osteosit, osteoblas, osteoklas) (Kawiyana, 2009).

C. Rangkuman

1. Tulang disebut alat gerak pasif karena digerakkan oleh otot
2. Tulang dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu tulang rawan (kartilago) dan tulang sejati (osteon).

3. Tulang dewasa yang sedang berkembang mempunyai empat jenis sel yaitu, sel osteoprogenitor, osteoblas, osteosit, dan osteoklas.

D. Tugas

1. Apakah fungsi tulang bagi manusia?
2. Sebutkan dan jelaskan jenis tulang berdasarkan bentuknya?
3. Sebutkan dan jelaskan empat jenis sel yang terlibat dalam perkembangan tulang dewasa?

E. Referensi

Eroschenko, V. P., 2010, *Atlas Histologi di Fiore dengan Korelasi Fungsional*, EGC, Jakarta.

Hall JE. Guyton and Hall.. (2021). *Textbook of Medical Physiology*. 14th ed. Philadelphia. Elsevier, Inc.

Kawiyana IKS. 2009. Osteoporosis Patogenesis Diagnosis dan Penanganan Terkini. *Jurnal Penyakit Dalam* volume 10 Nomor 2 hal : 157-170

Snell, R.S. 2012. *Anatomi Klinik Berdasarkan Sistem*. Dialihbahasakan oleh Suguharto L. Jakarta: EGC.

Tortora, GJ, Derrickson, B. (2018). *Principles of Anatomy & Physiology* 15th Edition. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.

Wibowo, 2005. *Anatomi Tubuh Manusia*. Jakarta: Grasindo

F. Glosarium

Cavitas medullaris	: Rongga sumsum tulang
Humerus	: Tulang lengan atas
Karpal	: Tulang pergelangan tangan
Metakarpal	: Tulang telapak tangan
Radius	: Pengumpil
Tarsal	: Pergelangan kaki
Ulna	: Tulang hasta

BAB VIII

SISTEM SIRKULASI (JANTUNG) DAN PEMBULUH DARAH

Sisri Novrita

A. Tujuan Pembelajaran

1. Mampu Menjelaskan Sistem Kardiovaskular
2. Mampu Menjelaskan Anatomi Jantung dan Pembuluh Darah
3. Mampu Menjelaskan Fungsi Sistem Kardiovaskular

B. Penjelasan Materi

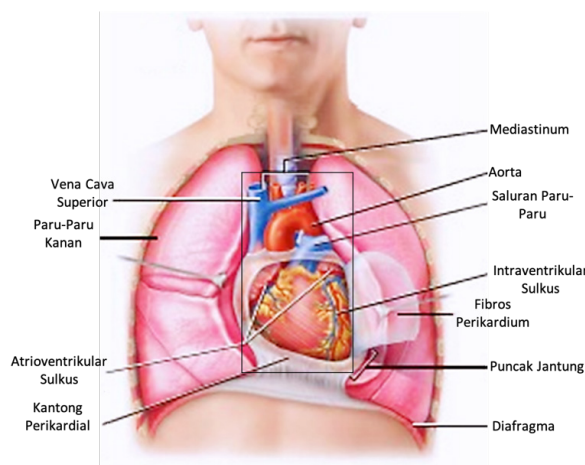
1. Defenisi Sistem Kardiovaskular

Sistem sirkulasi adalah penghubung antara lingkungan eksternal dan lingkungan cairan eksternal tubuh. Sistem ini membawa nutrien dalam gas ke semua sel, jaringan, organ dan sistem organ, serta membawa produk akhir metabolik keluar darinya.

Sistem kardiovaskular pada prinsipnya terdiri dari tiga komponen yang saling terkait yaitu darah, jantung, dan pembuluh darah (Tortora & Derrickson, 2017) Sistem ini berfungsi untuk :

- a. Distribusi O₂ dan nutrisi (misalnya glukosa, asam amino) ke semua jaringan tubuh
- b. Transportasi CO₂ dan produk sisa metabolisme (misalnya urea) dari jaringan ke paru-paru dan organ ekskresi
- c. Distribusi air, elektrolit dan hormon di seluruh tubuh
- d. Berkontribusi pada infrastruktur sistem kekebalan tubuh
- e. Termoregulasi.

Jantung manusia terletak di dalam rongga dada, medial antara paru-paru di ruang yang dikenal sebagai mediastinum. menunjukkan posisi jantung di dalam rongga dada. Di dalam mediastinum, jantung dipisahkan dari struktur mediastinum lainnya oleh membran keras yang dikenal sebagai perikardium, atau kantung perikardial, dan duduk di ruangnya sendiri disebut rongga perikardial. (Betts et al., 2017).



Gambar 1. Rongga Mediastinum
(Sumber : Amerman, 2017)

2. Anatomi Jantung

a. Struktur Jantung

Bentuk jantung mirip dengan biji pinus, agak lebar dipermukaan superior dan meruncing kepuncak. Ukuran jantung umumnya kira-kira sebesar kepalangan tangan anda dengan Panjang 12 cm dan lebar 8 cm dan tebal 6 cm dengan berat berada pada rentang 7 – 15 ons (200 – 425 gram). Dalam setiap harinya jantung mampu memompa sampai dengan 100.000 kali dan dapat memompa darah sampai dengan 7.571 liter. Posisi jantung berada di belakang sternum pada rongga mediastinum, diantara costae kedua dan keenam. Pada jantung sebelah kanan menerima darah yang tidak teroksigenasi dari vena cava superior dan vena cava inferior kemudian mengalirkannya ke pulmonal untuk proses oksigenasi. Sedangkan bagian kiri jantung menerima dari teroksigenasi dari paru melalui vena pulmonalis untuk selanjutnya diedarkan ke seluruh tubuh melalui aorta (Betts et al., 2017).

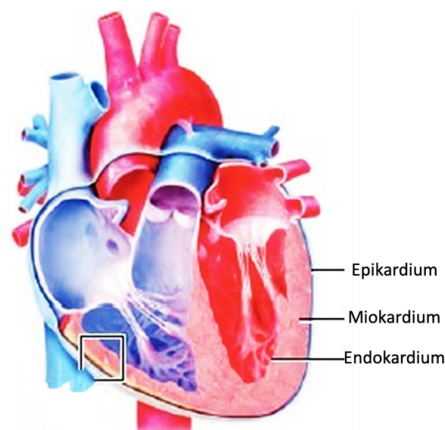
b. Perikardium

Perikardium adalah lapisan pembungkus jantung yang tersusun oleh membrane fibroserosa dan permukaan pembuluh darah besarnya. Perikardium tersusun oleh dua lapisan yaitu pericardium fibrosa yang merupakan lapisan bagian luar yang keras serta pericardium serosa yang merupakan lapisan bagian dalam. Perikardium serosa juga mempunyai dua lapisan yaitu pericardium parietal dan pericardium visceral. Perikardium parietal merupakan permukaan bagian dalam pericardium fibrosa. Sedangkan pericardium visceral melekat pada permukaan jantung. Ruang yang berada diantara perikardium parietal dengan pericardium visceral disebut dengan ruang pericardium. Dalam kondisi normal, ruang tersebut berisi cairan yang berfungsi untuk memudahkan bagi jantung untuk bergerak dan berdenyut tanpa adanya hambatan (Tortora & Derrickson, 2017).

c. Dinding dan Ruang jantung

Dinding Jantung terdiri dari tiga lapisan jaringan:

- 1) Perikardium: lapisan luar. Ini adalah penutup tas berlapis ganda rongga berisi cairan perikardial yang mengurangi gesekan seperti jantung bergerak selama pemukulannya.
- 2) Miokardium: lapisan tengah. Ini adalah lapisan otot jantung yang kuat yang membentuk sebagian besar hati.
- 3) Endokardium: lapisan dalam. Ini melapisi rongga jantung dengan lapisan pembuluh darah.



Gambar 2. Perikardium dan dinding Jantung
(Sumber : Tortora & Derrickson, 2017)

Sedangkan ruangan jantung terdiri dari dua bagian yaitu bagian kanan dan bagian kiri. Masing – masing bagian mempunyai satu atrium dan satu ventrikel sehingga di dalam jantung terdapat empat ruang yaitu atrium kanan, atrium kiri, ventrikel kanan dan ventrikel kiri. Antara atrium dengan ventrikel terdapat lubang atrioventrikular dan pada setiap lubang tersebut terdapat katup (Betts et al., 2017; McGuinness, 2010).

Jantung terdiri dari empat ruang jantung yang dipisahkan oleh sekat-sekat jantung. Empat ruang jantung tersebut adalah :

1) Atrium kanan

Atrium kanan membentuk permukaan kanan jantung dan menerima darah dari tiga vena: vena cava superior, vena cava inferior, dan sinus coroner (Vena selalu membawa darah menuju jantung) Atrium kanan berukuran sekitar 2-3 mm (0,08–0,12 inci) dengan ketebalan rata-rata. Dinding anterior dan posterior atrium kanan sangat berbeda. Bagian dalam posterior dinding halus; bagian dalam dinding anterior kasar karena adanya tonjolan otot yang disebut otot pectinate yang juga meluas ke daun telinga. Antara atrium kanan dan atrium kiri terdapat sekat tipis yang disebut septum interatrial. Fitur menonjol dari septum ini adalah depresi oval disebut fossa ovalis, sisa foramen ovale, sebuah lubang di septum interatrial jantung janin yang biasanya segera menutup setelah lahir. Darah mengalir dari atrium kanan ke dalam ventrikel kanan melalui katup yang disebut tricuspid katup. karena terdiri dari tiga katup atau selebaran yang disebut katup atrioventricular. Katup jantung tersusun atas jaringan ikat padat yang dilapisi oleh endokardium.

2) Ventrikel kanan

Ventrikel kanan berukuran sekitar 4-5 mm (0,16-0,2 inci) dalam ketebalan rata-rata dan membentuk sebagian besar permukaan anterior jantung. Bagian dalam ventrikel kanan berisi serangkaian tonjolan dibentuk oleh kumpulan serat otot jantung yang disebut trabekulacarneae. Beberapa trabekula carneae menyampaikan bagian dari sistem konduksi jantung. Cusp dari katup trikuspid adalah: terhubung ke kabel mirip tendon yang terhubung trabekula carneae berbentuk kerucut yang disebut otot papiler. Secara internal, ventrikel kanan dipisahkan dari ventrikel kiri oleh partisi yang disebut septum interventrikular. Darah mengalir dari ventrikel kanan melalui katup pulmonal (katup semilunar pulmonal) ke dalam arteri besar yang disebut trunkus, yang terbagi menjadi arteri pulmonalis kanan dan kiri dan membawa darah ke paru-paru. Arteri selalu mengambil darah dari jantung.

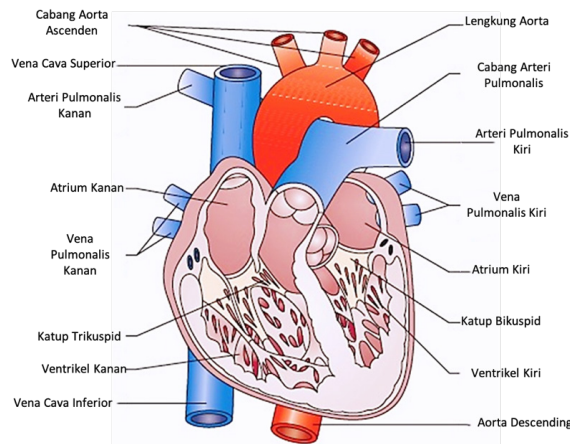
3) Atrium kiri

Atrium kiri memiliki ketebalan yang hampir sama dengan atrium kiri atrium kanan dan membentuk sebagian besar dasar jantung. Atrium kiri menerima darah dari paru-paru melalui empat vena pulmonalis. atrium kanan, bagian dalam atrium kiri memiliki posterior yang halus dinding. Karena otot pektinat terbatas pada daun telinga atrium kiri, dinding anterior atrium kiri juga halus. Darah berjalan dari atrium kiri ke ventrikel kiri melalui bicuspid yang, seperti namanya, memiliki istilah mitral mengacu pada kemiripan katup bikuspid dengan mitra uskup (topi), yang dua sisi. Itu juga disebut kiri katup atrioventrikular.

4) Ventrikel Kiri

Ventrikel kiri adalah ruang paling tebal dari jantung, yang berukuran rata-rata 10-15 mm (0,4-0,6 inci), dan membentuk puncak jantung. Seperti ventrikel kanan, ventrikel

kiri mengandung trabeculae carneae dan memiliki chordae tendineae yang berlabuh katup bikuspidalis ke otot papiler. Darah mengalir dari ventrikel kiri melalui katup aorta (aortic semilunar valve) ke dalam aorta ascendens. Sebagian darah di aorta mengalir ke dalam arteri koroner, yang bercabang dari aorta ascendens dan membawa darah ke dinding jantung. Sisa darah mengalir ke dalam lengkung aorta dan aorta descendens (aorta toraks dan aorta perut). Cabang dari lengkungan aorta dan descendens aorta membawa darah ke seluruh tubuh.

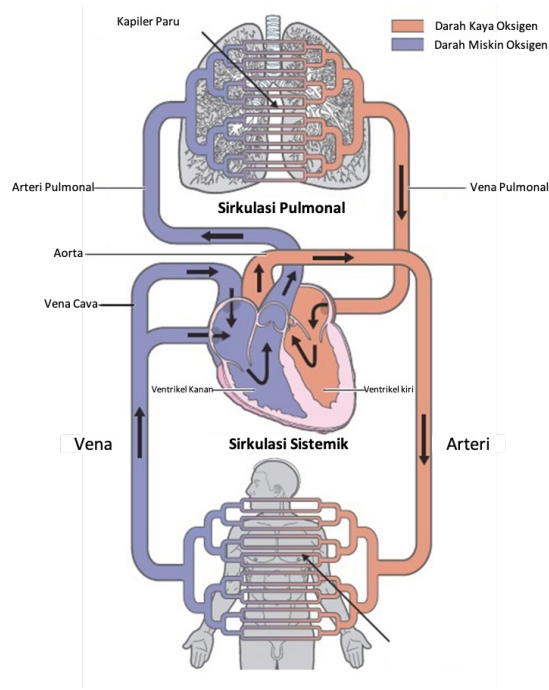


Gambar 3 : Anatomi Jantung
(Sumber : McGuinness, 2010)

d. Peredaran darah Jantung

Jantung bukan satu pompa tetapi dua, dengan sisi kanan dan kiri jantung masing-masing memompa darah ke sirkulasi yang berbeda yang dikenal sebagai sirkulasi ganda sistem. Ini mengacu pada dua sirkulasi terpisah yang melaluinya darah mengalir, dan harus melewati satu sirkulasi untuk memasuki sirkulasi lainnya sirkulasi, membutuhkan waktu sekitar setengah menit untuk menyelesaikan kedua sirkulasi.

- Sirkulasi pulmonal membawa darah terdeoksigenasi dari sisi kanan jantung ke paru-paru untuk mengumpulkan oksigen dan melepaskan karbon dioksida sebelumnya kembali ke sisi kiri jantung.
- Sirkulasi sistemik membawa darah beroksigen dari sisi kiri jantung ke seluruh bagian tubuh (kecuali paru-paru), dan memberikan darah terdeoksigenasi kembali ke sisi kanan jantung untuk dipompa ke paru-paru.



Gambar 4. Sirkulasi Peredaran Darah di Jantung
(Sumber : Minett & Ginesi, 2020)

e. Fisiologi Sistem Kardiovaskular

Fungsi jantung adalah untuk mempertahankan sirkulasi darah yang konstan seluruh tubuh. Jantung bertindak sebagai pompa dan kerjanya terdiri dari serangkaian peristiwa yang dikenal sebagai siklus jantung (McGuinness, 2010).

Siklus jantung

Siklus jantung adalah urutan peristiwa antara satu detak jantung dan berikutnya dan biasanya berdurasi kurang dari satu detik. Selama siklus jantung, atrium berkontraksi secara bersamaan dan memaksa darah ke dalam ventrikel yang rileks. Ventrikel kemudian berkontraksi dengan sangat kuat dan memompa darah keluar melalui aorta dan arteri pulmonalis. Selama kontraksi ventrikel, atrium berelaksasi dan terisi kembali dengan darah. Denyut jantung dapat ditentukan oleh jumlah siklus jantung per menit. Pada orang sehat rata-rata ini mungkin antara 60 dan 70 siklus atau denyut per menit.

Jantung memiliki ritme bawaannya sendiri. Irama terkoordinasi dari jantung diinisiasi oleh sistem kelistrikan bawaan di nodus sinoatrial (SA), yang mengatur kecepatan detak jantung. Sinyal berasal dari kanan atrium dan berjalan ke atrium kiri menyebabkan atrium berkontraksi. Pada saat yang tepat atrium telah menyelesaikan kontraksi mereka, sinyal bergerak melalui berkas atrioventrikular (AV) ke ventrikel kanan dan masuk ke ventrikel kiri menyebabkan ventrikel berkontraksi.

Bunyi Jantung

Di dalam jantung terdengar dua macam bunyi/suara. Bunyi ini berasal dari katup – katup yang menutup secara pasif. Bunyi pertama disebabkan oleh menutupnya katup atrioventrikular dan kontraksi ventrikel. Sedangkan bunyi kedua merupakan bunyi akibat menutupnya katup semilunaris sesudah kontraksi ventrikel.

Curah jantung (Cardiac Output)

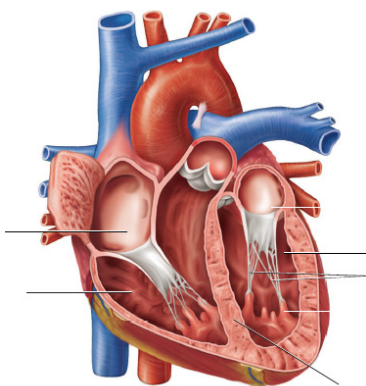
Setiap kali jantung berdenyut akan dipompakan darah dari masing-masing ventrikel, ventrikel kanan dan kiri. Jumlah darah yang dipompa keluar dari masing-masing ventrikel per denyut disebut sebagai stroke volume. Pada keadaan istirahat stroke volume ini LUBB DUP Sistolik ventrikel Diastolik ventrikel besarnya 80 ml. Curah jantung adalah jumlah darah yang dipompakan oleh jantung per satu satuan waktu, dalam hal ini per menit. Sehingga curah jantung adalah stroke volume dikalikan frekuensi jantung per menit. Besarnya curah jantung pada keadaan istirahat adalah 5,5 liter (80 ml x 69 denyut per menit).

C. Rangkuman

Sistem kardiovaskular pada prinsipnya terdiri dari tiga komponen yang saling terkait yaitu darah, jantung, dan pembuluh darah. Sistem kardiovaskular berfungsi untuk mengangkut oksigen, nutrisi dan zat – zat lain untuk didistribusikan ke seluruh tubuh serta membawa bahan – bahan hasil akhir metabolisme untuk dikeluarkan dari tubuh. Untuk mengangkut oksigen, nutrisi dan zat – zat lain untuk didistribusikan ke seluruh tubuh serta membawa bahan – bahan hasil akhir metabolisme untuk dikeluarkan dari tubuh. Organ yang terdapat dalam sistem kardiovaskular adalah jantung. Jantung terletak pada mediastinum, yaitu kompartemen pada bagian tengah rongga thoraks diantara dua rongga paru. Ukuran jantung sekitar sedikit lebih besar dari satu kepalan tangan dengan berat berada pada rentang 7 – 15 ons (200 – 425 gram). Jantung dilindungi oleh lapisan pembungkus yang disebut perikardium, sedangkan ruangan jantung terdiri dari dua bagian yaitu bagian kanan dan bagian kiri. Jantung berfungsi untuk mempertahankan sirkulasi darah yang konstan seluruh tubuh serta bertindak sebagai pompa.

D. Tugas

- Berilah label pada bagian jantung berikut ini :
 - Chorda tendineae
 - Septum interventrikular
 - atrium kiri
 - Ventrikel kiri
 - Otot papiler
 - atrium kanan
 - Ventrikel kanan



- Mencocokkan: Cocokkan istilah-istilah berikut dengan definisi yang benar !

___ Miokardium	a. Terletak di antara ventrikel kiri dan aorta
___ Perikardium Parietal	b. Terletak di antara atrium kiri dan ventrikel kiri
___ Katup Trikuspid	c. Lapisan dalam perikardium serosa

- | | | |
|------------------------|----|--|
| ___Katup Aorta | d. | Membawa darah kaya oksigen ke atrium kiri dari paru-paru |
| ___Otot Papiler | e. | Lapisan jantung terdiri dari jaringan otot jantung |
| ___Vena Pulmonalis | f. | Membawa darah terdeoksigenasi ke paru-paru |
| ___Katup Mitral | g. | Terletak di antara atrium kanan dan ventrikel kanan |
| ___Perikardium Viseral | h. | Proyeksi otot seperti jari dari ventrikel |
| ___Batang Paru | i. | Lapisan luar perikardium serosa |
| ___Chorda Tendineae | j. | Tali berserat yang menempel pada katup |

E. Referensi

- Amerman, E. C. (2017). Cardiovascular System. In *Exploring anatomy & physiology in the laboratory* (3rd ed., p. 776). Morton.
- Betts, J. G., College, T. J., Desaix, P., Johnson, J. E., Wise, J. A., Womble, M., & Young, K. A. (2017). The Cardiovascular System : The Heart. In *Anatomy & Physiology* (pp. 823–889). Rice University.
- McGuinness, H. (2010). The Cardiovascular System. In *Anatomy & Physiology_Therapy Basics* (4th ed., pp. 149–175). Hodder Education.
- Minett, P., & Ginesi, laura. (2020). The Cardiovascular System. In *Anatomy & Physiology An Introduction For Nursing And Healthcare* (pp. 65–101). Lantern.
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2017). The Cardiovascular System: The Blood. In *Principles of Anatomy and Physiology* (15th ed., pp. 737–807). John wiley & Sons.

F. Glosarium

- Atrium : Ruang atas atau penerima jantung yang memompa darah ke ruang bawah sesaat sebelum kontraksi.
- Sirkulasi Sistemik : Periode waktu antara timbulnya kontraksi atrium (sistolik atrium) dan relaksasi ventrikel (diastol ventrikel)
- Perikardium : Membran yang memisahkan jantung dari struktur mediastinum lainnya.
- Sirkulasi pulmonal: Aliran darah ke dan dari paru-paru
- Septum : Dinding atau partisi yang membagi jantung menjadi bilik
- Sulkus : Lekukan berisi lemak terlihat di permukaan jantung
- Ventrikel : Salah satu ruang pemompaan utama jantung yang terletak di bagian bawah jantung.
- Katup : Struktur khusus yang terletak di dalam jantung atau pembuluh darah yang memastikan aliran satu arah darah
- Cardiac Output : Jumlah darah yang dipompa oleh setiap ventrikel selama satu menit; sama dengan HR dikalikan dengan SV

Biografi



Sisri Novrita, Lahir di Pekanbaru. Menempuh Pendidikan S1 Farmasi di Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Riau (2012-2016) dan Profesi Apoteker di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (2017-2018) kemudian melanjutkan Pendidikan Magister Farmasi Klinik di Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada (2018-2020). Pengalaman mengajar di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (2021 sampai saat ini).

BAB IX SISTEM RESPIRASI

Ns. Rusdi, S.Kep., M.Kep,

A. Tujuan Pembelajaran

Bab ini merupakan Sistem Respirasi/Pernapasan, sebagai tenaga kesehatan, anda tentu akan menangani kasus-kasus yang berkaitan dengan sistem pernapasan. Oleh karena itu, Bab ini akan membantu Anda mempelajari lebih lanjut tentang sistem pernapasan baik secara anatomi maupun fisiologi.

Bab X ini mengenai topik, yakni memahami pentingnya sistem pernapasan, selanjutnya anda dapat menjelaskan sistem pernapasan. Secara khusus, Anda akan mendapatkan kemampuan untuk menjelaskan:

1. Anatomi dan fisiologi sistem pernapasan.
2. Proses Inspirasi dan ekspirasi.

B. Materi

1. Anatomi an Fisiolofi Pernafrican

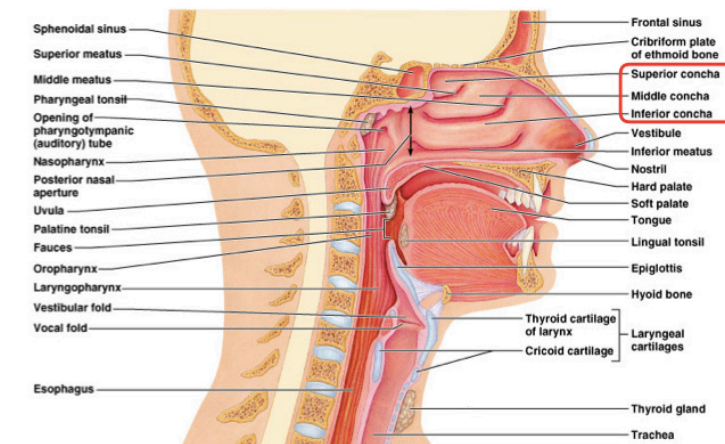
Respirasi adalah mekanisme pertukaran oksigen (O^2), yang diperlukan untuk metabolisme sel manusia, dengan karbon dioksida (CO^2) yang dihasilkan oleh metabolisme. Sistem pernapasan terdiri dari dua bagian, 1) saluran napas atas, tempat udara yang masuk dipanaskan, disaring, dan dilembabkan, dan 2) saluran napas bawah (paru-paru), yang merupakan tempat pertukaran gas. Pertukaran gas terjadi di paru-paru. Alveoli adalah tempat pertukaran gas antara O^2 dan CO^2 di paru-paru. Pompa muskuloskeletal yang mengatur pertukaran gas selama pernapasan terletak di rongga pleura dan dinding dada. Rongga pleura dibentuk oleh dua selaput serosa yang menutupi dinding bagian dalam rongga dada, disebut pleura parietal, yang meliputi paru-paru atau pleura [1]

a. Anatomi pernapasan

Organ pernapasan pertama yang kami pelajari adalah organ pernapasan bagian atas. Organ Saluran napas atas terdiri dari hidung, nasofaring (dengan tonsil faring dan *tuba Eustachius*), orofaring (tempat mulut bertemu faring, dengan pangkal lidah), dan laringofaring (persimpangan jalan). antara aliran udara dan aliran makanan).

Hidung

Hidung atau rongga hidung merupakan saluran napas pertama dan memiliki dua lubang (rongga hidung) yang dipisahkan oleh sekat hidung (nasal septum). Rambut bagian dalam dapat digunakan untuk menyaring udara, debu dan kotoran yang masuk ke lubang hidung [2]



Gambar X.1 Anatomi Hidung

Bagian depan adalah lubang hidung anterior (*nostrils*) dan bagian belakang berhubungan dengan bagian atas faring (nasofaring). Rongga hidung dibagi menjadi dua bagian, vestibulum (bagian yang lebih lebar di belakang lubang hidung depan) dan bagian pernapasan. Permukaan luar hidung ditutupi oleh kulit dengan kelenjar pedang besar yang memanjang ke ruang depan hidung di mana kelenjar pedang, kelenjar keringat, dan folikel rambut besar dan keras berada. Rambut di hidung digunakan untuk menyaring benda-benda kasar di udara yang dihirup [3], [4]

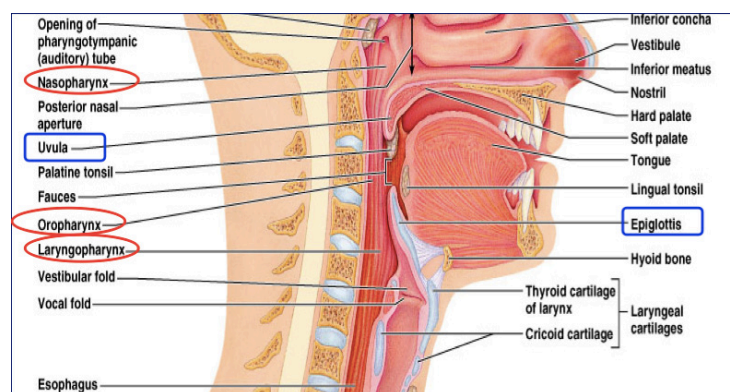
Dinding luar hidung menonjol dari tiga lengkungan tulang yang ditutupi oleh mukosa, yaitu: 1) turbinat superior, 2) turbinat tengah, dan 3) turbinat inferior, berisi jaringan spons atau jaringan ereksi, yaitu besar, tipis - pleksus vena berdinding tipis. dekat dengan permukaan. Di antara conchae tersebut terdapat 3 alur saluran hidung, yaitu meatus nasal atas (lekuk superior), meatus tengah (lekuk tengah), dan meatus hidung bawah (lekukan bawah). Saluran hidung ini - saluran hidung yang dilalui oleh udara pernapasan. Di dalamnya ada lubang yang berhubungan dengan faring yang disebut choana. Di sisi kiri dan kanan telinga luar serta di atas rahang atas terdapat lubang pembuluh darah yang menghubungkan rongga faring dan rongga pendengaran bagian tengah, saluran ini disebut tuba eustachius. yang menghubungkan telinga tengah dengan faring dan laring. Hidung juga terhubung dengan saluran air mata yang disebut duktus lakrimalis [3]. Dasar rongga hidung dibentuk oleh rahang atas. Rongga hidung berhubungan dengan beberapa rongga yang disebut sinus paranasal, yaitu sinus maksilaris di rongga maksila, sinus frontalis di rongga dahi, sinus sphenoid di rongga runcing, dan sinus ethmoid di rongga ethmoid. Untuk turbinat, mengandung sel-sel penciuman yang terletak terutama di bagian atas karapas. Pada selaput lendir hidung terdapat serabut saraf atau reseptor untuk saraf penciuman yang disebut saraf penciuman [2]. Fungsi hidung adalah 1) jalan nafas, 2) filtrasi (penyaringan), pemanasan dan pelembapan, 3) penerimaan bau, yaitu fungsi dari epitel olfaktorius bagian dalam rongga hidung, 4) rongga hidung juga terlibat dalam pembentukan fonogram yang bertindak sebagai ruang resonansi, 5) Membunuh bakteri yang masuk dan menghirup udara oleh leukosit yang terdapat pada selaput lendir (mukosa) atau hidung [5].

b. Faring

Faring atau faring adalah saluran otot yang tegak lurus dengan pangkal tengkorak (dasar kranium) dan vertebra servikalis keenam [2]. Faring adalah persimpangan antara saluran pernapasan dan saluran makanan. Itu terletak di bawah dasar tengkorak, di depan tulang

belakang leher, di belakang rongga hidung dan di belakang rongga mulut, dan terhubung ke atas ke rongga hidung, melalui lubang yang disebut choana, dan maju ke rongga mulut. sambungan disebut prosthesis tanah genting dan memiliki dua lubang ke bawah., di depan tenggorokan dan di belakang lubang esofagus. Ada jaringan ikat di bawah mukosa dan, di beberapa tempat, folikel limfatik.

Faring dibagi menjadi tiga bagian, yaitu 1) nasofaring, yang terletak di bawah dasar tengkorak dan di atas dan di belakang langit-langit lunak. Pada bagian ini terdapat dua struktur penting yaitu adanya saluran yang menghubungkan tuba eustachius dan tuba auditorius. Tabung Eustachius mengarah ke nasofaring dan digunakan untuk menyamakan tekanan udara di kedua sisi gendang telinga. Kalau tidak, telinga Anda sakit. Untuk membuka tabung ini, itu harus ditelan. Saluran pendengaran yang menghubungkan nasofaring dengan telinga tengah. 2) Orofaring adalah bagian tengah faring antara langit-langit lunak dan tulang hyoid. Pada bagian ini, saluran pernapasan dan saluran pencernaan berpotongan, dan orofaring adalah bagian dari kedua bagian tersebut. Orofaring terletak di bagian belakang mulut dan bagian belakang lidah. Pangkal lidah, atau pangkal lidah, muncul dari dinding depan orofaring, bagian orofaring yang berfungsi pada sistem pernapasan dan pencernaan. Refleks menelan berasal dari orofaring, menyebabkan dua perubahan yang menyebabkan makanan terdorong ke dalam saluran pencernaan (kerongkongan) dan merangsang katup untuk menutup laring untuk mencegah makanan masuk ke saluran napas. Orofaring dipisahkan dari mulut dengan ketukan. Keran adalah tempat terdapat berbagai amandel, seperti amandel palatina, amandel faring, dan amandel lingual. 3) Laringofaring terletak di belakang laring. Laringofaring adalah posisi terendah dari faring. Di dasar tenggorokan, sistem pernapasan dipisahkan dari sistem pencernaan. Udara memasuki laring dari depan, dan makanan masuk ke kerongkongan dari belakang melalui epiglottis fleksibel.



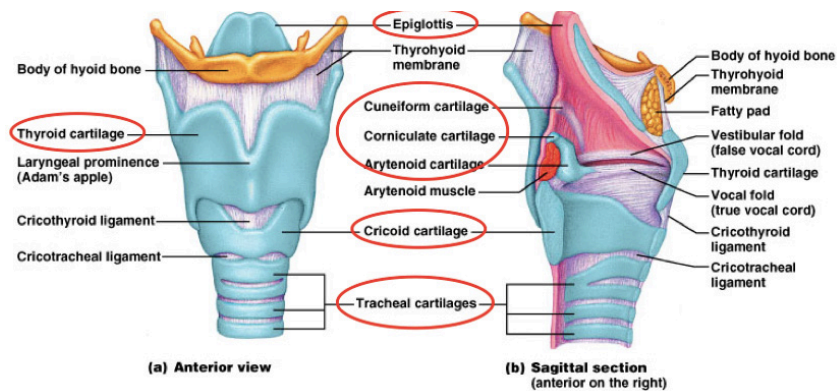
Gambar X.2 Anatomi Faring

Anda dapat memahami saluran pernapasan bagian atas. Selanjutnya kita akan melihat saluran pernapasan bagian bawah. Saluran napas bawah ini terdiri dari 1) laring, yang terdiri dari kartilago krikoid, membran/pita suara, epiglottis dan glottis, 2) trakea, 3) bronkus, dan 4) paru-paru [2], [4] [3].

c. Laring

Laring adalah pangkal laring, seperti saluran udara, terletak di depan faring setinggi tulang belakang leher dan masuk di bawah trakea, memiliki fungsi vokalisasi. Bagian ini dapat ditutup oleh epiglottis, yang terdiri dari tulang rawan yang menutupi laring saat kita menelan makanan. Laring terdiri dari 5 buah tulang rawan, antara lain 1) tulang rawan tiroid

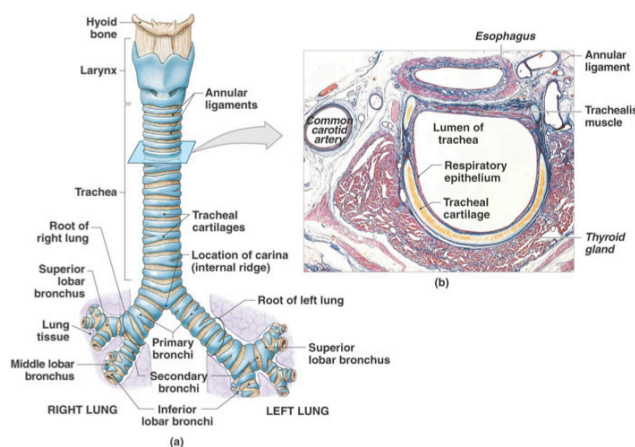
(1 buah) di depan jakun dan terlihat sangat jelas pada laki-laki; 2) tulang rawan arytenoid (2 buah) berbentuk gelas kimia; 3) tulang rawan krikoid (1 sepotong) dalam sebuah cincin dan 4) tulang rawan epiglotis (1 buah). Laring dilapisi oleh mukosa, kecuali pita suara dan epiglotis, yang dilapisi oleh epitel berlapis [2], [7] Dalam proses pembentukan suara, suara terbentuk dari sinergi antara mulut, hidung, laring, lidah dan bibir. Tidak ada otot pada plika vokalis palsu, sehingga plika vokalis ini tidak dapat bergetar, hanya aliran udara di antara kedua plika vokalis yang memutar kartilago goiter dan kartilago goblet. Akibatnya, pita suara bisa mengencang dan mengendur, mempersempit atau memperlebar celah udara. Gerakan ini juga dibantu oleh otot-otot tenggorokan, dimana udara yang dihembuskan dari paru-paru menggetarkan pita suara. Getaran ditransmisikan melalui udara masuk dan keluar. Perbedaan vokal tergantung pada ketebalan dan panjang pita suara. Pita suara laki-laki jauh lebih tebal daripada pita suara perempuan [2].



Gambar X.3 Anatomi Laring

d. Trakea

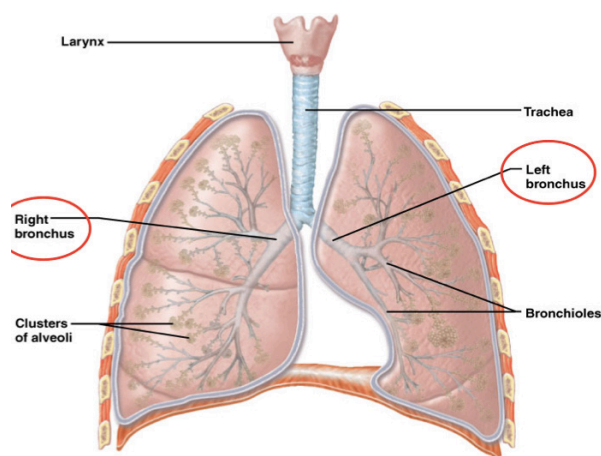
Trakea merupakan kelanjutan dari tabung laringotrakeal dan terdiri dari 16-20 cincin tulang rawan. Trakea panjangnya 9-11 cm dan terdiri dari jaringan ikat yang ditutupi oleh otot polos di belakangnya. Dinding trakea terdiri dari sel epitel bersilia yang memproduksi mukus. Lendir ini digunakan untuk menyaring lebih lanjut udara yang masuk, menjebak partikel debu, serbuk sari dan polutan lainnya. Sel-sel silia yang berdenyut menggerakkan lendir ke atas faring, di mana ia dapat ditelan atau dikeluarkan melalui mulut. Tujuannya adalah untuk membersihkan jalan napas. Trakea terletak di depan tuba esofagus dan berakhir dengan cabang-cabang yang menuju ke paru-paru, membagi trakea menjadi bronkus kiri dan kanan, yang disebut carina [3], [7], [5]



Gambar X.4 Anatomi Trakea

e. Bronkus

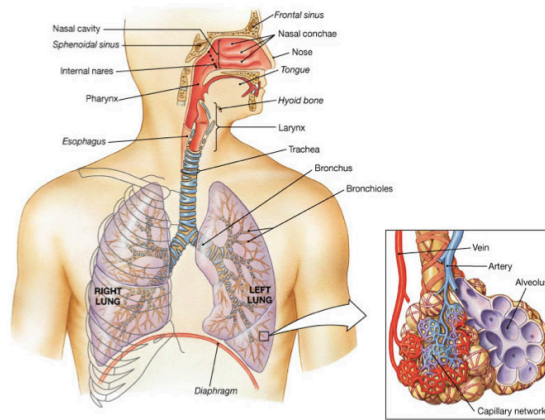
Bronkus adalah cabang dari trakea kiri dan kanan. Situs percabangan ini disebut carina. Bronkus dibagi menjadi bronkus kiri dan kanan, bronkus lobus kanan terdiri dari 3 lobus dan bronkus lobus kiri terdiri dari 2 lobus. Bronkus lobus kanan dibagi menjadi 10 segmen bronkus dan bronkus lobus kiri dibagi menjadi 9 segmen bronkus. Segmen bronkus ini kemudian dibagi menjadi bronkus sub-segmental, yang dikelilingi oleh jaringan ikat yang mengandung arteri, limfatik, dan saraf. Berikut ini adalah organ-organ cabang bronkus, yaitu 1) Bronkiolus, yang merupakan cabang-cabang dari bronkus segmental. Bronkiolus mengandung kelenjar submukosa yang menghasilkan lendir yang membentuk selimut yang tidak terputus untuk melapisi bagian dalam saluran udara. 2) Bronkiolus terminal adalah cabang dari bronkiolus. Bronkiolus terminal memiliki kelenjar lendir dan silia. 3) Bronkiolus respiratorius adalah cabang dari bronkiolus terminal. Bronkiolus pernapasan dianggap sebagai saluran transisi, termasuk saluran udara konduksi dan saluran udara pertukaran gas. 4) Duktus alveolaris dan sakus alveolaris. Bronkiolus respiratorius kemudian masuk ke duktus alveolus dan sakus alveolus, yang kemudian menjadi alveolus [6], [2]



Gambar X.5 Anatomi Bronkus

f. Paru-Paru

Letak paru-paru di dalam rongga dada, menghadap ke tengah rongga dada atau mediastinum. Kelopak dengan paru-paru atau hilus di tengah. Jantung terletak di mediastinum anterior. Paru-paru ditutupi oleh selaput yang disebut pleura. Ada 2 jenis pleura, yaitu pleura visceral (selaput penutup) yang langsung menutupi paru-paru, dan pleura parietal, yaitu membran yang melapisi rongga dada bagian luar. Normalnya, rongga pleura adalah vakum sehingga paru-paru dapat mengembang dan mengempis, dan juga terdapat sejumlah kecil cairan (eksudat) yang membantu melumasi permukaannya (pleura) dan menghindari gesekan antara paru-paru dan pleura. Dinding dada selama gerakan pernapasan [7], [2]

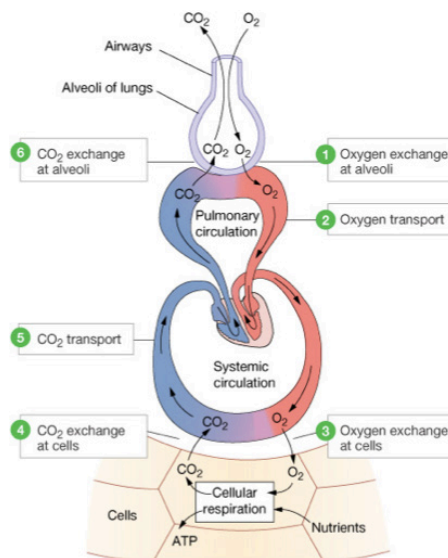


Gambar X.5 Anatomi Paru-Paru

Paru-paru adalah bagian tubuh yang terutama terdiri dari gelembung udara (gelembung atau alveoli). Alveoli ini terdiri dari sel epitel dan sel endotel. Jika luas permukaan ditarik sekitar 90 m². Alveoli adalah tempat pertukaran udara, oksigen masuk ke dalam darah dan karbon dioksida dikeluarkan dari darah. Jumlah alveolus ini sekitar 700 juta (paru-paru kiri dan kanan). Paru-paru terbagi menjadi dua, paru kanan, dan terdiri dari 3 lobus, lobus kanan, lobus tengah, dan lobus bawah. Setiap daun terdiri dari bagian-bagian kecil yang disebut segmen. Paru-paru kiri memiliki 10 segmen, 5 di lobus atas dan 5 di lobus bawah. Paru-paru kanan memiliki 10 segmen, 5 di lobus atas, 2 di lobus tengah, dan 3 di lobus bawah. Masing-masing bagian ini dibagi lagi menjadi bagian yang disebut lobulus. Lobulus dibatasi oleh jaringan ikat yang mengandung pembuluh darah, getah bening dan saraf, dan setiap lobulus memiliki bronkiolus. Di dalam lobulus, bronkiolus bercabang menjadi banyak, cabang ini disebut duktus alveolaris. Setiap duktus alveolus berakhir di alveolus dengan diameter 0,2-0,3 mm.

Persarafan untuk respirasi disediakan oleh saraf frenikus dan toraks. Saraf frenikus memasok diafragma, sedangkan saraf tulang belakang toraks memasok otot-otot interkostal. Paru-paru juga dipersarafi oleh serabut saraf simpatis dan parasimpatis. Paru-paru memiliki sirkulasi ganda. Darah terdeoksigenasi dari ventrikel kanan memasuki paru-paru melalui arteri pulmonalis. Selain arteri pulmonalis dan sistem vena, ada arteri dan vena bronkial yang berasal dari aorta dan memasok darah yang kaya oksigen ke bronkus dan jaringan ikat paru-paru. Ventilasi paru-paru (pernapasan) terdiri dari otot-otot pernapasan yaitu diafragma dan otot interkostal. Selain itu terdapat tambahan otot pernafasan seperti otot perut [2], [3], [5], [8]

Volume udara pernapasan meliputi volume tidal (VT), volume komplement (VK), volume komplement (VS), volume residu (VR), kapasitas vital (KV), dan volume total (KT). Volume tidal (VT) adalah jumlah udara yang keluar masuk paru-paru akibat aktivitas pernapasan normal (500 cc). Volume tambahan (VK) adalah inspirasi (1500ml) dari jumlah maksimum udara yang dihirup ke dalam paru-paru setelah pernapasan normal. Volume tambahan (VS) adalah jumlah udara maksimum yang dapat dihembuskan dari paru-paru setelah melakukan ekspirasi normal (1500 cc). Volume residu (VR) adalah jumlah udara yang tersisa di paru-paru setelah ekspirasi maksimal (1000 cc). Kapasitas vital (KV) adalah jumlah udara yang dapat dihembuskan sekuat mungkin setelah inspirasi maksimal ($KV = VT + VK + VS$) sebanyak 3.500 cc. Total Kapasitansi (KT) adalah jumlah total udara yang dapat ditampung paru-paru ($KT = KV + VR$) 4.500 cc [4], [7]



Gambar X.6. Transpor gas dalam tubuh

2. Fisiologi Pernapasan

Oksigen dalam hidupnya, tanpa oksigen selama 4 menit saja, akan menyebabkan kerusakan otak yang tidak dapat diperbaiki, bahkan mungkin kematian. Jika suplai oksigen berkurang, itu juga dapat menyebabkan hipoksia serebral. Untuk memenuhi oksigen dalam tubuh manusia, ada beberapa cara bernafas, diantaranya adalah pernafasan paru dan pernafasan sel. Mari belajar tentang dua nafas ini

a. Pernapasan paru-paru

Respirasi paru adalah pertukaran oksigen dan karbon dioksida yang terjadi di paru-paru. Oksigen dihirup melalui mulut dan hidung selama bernafas, berjalan melalui trakea ke dalam alveoli, di mana kontak darah di kapiler paru. Alveoli memisahkan oksigen dari darah, yang kemudian menembus membran, diserap oleh sel darah merah yang dibawa ke jantung, dan dipompa dari jantung ke tubuh. Karbon dioksida, produk limbah dari paru-paru, menembus membran alveolar, keluar dari kapiler melalui bronkus, dan berakhir di mulut dan hidung. Respirasi pulmonal (paru-paru) terdiri dari empat proses, yaitu: 1) Ventilasi pulmonal, yaitu gerakan pernapasan dimana udara di dalam alveolus dipertukarkan dengan udara luar. 2) Darah mengalir melalui paru-paru, darah beroksigen memasuki seluruh tubuh, dan karbon dioksida seluruh tubuh memasuki paru-paru. 3) Distribusi aliran udara dan aliran darah harus tepat, yang dapat dicapai di semua bagian. 4) Difusi Gas Karbon dioksida, yang menembus membran alveolus dan kapiler, lebih mudah berdifusi daripada oksigen [2], [7].

Proses pertukaran oksigen dan karbon dioksida terjadi ketika konsentrasi oksigen dan karbon dioksida dalam darah merangsang pusat pernapasan di otak untuk meningkatkan laju pernapasan, sehingga pengambilan oksigen dan konsumsi karbon dioksida lebih banyak. Darah merah (hemoglobin) yang banyak mengandung oksigen, masuk ke jaringan dari seluruh tubuh, membawa karbondioksida ke paru-paru, dan melakukan respirasi eksternal di paru-paru [8], [9], [5]

b. Pernapasan Sel

Transportasi gas paru-paru dan jaringan. Pergerakan gas O² mengalir dari alveolus melalui darah ke jaringan, sedangkan CO² mengalir dari jaringan ke alveolus. Jika O² tidak larut

dalam darah dan berikatan dengan protein pembawa O^2 (hemoglobin), maka jumlah kedua gas yang dikirim ke dan dari seluruh jaringan tidak cukup. Demikian juga, karbon dioksida terlarut memasuki serangkaian reaksi kimia reversibel (serangkaian perubahan di udara), yang kemudian diubah menjadi senyawa lain. Kehadiran hemoglobin meningkatkan kapasitas pembawa O^2 darah 70 kali lipat, sedangkan respons CO^2 meningkatkan kadar CO^2 dalam darah sebesar 17 faktor [4], [2], [1]

Memberikan oksigen ke jaringan. Sistem transportasi O^2 dalam tubuh terdiri dari paru-paru dan sistem kardiovaskular. Oksigen yang masuk ke jaringan tergantung pada jumlah oksigen yang masuk ke paru-paru, pertukaran gas yang cukup di paru-paru, aliran darah ke jaringan, dan kemampuan membawa oksigen dalam darah. Aliran darah tergantung pada konsentrasi dalam jaringan dan curah jantung. Jumlah O^2 dalam darah ditentukan oleh jumlah O^2 terlarut, hemoglobin, dan afinitas hemoglobin [4], [2]. Transportasi oksigen melewati lima tahap berikut:

- 1) Tahap 1: Oksigen dari atmosfer memasuki paru-paru. Saat kita menarik napas, tekanan parsial oksigen di atmosfer adalah 159 mmHg. komposisi udara di alveolus Tekanan parsial O^2 dalam alveolus adalah 105 mmHg dibandingkan dengan komposisi atmosfer.
- 2) Tahap 2: Darah mengalir dari jantung ke paru-paru untuk menyerap oksigen di alveolus. Darah ini mengandung oksigen dengan tekanan parsial 40 mm Hg. Darah ini mengandung oksigen dengan tekanan parsial 40 mm Hg. Karena perbedaan tekanan parsial, oksigen dalam alveolus dapat berdifusi ke dalam kapiler ketika mencapai kapiler yang terhubung dengan membran alveolus. setelah proses difusi. Tekanan parsial oksigen di dalam bejana adalah 100 mmHg.
- 3) Tahap 3: Oksigen yang sudah ada di pembuluh darah beredar ke seluruh tubuh.
- 4) Ada dua mekanisme sirkulasi oksigen, yaitu oksigen terlarut dalam plasma merupakan bagian terbesar dari hemoglobin dalam darah dan bagian kecil dari oksigen yang terikat pada hemoglobin. Derajat saturasi hemoglobin dengan O^2 tergantung pada tekanan parsial CO^2 atau pH. Jumlah O^2 yang dikirim ke jaringan tergantung pada jumlah hemoglobin dalam darah.
- 5) Tahap 4: Oksigen pertama dibawa melalui cairan interstisial sebelum mencapai sel-sel di mana dibutuhkan. Tekanan parsial oksigen dalam cairan jaringan adalah 20 mmHg. Perbedaan antara tekanan oksigen dalam arteri (100 mmHg) dan tekanan parsial oksigen dalam cairan interstisial (20 mmHg) menghasilkan difusi oksigen yang cepat dari kapiler ke dalam cairan interstisial.
- 6) Tahap 5: Tekanan parsial oksigen dalam sel kira-kira antara 0-20 mmHg. Oksigen dari cairan interstisial berdifusi ke dalam sel. Dalam sel, oksigen ini digunakan dalam reaksi metabolisme, oksidasi senyawa (karbohidrat, lemak, dan protein) dari makanan untuk menghasilkan H^2O , CO^2 , dan energi [4]

Reaksi hemoglobin dan oksigen Kinetika respons hemoglobin sangat cocok

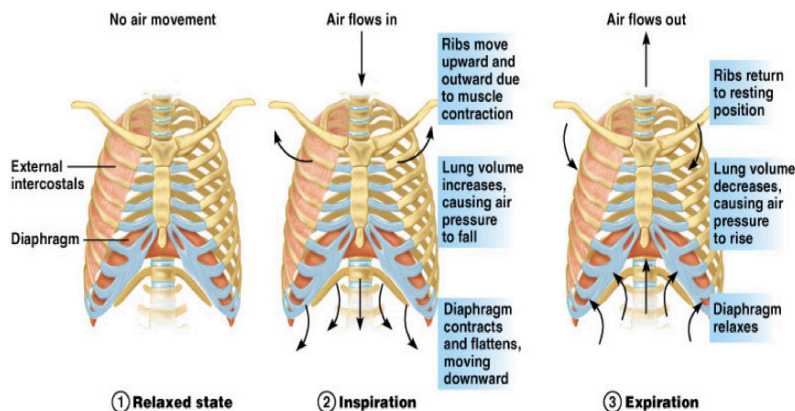
Transportasi O^2 . Hemoglobin adalah protein yang terikat pada rantai polipeptida, terbentuk dari porfirin dan atom besi. Setiap atom besi dapat mengikat secara reversibel (mengubah arah) ke satu molekul O^2 . Besi dalam bentuk besi, sehingga reaksinya adalah oksidasi bukan oksidasi [5], [7]. Transportasi karbon dioksida. CO^2 kira-kira 20 kali lebih larut dalam darah daripada O^2 , jadi ada lebih banyak CO^2 daripada O^2 dalam larutan sederhana. CO^2 yang berdifusi dalam sel darah merah dengan cepat terhidrasi menjadi

H²CO² karena adanya karbonat anhidrase yang berdifusi ke dalam plasma (mengurangi sekresi keringat). Saat darah melewati kapiler jaringan, saturasi hemoglobin relatif terhadap O² menurun. Beberapa karbon dioksida dalam sel darah merah bereaksi dengan gugus amino protein, hemoglobin, membentuk senyawa karboamino (senyawa karbon dioksida). Besarnya peningkatan kemampuan darah untuk membawa CO² diwakili oleh perbedaan antara garis kelarutan CO² dan garis kadar CO² total, yaitu 49 ml CO² dalam darah arteri, 2,6 ml dalam aminokarbamat, dan 43,8 ml dalam HCO² [5], [8], [9]

c. Fisiologi pernapasan (Inspirasi dan Ekspirasi)

Respirasi (pernapasan) adalah peristiwa menghirup udara yang mengandung oksigen dari luar dan mengeluarkan udara yang banyak mengandung karbon dioksida, yang merupakan sisa-sisa tubuh setelah oksidasi. Inhalasi ini disebut inhalasi, dan ekshalasi disebut ekshalasi. Jadi, di paru-paru, terjadi pertukaran zat antara oksigen yang masuk ke dalam darah dan pengeluaran karbon dioksida dari darah melalui osmosis. karbon dioksida melalui.

Saluran udara (saluran pernapasan) dan melalui kapiler vena pulmonalis ke dalam tubuh, kemudian ke atrium kiri jantung (atrium kiri) ke aorta, dan kemudian ke seluruh tubuh (jaringan dan sel), di mana oksidasi (pembakaran) terjadi. Sebagai sisa pembakaran adalah karbon dioksida dan dikeluarkan melalui sirkulasi darah vena ke jantung (atrium kanan atau atrium kanan) ke ventrikel kanan (ventrikel kanan) dan dari sana melalui arteri pulmonalis ke jaringan paru-paru. Akhirnya, dikeluarkan melalui lapisan epitel alveoli. Proses pengeluaran karbondioksida merupakan bagian dari sisa metabolisme, sedangkan sisa metabolisme lainnya akan dikeluarkan melalui saluran urogenital dan kulit [8], [5]

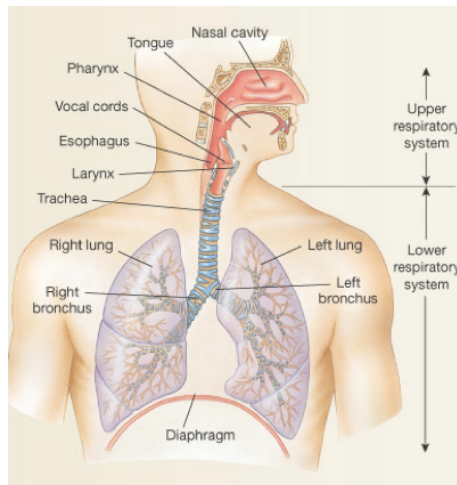


Gambar X.7 Proses Inspirasi dan Ekpirasi

Pernapasan terdiri dari dua mekanisme, yaitu inspirasi (menghirup) dan ekspirasi (mengembuskan napas). Bernapas berarti menghirup dan menghembuskan napas secara bergantian, teratur, berirama, dan terus menerus. Pernapasan merupakan tindakan refleks yang terjadi pada otot-otot pernapasan. Refleks pernapasan ini diatur oleh pusat pernapasan yang terletak di sumsum tulang penghubung (*medulla oblongata*). Karena seseorang dapat menahan, memperlambat, atau mempercepat napasnya, ini berarti bahwa refleks pernapasan juga dipengaruhi oleh korteks serebral. Pusat pernapasan sangat sensitif terhadap kelebihan karbon dioksida dalam darah dan kekurangan karbon dioksida dalam darah. Inspirasi terjadi ketika diafragma dirangsang oleh saraf frenikus dan kemudian berkontraksi menjadi rata. Otot interkostal miring berkontraksi ketika dirangsang, dan tulang rusuk (tulang rusuk) rata. Sehingga jarak antara tulang dada (sternum) dan tulang belakang semakin lebar. Saat rongga dada mengembang, pleura tertarik, yang menarik

paru-paru, mengurangi tekanan udara internal dan memungkinkan udara masuk dari luar [4], [3]

Buang napas, pada titik tertentu otot-otot rileks lagi (diafragma tenggelam, interkostal miring lagi), tulang rusuk menyusut lagi, dan udara diperas. Jadi proses bernafas atau bernafas terjadi karena adanya perbedaan tekanan antara rongga pleura dan paru-paru. Dalam pernapasan dada, tulang dada terbesar bergerak saat seseorang bernafas. Ini hadir di payudara lunak, yaitu pada pria dan wanita muda. Dalam pernapasan perut, ketika diafragma bergerak ke atas dan ke bawah, itu disebut pernapasan perut. Pernapasan perut paling banyak terjadi pada orang tua karena tulang rawan tidak lagi lunak dan elastis akibat banyaknya endapan kapur di tulang rawan, dan terutama ditemukan pada pria [2], [4], [1]



Gambar X.8 Anatomi sistem pernapasan manusia

C. Rangkuman

Respirasi adalah pertukaran gas, oksigen (O_2), yang diperlukan untuk metabolisme sel-sel tubuh, dan karbon dioksida (CO_2) yang dihasilkan oleh metabolisme ini, yang dikeluarkan dari tubuh melalui paru-paru. Sistem pernapasan terdiri dari saluran udara atas dan bawah. Di saluran pernapasan bagian atas, udara yang masuk ke tubuh dipanaskan, disaring, dan dilembabkan. Organ pernapasan atas terdiri dari hidung, nasofaring (dengan tonsil faring dan tuba eustachius), orofaring (tempat mulut bertemu faring, dengan pangkal lidah), dan laringofaring (terjadi persilangan antara aliran udara dan aliran makanan). Saluran pernapasan bawah terdiri dari laring (terdiri dari tiga struktur, yaitu krikoid, membran/pita suara, epiglotis, dan glotis), trakea, bronkus, dan paru-paru. Respirasi (pernapasan) adalah peristiwa menghirup udara yang mengandung oksigen dari luar dan mengeluarkan udara yang banyak mengandung karbon dioksida, yang merupakan sisa-sisa tubuh setelah oksidasi. Menghirup udara ini disebut inspirasi, dan menghembuskannya disebut ekspirasi.

D. Tugas

Untuk memperdalam pemahaman Anda tentang materi praktis di atas, lakukan latihan berikut!

1. Sebutkan dan jelaskan fungsi dari 2 saluran pernapasan atas!
2. Sebutkan dan jelaskan 4 fungsi utama saluran napas bawah!
3. Jelaskan mekanisme pernapasan (inspirasi dan ekspirasi)!

Tes

1. Berikut ini adalah organ pernapasan bagian atas
 - a. Laring
 - b. Faring
 - c. Trakhea
 - d. Bronkhi
2. Fungsi menyaring benda-benda kasar di udara yang dihirup
 - a. Rambut hidung
 - b. Vestibulum
 - c. Septumnasi
 - d. Cavumnasi
3. Rongga hidung berhubungan dengan beberapa rongga yang disebut sinus paranasal. Berikut ini adalah semua sinus, kecuali
 - a. Rahang atas
 - b. Maju
 - c. Otot sfenoid
 - d. Tulang oksipital
4. Berikut ini yang bukan merupakan fungsi hidung:
 - a. saluran pernafasan
 - b. Hangat dan melembapkan.
 - c. Penerimaan Bau
 - d. sekret
5. Dimana jalan napas bertemu dengan jalur makanan
 - a. Tenggorokan
 - b. Faring
 - c. Trakea
 - d. Bronkus
6. adalah faring tengah antara langit-langit lunak dan tulang hyoid:
 - a. Nasofaring
 - b. Laringofaring
 - c. Orofaring
 - d. Nasoling
7. Bagilah trakea menjadi bronkus kiri dan kanan:
 - a. Karina
 - b. Bronkus
 - c. Bronkiolus
 - d. Faring

8. Paru-paru kanan, meliputi:
 - a. 2 lobus
 - b. 3 kelopak
 - c. 4 daun
 - d. kelopak
9. Jumlah udara maksimum yang dapat ditarik ke dalam paru-paru setelah menghirup udara disebut _____.
 - a. Volume pasang surut
 - b. Tambahan
 - c. Volume pengisian
 - d. D Volume yang tersisa
10. Jumlah O₂ yang dikirim ke jaringan tergantung pada...
 - a. Tekanan parsial oksigen
 - b. Jumlah kadar total CO₂
 - c. Selisih antara garis kelarutan CO₂
 - d. Jumlah hemoglobin dalam darah

Kunci Jawaban Tes

11. B
12. A
13. D
14. D
15. B
16. C
17. A
18. B
19. C
20. D

E. Referensi

- [1] Smeltzer S.C dan Bare Brenda G, Buku Ajar Keperawatan Medikal Bedah (Ed. 8 Vol 2), Jakarta: Kedokteran EGC, 2002.
- [2] Syaifuddin, Anatomi Fisiologi untuk Keperawatan dan Kebidanan, Jakarta: Kedokteran EGC, 2012.
- [3] V. D. Graaff, Human anatomy, Ten Edition, New York: McGraw-Hill Companies. Marieb, E.N, 2010.
- [4] E. C. Pearce, Anantomy dan fisiology untuk paramedis, Jakarta: Kedokteran EGC, 2007.
- [5] Sherwood, Human physiology: from cells to systems (6th ed), USA: Thomson Learnig. Inc, 2012.
- [6] P. Anderson, Anatomi fisiologi tubuh manusia, Jakarta: Kedokteran EGC, 1999.
- [7] E. Sloane, Anatomi dan fisiologi untuk pemula, Jakarta: Kedokteran EGC, 2012.

- [8] Brunner's and suddarth, Textbook of medical surgical nursing (12th ed), Williams and Wilkins, 2010.
- [9] Marieb, E.N, Wilhelm, P.B & Mallat,J, Human Anatomy 6th ed media update, Benjamin Cummings, 2012.
- [10] Silvertho C. Andrew, Human physiology and integrated approach. Edisi dua, New Jersey: Oprentice Hall, 2001.

F. Glosarium

- Inspirasi : Bagian aktif dari proses pernapasan adalah masuknya udara ke dalam tubuh.
- Ekspirasi : Bagian dari proses pernapasan yang mengeluarkan udara dari tubuh.
- Metabolisme : Suatu proses kimia yang terjadi pada semua organisme hidup sebagai pertukaran zat atau organisme dengan lingkungannya.
- Alveoli : Kantung kecil di paru-paru kita yang memungkinkan oksigen dan karbon dioksida bergerak di antara paru-paru dan darah.
- Pleura : Selaput yang memisahkan paru-paru dari dinding dada bagian dalam.

Biografi Penulis



Ns. Rusdi, S.Kep., M.Kep, Lahir di Balikpapan Tanggal 17 Juli 1986, Riwayat Pendidikan S1 Keperawatan Tahun 2009 Dan Profesi Ners di UIT Makassar Pada tahun 2010, S2 Keperawatan Di Univeristas Hasanuddin pada tahun 2014. Saat Ini Bekerja di Program Studi Profesi Ners Institut Teknologi Kesehatan Dan Sains Wiyata Husada Samarinda, NIDN: 1117078602, email: rusdi@itkeswhs.ac.id, ID Sinta: 5984825

BAB X

SISTEM PENCERNAAN

Dr. Padoli SKp.M.Kes

A. Tujuan Pembelajaran

1. Mahasiswa mampu menjelaskan tentang proses pencernaan
2. Mahasiswa mampu menjelaskan struktur anatomi organ pencernaan (mulut, faring, eksofagus, lambung, usus halus, usus besar dan anus)
3. Mahasiswa mampu menjelaskan struktur anatomi organ aksesoris organ pencernaan (pankreas, hati, kelenjar ludah, kandung empedu)

B. Materi

1. Proses Pencernaan

Lima aktivitas dasar membantu mempersiapkan sistem pencernaan untuk digunakan oleh sel.

Makanan Penting untuk Kehidupan. Makanan diperlukan untuk reaksi kimia yang berlangsung di setiap sel tubuh; misalnya, pembentukan enzim baru, struktur sel, tulang, dan seluruh bagian tubuh lainnya yang memberikan energi untuk memenuhi kebutuhan tubuh. Sebagian besar makanan yang kita makan terlalu besar untuk melewati membran plasma sel. Proses pemecahan molekul makanan untuk digunakan sel-sel tubuh adalah disebut pencernaan, dan organ-organ yang bekerja sama untuk melakukan fungsi ini disebut sistem pencernaan

Sistem pencernaan makanan atau sistem gastrointestinal pada manusia terdiri dari beberapa organ, dimulai mulut sampai anus adalah sistem organ yang berfungsi untuk menerima makanan, mencernanya menjadi zat-zat gizi dan energi, menyerap zat-zat gizi ke dalam aliran darah serta membuang bagian makanan yang tidak dapat dicerna atau merupakan sisa proses tersebut dari tubuh. Aktifitas dasar system pencernaan adalah:

- a. Menelan/Ingesti. Makanan (bahan makanan, minuman, obat) harus dimasukkan ke rongga mulut sebelum dapat ditindaklanjuti; ini adalah proses aktif dan sukarela yang disebut menelan. Rongga mulut memungkinkan makanan masuk ke saluran pencernaan saluran dan terjadi pengunyahan
- b. Digesti (Pencernaan makanan)
- c. Proses penguraian makanan secara kimiawi dan mekanis untuk digunakan tubuh. Contoh pencernaan mekanis adalah: pencampuran makanan di mulut oleh lidah, pengadukan makanan di lambung, dan segmentasi di usus kecil. Dalam pencernaan kimia, reaksi katabolik memecah protein, lipid, dan molekul karbohidrat besar yang telah kita makan menjadi molekul yang lebih kecil untuk diserap dan digunakan oleh sel-sel tubuh.
- d. Sekresi. enzim dan cairan pencernaan yang disekresi oleh saluran pencernaan dan fungsinya organ aksesoris memfasilitasi pencernaan kimiawi
- e. Peristaltik. Kontraksi dan relaksasi otot-otot dinding secara bergantian struktur tubular dimana makanan bergerak di sepanjang saluran pencernaan. Gerak peristaltik melibatkan

otot-otot yang ada di kerongkongan, lambung, serta usus halus dan usus besar untuk mendorong partikel makanan menuju anus

- f. Penyerapan (absorpsi). Absorpsi adalah transportasi produk akhir yang dicerna dari lumen saluran pencernaan ke darah dan getah bening / limfatik untuk didistribusikan ke sel-sel tubuh. Agar terjadi penyerapan, makanan yang dicerna harus terlebih dahulu memasuki sel mukosa melalui proses transpor aktif atau pasif.
- g. Eliminasi atau Defekasi. Buang air besar adalah pembuangan residu yang tidak dapat dicerna dari saluran pencernaan melalui rectum dan anus dalam bentuk feses.

2. Pengaturan aktifitas GI Tract

Pengaturan Asupan Makanan. Berapa banyak makanan yang kita makan diatur oleh dua sensasi - lapar dan nafsu makan. Ketika kita mendambakan makanan secara umum, kita sedang mengalami lapar, dan ketika kita menginginkan makanan tertentu, istilah yang tepat adalah nafsu makan. Yang lebih kuat dari kedua sensasi tersebut adalah rasa lapar yang disertai dengan rasa tidak nyaman yang lebih kuat.

Hipotalamus adalah pusat kendali asupan makanan. Ada sekelompok saraf sel-sel di hipotalamus lateral (pusat nafsu makan) yang mengirimkan impuls menyebabkan seseorang yang ingin makan. Sekelompok sel saraf lain memberi tahu orang itu bahwa dia sudah cukup. Sel-sel ini terletak di hipotalamus medial dan disebut pusat kenyang. Asupan makanan seseorang harus diatur agar saluran pencernaan tidak menjadi terlalu penuh. Saluran pencernaan bagian atas mengembang untuk membiarkan makanan masuk ke saluran. Reseptor di dinding saluran pencernaan dirangsang dan mengirim sinyal ke pusat kenyang, sinyal bahwa beri tahu orang itu bahwa dia kenyang. Dia berhenti mengambil makanan, dan isi saluran pencernaan dicerna.

a. Sistem saraf otonom

Saluran pencernaan mendapat dua persarafan yang berhubungan dengan SSP di otak dan medulla spinalis. Mulai dari oesophagus sampai ke pertengahan colon transversum saluran pencernaan diurus oleh saraf parasimpatis yang berasal dari cabang n.vagus (dengan badan sel di ganglion nodosum); sedangkan pada usus bagian distal persarafan parasimpatis itu diurus oleh serabut-serabut saraf yang berpangkal pada medulla spinalis segmen sacral 2-4. Persarafan simpatis diurus oleh serabut saraf cabang n.splanchnicus major dan n.splanchnicus minor yang berasal dari segmen thoracal.

b. Kontrol hormonal

- hormon dari kelenjar endokrin dan dari saluran GI itu sendiri membantu mengatur aktivitas saluran GI.

c. Mekanisme refleks

Daerah saluran GI (terutama lambung dan usus kecil) menggunakan refleks untuk merangsang atau menghambat satu sama lain

3. Organ Utama Saluran Pencernaan

Organ-organ sistem pencernaan dibagi menjadi 2 kelompok utama : saluran gastrointestinal (GI tract) dan struktur aksesori.

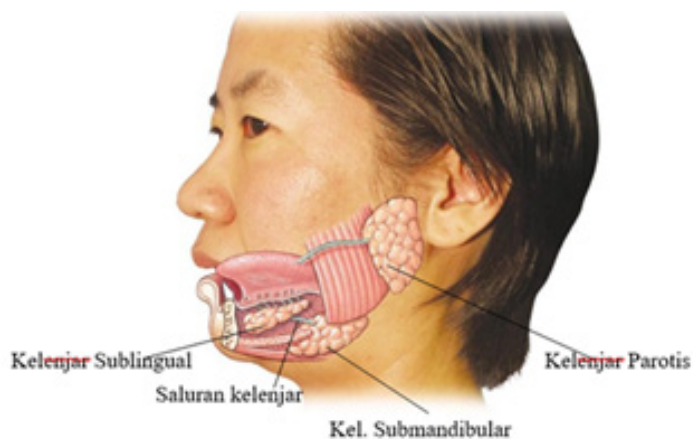
Saluran pencernaan makanan pada manusia terdiri dari beberapa organ, berturut turut dimulai dari 1. Rongga Mulut, 2. Esofagus, 3. Lambung, 4. Usus Halus, 5. Usus Besar, 6. Rektum, 7. Anus.

a. Rongga mulut (Cavitas oris)

Mulut merupakan saluran pertama yang dilalui makanan. Pada rongga mulut, dilengkapi alat pencernaan dan kelenjar pencernaan untuk membantu pencernaan makanan. Rongga mulut dibatasi oleh gigi, lidah, langit-langit keras, dan langit-langit lunak. Struktur ini membentuk mulut dan memainkan peran kunci dalam langkah pertama pencernaan, yang disebut menelan.

Gigi memiliki fungsi memotong, mengoyak dan menggiling makanan menjadi partikel yang kecil-kecil. Lidah memiliki peran mengatur letak makanan di dalam mulut serta mengecap rasa makanan. Gigi dan lidah bekerja dengan kelenjar ludah untuk memecah makanan menjadi massa kecil yang bisa ditelan, mempersiapkannya untuk perjalanan melewati saluran pencernaan.

Ada tiga pasang kelenjar ludah pada rongga mulut: parotis, sublingual, dan submandibular (juga disebut kelenjar submaxillary). Ketiga kelenjar ludah tersebut menghasilkan ludah setiap harinya sekitar 1 sampai 2,5 liter air ludah.



Gambar 9.1 : Rongga Mulut

Proses pencernaan dimulai dari dalam rongga mulut yang mengandung saliva atau air liur. Saliva disekresikan oleh glandula salivarius (kelenjar liur) dan mengandung sebagian besar air (99,5%), mucus, enzim amilase, zat antibakteri dan sisanya merupakan molekul-molekul padat. Saliva mengandung suatu glikoprotein yaitu musin yang berfungsi sebagai pelicin pada saat mengunyah dan menelan. Pada umumnya saliva memiliki pH yang berkisar antara 6-8 (netral). Selain musin, saliva mengandung enzim amilase (ptialin) yang berfungsi menghidrolisis amilum atau glikogen menjadi maltose; juga mengandung enzim lipase, namun tidak mempunyai arti bermakna bagi manusia.

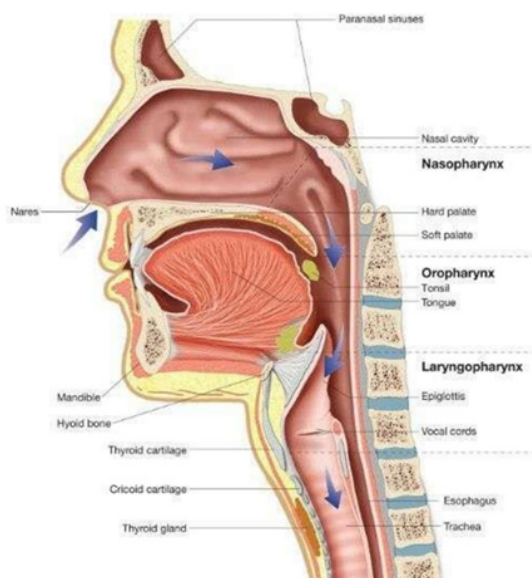
b. Faring

Faring merupakan saluran yang menghubungkan cavitas nasi dan cavitas oris di kepala dengan larynx dan oesophagus di leher. Faring memiliki panjang 12-14 cm dan memanjang dari dasar tengkorak hingga vertebra servikalis ke-6.

Faring terbagi menjadi 3 regio, yaitu nasopharynx, oropharynx, dan laryngopharynx. Nasofaring merupakan bagian nasal faring terletak di belakang hidung dan di atas palatum molle. Pada dinding posterior, terdapat tonsil faringeal (adenoid), yang terdiri atas jaringan limfoid. Tonsil paling menonjol pada masa kanak-kanak hingga usia 7 tahun, selanjutnya mengalami atrofi. Orofaring adalah bagian oral faring terletak di belakang mulut, memanjang dari bagian bawah palatum molle hingga bagian vertebra servikalis

ke-3. Dinding lateral bersatu dengan palatum molle untuk membentuk lipatan di tiap sisi. Antara tiap pasang lipatan, terdapat kumpulan jaringan limfoid yang disebut tonsil palatina. Saat menelan, bagian nasal dan oral dipisahkan oleh palatum molle dan uvula.

Laringofaring merupakan bagian laringeal faring memanjang dari atas orofaring dan berlanjut ke bawah esofagus, yakni dari vertebra servikalis ke-3 hingga 6.



Gambar 9.2 : Struktur anatomi faring

Faring dilapisi oleh 3 jaringan yaitu membran mukosa, jaringan fibrosa dan otot polos. Membran mukosa melapisi berbagai region tubuh yang berfungsi melindungi jaringan dari gesekan bahan makanan. Jaringan fibrosa membentuk lapisan tengah. Jaringan ini lebih tebal di nasofaring dan semakin tipis di ujung bawah. Otot polos terdiri atas beberapa otot konstriktor involuntir yang berperan penting dalam mekanisme menelan, sementara faring bukan dikendalikan otot voluntir.

Fungsi faring diantaranya yaitu sebagai saluran respirasi dan makanan, penghangat dan pelembab udara, pengecap, perlindungan, dan juga berperan dalam berbicara dengan bekerja sebagai resonansi untuk suara yang naik dari laring, faring (bersama sinus) membantu memberikan suara yang khas pada setiap orang.

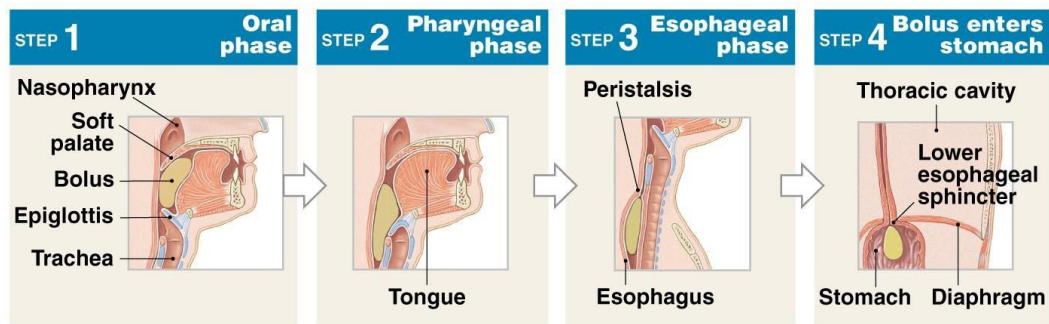
c. Esophagus (Kerongkongan)

Merupakan saluran berotot dengan panjang 25 cm, yang menghubungkan antara rongga mulut dengan lambung. Pada ujung saluran esophagus setelah mulut terdapat daerah yang disebut faring. Pada faring terdapat klep, yaitu epiglotis yang mengatur makanan agar tidak masuk ke trakea (tenggorokan). Oesophagus ini terdiri atas oesophagus cervicalis di region colli, oesophagus thoracica di cavitas thoracis, dan oesophagus abdominalis di cavitas abdominis (Muresian, 2016). Organ ini dimulai pada ujung inferior laryngopharynx, berjalan melalui aspek inferior leher, memasuki mediastinum dan turun di anterior columna vertebralis, menembus diaphragma melalui hiatus oesophagii, dan berakhir di bagian superior ventriculus (Tortora dan Nielsen, 2017).

Oesophagus memiliki 4 titik penyempitan (*angustia oesophagii*) sehingga dapat menjadi tempat bersarang *corpus alienum*. Penyempitan tersebut terjadi: 1. Di tempat paling proximal (oral) setinggi vertebra C6 (setinggi cartilago cricoidea) 2. Di titik persilangan

dengan arcus aortae 3. Di titik persilangan dengan bronchus primarius sinistra 4. Ketika melalui diaphragma (hiatus oesophagii) setinggi vertebra T10 (Hansen, 2019; Muresian, 2016).

Fungsi esophagus adalah menyalurkan makanan ke lambung. Agar makanan dapat berjalan sepanjang esophagus, terdapat gerakan peristaltik sehingga makanan dapat berjalan menuju lambung.



Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Gambar 9.3 : Gerakan peristaltik esofagus

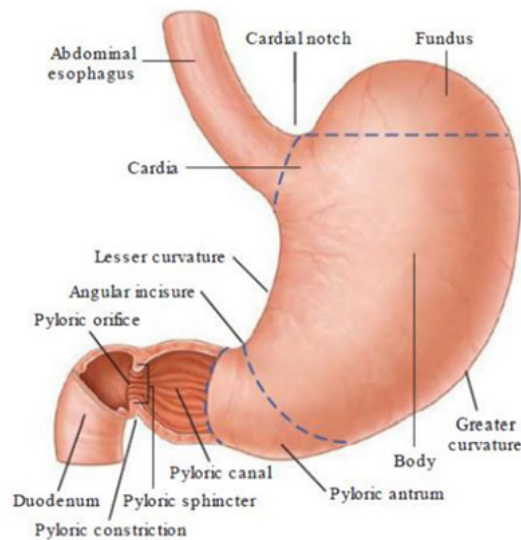
d. Lambung (Ventriculus/Gaster/Stomach)

Lambung adalah kelanjutan dari esophagus, berbentuk seperti huruf J. Lambung terletak di regio epigastrica, regio umbilicalis, dan regio hypochondriaca sinistra. Lambung memiliki 2 permukaan, yaitu *facies anterior (facies superior)* dan *facies posterior (facies inferior)*. Lambung memiliki 4 regiones utama, yaitu *cardia, fundus, corpus, dan pars pylorica*. Lambung dapat menampung makanan 1 liter hingga mencapai 2 liter.

Dinding lambung tersusun dari 4 lapis jaringan:

- 1) Serosa. Merupakan lapisan terluar. Pada thoraks, lapisan ini berupa jaringan fibrosa longgar.
- 2) Lapisan otot. Saluran cerna dilapisi otot polos. Jenis kontraksi otot polos disebut peristalsis. Lapisan longitudinal yang bersambung dengan esofagus. Lapisan sirkuler yang paling tebal dan terletak di pilorik membentuk spinkter
- 3) Submukosa. Lapisan ini terdiri atas kolagen jaringan ikat longgar dan sebagian serat elastis. terdiri dari jaringan areola yang banyak mengandung pembuluh darah dan limfe
- 4) Mukosa. Berbentuk rugae (kerutan), dilapisi epitelium silindris yang mensekresi mukus. "Pada lapisan mukosa lambung terdapat lipatan-lipatan disebut Rugae yang dapat meregang pada saat terjadi penambahan volume atau isi lambung. Mukosa lambung juga mengandung banyak kelenjar yang mensekresi enzim-enzim pencernaan (getah lambung, yang membuat makanan lebih cair dan asam).

Pylorus berhubungan dengan duodenum. Ketika lambung kosong, mucosanya membentuk lipatan besar yang disebut *rugae (plica) ventriculi*. Pylorus berhubungan dengan duodenum melalui sfingter otot polos yang disebut *m. sphincter pylorica*. Tepi medial lambung yang cekung disebut *curvatura minor*, sedangkan tepi lateral yang cembung disebut *curvatura major*. Tikungan di *curvatura minor* disebut *incisura angularis* (gambar 1.12) (Tortora dan Nielsen, 2017; Drake et al., 2018; Wineski, 2019; Barr dan Almond, 2016).



Gambar 9.4: Lambung

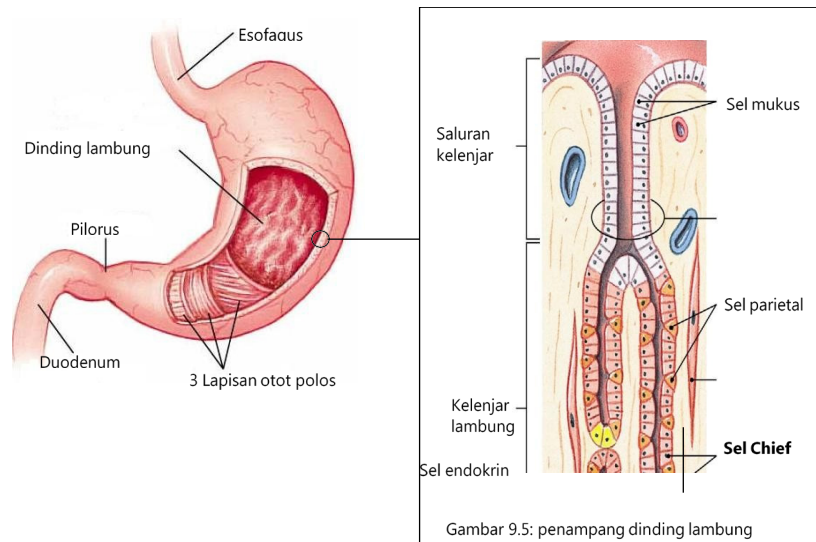
Sumber: Drake RL, Vogl AW, dan Mitchell AWM 2018. Gray's Basic Anatomy second ed. Elsevier, Philadelphia hal. 155

Fungsi Pencernaan di dalam Lambung. Lapisan mukosa lambung menghasilkan getah lambung. Getah lambung merupakan cairan bening berwarna kuning pucat yang mengandung asam lambung (HCl) dengan pH lebih kurang 1. Getah lambung juga mengandung air (97-99%), sisanya berupa musin, garam anorganik, dan enzim pencernaan pepsin, renin dan lipase

- 1) Asam lambung (HCl). Sumber utama asam lambung adalah sel parietal yang menutupi korpus lambung. Sumber H⁺ berasal dari H₂CO₃ yang dikatalisis oleh enzim karbonat anhidrase. Akibat kontak dengan HCl lambung, protein mengalami denaturasi yaitu struktur protein tersier hilang akibat penghancuran ikatan hidrogen. Proses ini memungkinkan terbukanya lipatan rantai polipeptida sehingga menjadi lebih mudah dijangkau oleh kerja enzim protease. Nilai pH yang rendah juga berperan dalam menghancurkan sebagian besar mikroorganisme yang memasuki saluran cerna. Sel-sel parietal lambung juga menyekresikan faktor intrinsik, suatu glikoprotein yang memfasilitasi absorpsi vitamin B12 di ileum.
- 2) Enzim Pencernaan dalam Lambung
 - a) Pepsin. Pencernaan protein dimulai dalam lambung dan enzim yang berperan utama dalam hal ini adalah pepsin. Pepsin dihasilkan oleh sel utama (Chief cell) dalam bentuk pepsinogen. Pepsinogen akan menjadi pepsin dengan bantuan H⁺, selanjutnya pepsin yang terbentuk akan mengaktifkan pepsinogen (autokatalisis). Pepsin termasuk enzim endopeptidase dan spesifik untuk ikatan peptida yang dibentuk oleh asam-asam amino aromatik atau asam amino dikarboksilat.
 - b) Rennin. Enzim rennin berfungsi untuk koagulasi susu, penting pada proses pencernaan bayi karena mencegah lewatnya susu secara cepat melalui lambung. Rennin akan mengubah kasein susu menjadi parakasein secara irreversibel. Selanjutnya parakasein akan dipecah oleh pepsin.
 - c) Lipase. Di dalam lambung terdapat lipase lambung dan lipase saliva yang dapat melanjutkan aktifitasnya pada pH yang lebih rendah, karena adanya waktu retensi 2-4 jam. Nilai optimal pH memiliki kisaran cukup luas 3,0-6,0. Substrat utama enzim

ini adalah lemak susu yang mengandung asam lemak rantai pendek. Asam lemak rantai pendek diserap oleh lambung dan selanjutnya masuk ke dalam vena porta.

Hasil penggerusan makanan di lambung secara mekanik dan kimiawi akan menjadikan makanan menjadi bubur yang disebut bubur kim atau kimus (*chyme*). Proses absorpsi di dalam lambung hanya terjadi sedikit absorpsi, kecuali asam lemak rantai pendek serta sedang dan etanol.



Gambar 9.5: penampang dinding lambung

Gbr penampang dinding lambung

e. Usus Halus/Intestinum tenue (*small intestine*)

Usus halus merupakan kelanjutan dari lambung. Intestinum tenue merupakan bagian terpanjang tractus gastrointestinalis (6-7 m) dan terbentang dari sfingter pilorus ke usus besar.

Usus halus merupakan bagian terpanjang dari saluran pencernaan, memiliki panjang sekitar 6-8 meter. Usus halus terbagi menjadi 3 bagian yaitu duodenum (± 25 cm), jejunum ($\pm 2,5$ m), serta ileum ($\pm 3,6$ m). Ileum bertemu dengan usus besar di katup ileocecal, yang menghubungkan usus besar dan kecil.

1) Duodenum

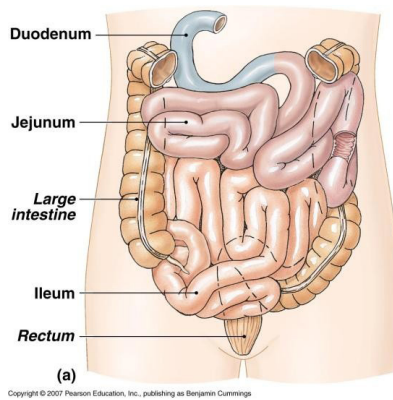
Duodenum berbentuk huruf C dengan panjang 20-25 cm. Lumen duodenum terluas dibandingkan organ intestinum tenue yang lain.

2) Jejunum

Jejunum dimulai dari duodenojejunal junction. Jejunum mewakili 2/5 proximal intestinum tenue, terletak sebagian besar di kuadran kiri atas. Dibandingkan ileum, jejunum memiliki diameter yang lebih besar, dinding lebih tebal, lemak mesenterica lebih sedikit, plica circularis lebih tinggi dan lebih banyak, arcade arterialis yang kurang menonjol, dan vasa recta lebih panjang.

3) Ileum

Ileum membentuk 3/5 distal intestinum tenue, terletak sebagian besar di kuadran kanan bawah. Dibandingkan jejunum, ileum memiliki dinding lebih tipis, plica circularis lebih sedikit. Ileum berakhir di ileocecal junction dan bermuara ke intestinum crassum di tempat cecum dan colon ascendens.



Gambar 9.6: Usus Halus

Pada usus halus hanya terjadi pencernaan secara kimiawi saja, dengan bantuan senyawa kimia yang dihasilkan oleh usus halus serta senyawa kimia dari kelenjar pankreas yang dilepaskan ke usus halus.

Isi lambung atau kimus (chyme) selama proses pencernaan masuk ke dalam duodenum. Sementara itu, getah pankreas dan empedu juga disekresikan ke dalam duodenum. Oleh karena itu, kimus yang asam akan berubah menjadi alkalis. Perubahan pH ini penting untuk aktifitas enzim yang terdapat di dalam getah pankreas dan usus halus.

Usus halus mensekresikan getah usus yang mengandung enzim pencernaan, yakni :

- 1) *Aminopeptidase* yaitu suatu eksopeptidase yang memecah ikatan peptida di sebelah N asam amino terminal dari polipeptida dan oligopeptida
- 2) *Dipeptidase* akan mencerna dipeptida menjadi asam amino bebas
- 3) *Disakaridasae* dan *oligosakaridase*, yaitu: *isomaltase* (α -dekstrinase) akan menghidrolisis ikatan 1- 6 pada α limit dekstrin; β -galaktosidase (*laktase*) memisahkan galaktosa dan laktosa ; *sukrase* untuk menghidrolisis sukrosa
- 4) *Fosfatase* memisahkan fosfat dari beberapa fosfat organik seperti koksofosfat dan gliserofosfat
- 5) *Polinukleotidase* akan memecah asam nukleat menjadi nukleotida
- 6) *Posfolipase* akan memecah fosfolipid dan menghasilkan gliserol, asam lemak, asam fosfat, dan basa seperti kolin
- 7) *Enterokinase (enteropeptidase)* akan mengkatalisis tripsinogen menjadi tripsin

Hasil akhir dari kerja enzim pencernaan adalah mereduksi bahan makanan di dalam diet menjadi bentuk yang dapat diserap serta diasimilasikan. Produk akhir proses pencernaan ini adalah monosakarida (terutama glukosa) untuk karbohidrat; asam amino untuk protein; asam lemak, gliserol serta monoasilgliserol untuk triasilgliserol; dan nukleobasa, nukleosida dan pentosa untuk asam nukleat. Polisakarida dari dinding sel tanaman dan lignin tidak dapat dicerna oleh enzim mamalia merupakan serat diet dan menyusun massa residu dari pencernaan.

Proses absorpsi, Usus halus merupakan organ absorpsi utama. Sekitar 90% bahan makanan yang diingesti diserap sewaktu berjalan melintasi usus halus, demikian pula air. Transport bahan yang diserap oleh usus terjadi melalui dua lintasan yakni sistem portal hepatic, yang berjalan langsung menuju hati dan mengangkut nutrien larut air, serta

pembuluh limfe, yang menuju darah melalui duktus torasikus dan mengangkut mutrien yang larut dalam lemak.

Absorpsi Karbohidrat. Berbagai produk pencernaan karbohidrat diserap dari jejunum ke dalam darah sistem vena porta dalam bentuk monosakarida, terutama sebagai heksosa (glukosa, fruktosa, manosa serta galaktosa) dan sebagai gula pentosa (ribosa).

Absorpsi Lemak. Senyawa 2-monoasilgliserol, asam lemak, dan sejumlah kecil senyawa 1-monoasilgliserol meninggalkan fase minyak pada emulsi lipid dan berdifusi ke dalam misel yang bercampur dengan liposom yang terdiri atas garam empedu, fosfatidil kolin, dan kolesterol, dilapisi oleh getah empedu. Oleh karena bersifat larut air, misel memungkinkan akueosa lumen usus menuju brush border sel mukosa, tempat produk tersebut diserap ke dalam epitel usus.

Absorpsi Protein. Pada orang dewasa, sejumlah kecil protein diserap utuh melalui sel usus dengan proses pinositosis. Salah satu contoh pada penyerapan suatu molekul protein yang besar adalah penyerapan vitamin B12, dan faktor intrinsik pada ileum terminal.

f. Usus Besar (*Colon/Intestinum Crassum /Large Intestine*)

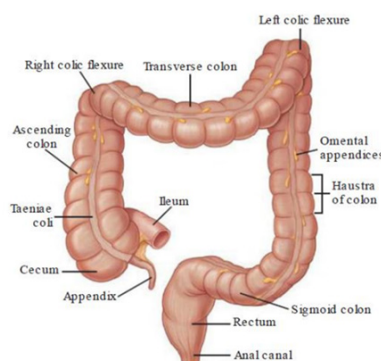
Usus besar terbentang dari ujung distal ileum ke anus dengan panjang sekitar 1,5 meter pada orang dewasa dan berbentuk seperti huruf U terbalik. Usus besar terdiri atas caecum, appendix vermiformis, colon, rectum, dan canalis analis Merupakan usus yang memiliki diameter lebih besar dari usus halus.

Cecum adalah bagian pertama *intestinum crassum*, berupa kantung berujung buntu. Ia terletak inferior dari ileocecal junction di fossa iliaca dextra. Cecum berlanjut menjadi colon ascendens setinggi pintu masuk ileum ke cecum.

Appendix vermiformis adalah saluran berbentuk cacing dan berujung buntu, berlubang, dan sempit yang muncul dari dinding posteromedial cecum.

Colon berjalan ke superior dari cecum dan terdiri atas colon ascendens, colon transversum, colon descendens, dan colon sigmoideum. Colon ascendens dan colon descendens tergolong retroperitoneal, sedangkan colon transversum dan colon sigmoideum tergolong intraperitoneal (Drake et al., 2018).

Colon sigmoideum merupakan kelanjutan colon descendens, dimulai setinggi aditus pelvis (pelvic inlet) dan terbentang sampai setinggi vertebra SIII, tempat ia berlanjut menjadi rectum. Struktur berbentuk huruf S ini sangat mobil, kecuali di permulaan dan ujungnya.



Gambar 9.7 Usus Besar (Kolon) Manusia

Sumber: Drake RL, Vogl AW, dan Mitchell AWM 2018. Gray's Basic Anatomy second edition. Elsevier, Philadelphia hal. 159

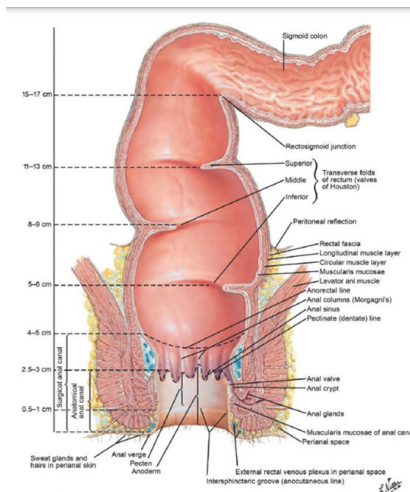
Pembentukan Feses. Sebagian besar absorpsi dalam usus besar terjadi pada $\frac{1}{2}$ proksimal kolon sehingga disebut kolon absorpsi. Sedangkan kolon distal berfungsi sebagai kolon penyimpanan. Seperti pada bagian distal usus halus, mukosa usus besar secara aktif mensekresi ion bikarbonat dan bersamaan itu secara aktif mengabsorpsi ion klorida tambahan dalam jumlah yang sama. Banyak bakteri, terutama basil kolon, mampu mencernakan sejumlah kecil selulosa sehingga menyediakan sedikit kalori dari nutrisi pada tubuh setiap hari. Zat lain yang dibentuk sebagai hasil aktivitas bakteri adalah vitamin K, vitamin B12, tiamin (B1), riboflavin (B2), dan berbagai gas yang menimbulkan flatus. Vitamin K khususnya penting karena jumlah vitamin K yang di dapat dari makanan dalam jumlah normal tidak cukup untuk mempertahankan koagulasi (pembekuan) darah yang adekuat. Dalam keadaan normal, $\frac{3}{4}$ bagian feses merupakan air dan $\frac{1}{4}$ bagian zat padat yang terdiri dari sekitar 30% bakteri yang mati, 10 – 20% lemak, 10 – 20% zat organik, 2 – 3% protein, dan 30% sisa-sisa makanan yang tidak dapat dicernakan dan unsur-unsur kering getah pencernaan seperti pigmen empedu dan epitel yang mengelupas.

Warna feses yang coklat disebabkan oleh urobilin dan sterkobilin. Bau feses disebabkan oleh kerja bakteri dan jenis makanan yang dimakan. Hasil yang sebenarnya memberi bau adalah skatol, indol, merkaptan, dan hidrogen sulfida (H₂S)

g. Rektum dan Anus (Canalis Analis)

Rectum merupakan kelanjutan dari colon sigmoideum, dimulai dari rectosigmoid junction setinggi vertebra SIII, dan terletak di konkavitas os sacrum dan os coccygeus. Bagian bawah rectum meluas membentuk ampulla recti. Ketika berjalan melalui diaphragma pelvis, rectum membelok ke posterior dan berlanjut menjadi canalis analis. Canalis analis berjalan ke posterior inferior sepanjang 4 cm dan berakhir di anus. Junction antara rectum dan canalis analis ditandai oleh cincin anorectal (*anorectal ring*) yang dapat dipalpasi pada pemeriksaan *rectal toucher*. Cincin ini terbentuk akibat tonus lengkung *m. puborectalis* di dinding *posterior junction* yang mempertahankan sudut 120° pada waktu kontinensi feses. Rektum berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara feses. Jika kolon desendens penuh maka dinding rektum mengembang karena penumpukan material di dalam rektum akan memicu sistem saraf yang menimbulkan keinginan untuk melakukan defekasi (BAB). Jika defekasi tidak terjadi, sering kali material akan dikembalikan ke usus besar, di mana penyerapan air akan kembali dilakukan untuk periode yang lama disebut konstipasi.

Canalis analis berakhir di anus yang membuka ke luar. Ada 2 otot sfingter, yaitu *m. sphincter ani internus* yang dibentuk oleh otot polos dan bersifat involunter dan *m. sphincter ani externus* yang dibentuk oleh otot skelet dan bersifat volunter. Apabila feses sudah siap dibuang maka otot spinkter rectum mengatur pembukaan dan penutupan anus. Feses dibuang dari tubuh melalui proses defekasi (buang air besar – BAB), yang merupakan fungsi utama anus.



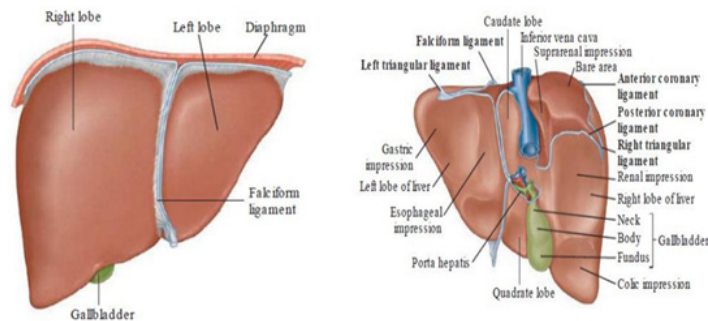
Gambar 9.8 : Morfologi Internal Rectum, Canalis Analis, dan Anus

Sumber: Treuting PM, Arends MJ, dan Dintzis SM 2018. Lower Gastrointestinal Tract dalam Treuting PM, Dintzis SM, dan Montine KS (editors). Comparative Anatomy and Histology: A Mouse, Rat, and Human Atlas Second Edition. Academic Press, London hal. 219

h. Hepar (Liver)

Hepar merupakan organ viscera terbesar di dalam tubuh dengan berat $\pm 1500\text{--}2000$ gram dan terletak terutama di regio hypochondriaca dexter dan region epigastrica, terbentang ke regio hypochondriaca sinistra (pada kuadran atas kanan terbentang ke kuadran atas kiri). Hepar memiliki dua permukaan, yaitu facies diaphragmatica (mengarah ke anterior, superior, dan posterior) dan facies visceralis (mengarah ke inferior). Facies diaphragmatica menempel di facies inferior diaphragma.

Hepar memiliki 4 lobi, yaitu lobus dexter, lobus sinister, lobus caudatus, dan lobus quadratus. Lobus dexter merupakan lobus terbesar, sementara lobus sinister lebih kecil dari lobus dexter



Gambar 9.9 : Hepar, A. Facies Diaphragmatica, B. Pandangan Posterior Bare Area Dan Ligamenta yang Berhubungan

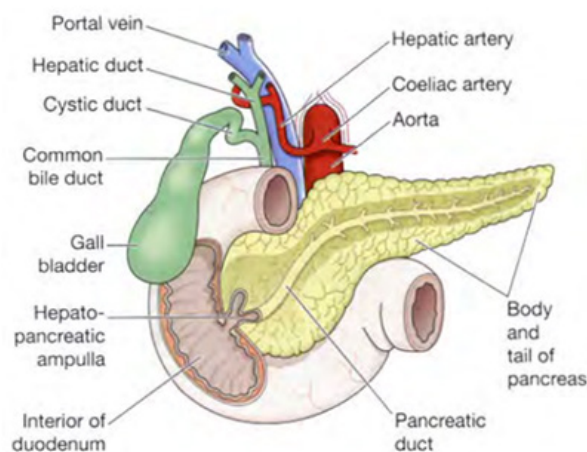
Sumber: Drake RL, Vogl AW, dan Mitchell AWM 2018. Gray's Basic Anatomy second ed. Elsevier, Philadelphia hal. 166

Hati memiliki beberapa fungsi, yaitu tempat metabolisme nutrisi makro (karbohidrat, lemak, dan protein), pemecahan eritrosit dan pertahanan terhadap mikroba, tempat penyimpanan besi dan vitamin yang larut dalam lemak (A, D, E dan K), menyimpan beberapa vitamin yang larut dalam air, mis. riboflavin, niasin, piridoksin, asam folat dan vitamin B12, pembentuk faktor koagulasi, pembentuk empedu, menyerap dan memetabolisme bilirubin, detoksifikasi obat-obatan dan zat berbahaya, serta metabolisme berbagai hormon dan obat-obatan.

i. Vesica Fellea (Gallbladder/Kantung Empedu)

Vesica fellea adalah kantung berbentuk buah per yang menempel di facies visceralis lobus dexter hepatis, pada cekung antara lobus dexter dan lobus quadratus hepatis. Vesica fellea memiliki fundus, corpus, dan collum. Fundus merupakan ujung yang membulat yang menonjol dari margo inferior hepar. Corpus merupakan bagian utama yang terletak di dalam fossa. Collum merupakan bagian yang menyempit. Vesica fellea berfungsi menerima, mengonsentrasikan, dan menyimpan bilus dari hepar (Drake et al., 2018; Wineski, 2019).

Fungsi utama kandung empedu adalah menyimpan empedu dan memekatkannya dengan mereabsorpsi airnya. Reabsorpsi air dianggap merupakan akibat osmotik pompa natrium. Karena ion natrium dan klorida ditranspor dalam jumlah yang sama, terbukti tidak adanya selisih potensial antara ke 2 permukaan organ tersebut. Natrium klorida dan air menembus membran apeks sel dan berjalan ke lateral menuju celah intersel dan dari sini ke pembuluh darah lamina propria. Kontraksi otot polos kandung empedu di rangsang oleh kolesistokinin, suatu hormon yang dihasilkan dalam mukosa usus halus.



Gambar 9.10 Pankreas, kandung empedu dan duodenum.

Sumber : Anne Waugh and Allison Grant, 2004, Ross and Wilson *Anatomy and Physiology in Health and Illness Churchill Livingstone*. P306

j. Pancreas

Pancreas merupakan organ lunak berlobus yang membentang secara miring melintasi dinding posterior abdomen, dari duodenum ke spleen. Pancreas terletak sebagian besar di posterior ventriculus. Pancreas adalah struktur retroperitoneal, kecuali sebagian kecil caudanya. Pancreas terdiri atas caput, processus uncinatus, collum, corpus, dan cauda.

Ductus pancreaticus major dimulai pada cauda pancreatis, berjalan ke kanan melewati corpus pancreatis, setelah melewati caput pancreatis, membelok ke inferior. Ductus pancreaticus major bergabung dengan ductus choledochus (*bile duct*) di bagian bawah caput pancreatis. Gabungan kedua struktur ini membentuk ampulla hepatopancreatica (*ampulla Vateri*) yang memasuki pars descendens duodeni di papilla duodeni major. Ampulla hepatopancreatica dikelilingi oleh kumpulan sel otot polos yang disebut sphincter of ampulla (*m. sphincter Oddi*).

Pankreas tersusun atas bagian eksokrin dan endokrin. Bagian endokrin terdiri atas pulau Langerhans, dan bagian eksokrin terdiri atas kelenjar asiner, maka disebut bagian asini pankreas. Getah pankreas merupakan cairan tidak kental dengan pH yang alkalis (7,5-8).

Sel asiner pankreas merupakan sel serosa, dan memiliki sifat mensintesis protein. Setelah disintesis dalam bagian basal sel, maka proenzim selajutnya meninggalkan retikulum endoplasma kasar dan masuk apparatus Golgi. Proenzim - proenzim tersebut dikumpulkan dalam vesikel-vesikel sekresi yang disebut sebagai granula prozimogen. Granula sekresi yang matang (granula zimogen), melekat pada membran dan terkumpul pada bagian apical (ujung) sel. Bagian eksokrin pankreas manusia mensekresikan:

- 1) air
- 2) ion-ion: bikarbonat.
- 3) enzim: karboksipeptidase, ribonuklease, deoksiribonuklease, lipase, dan amilase.
- 4) proenzim sebagai berikut: tripsinogen, kimotripsinogen.

Regulasi sekresi asini pankreas diatur oleh 2 hormon – sekretin dan kolesistokinin (dahulu dinamakan pankreoenzim) – yang dihasilkan oleh mukosa duodenum. Perangsangan nervus vagus (saraf parasimpatis) juga akan meningkatkan sekresi pankreas.

- 1) Sekretin bersifat merangsang sekresi cairan, sedikit protein (enzim) dan kaya akan bikarbonat. Fungsinya terutama mempermudah transport air dan ion. Hasil sekresi ini berperan untuk menetralkan kimus yang asam (makanan yang baru dicernakan sebagian) sehingga enzim-enzim pancreas dapat dapat berfungsi pada batas pH netral optimalnya.
- 2) Kolesistokinin (CCK) merangsang sekresi cairan (sedikit), banyak protein dan enzim. Hormon ini bekerja terutama dalam proses pengeluaran granula-granula zimogen. Kerja gabungan ke dua enzim tersebut menghasilkan sekresi getah pankreas yang kaya akan enzim

C. Rangkuman

1. Tractus digestivus dari oral ke anal meliputi cavitas oris, pharynx, oesophagus, ventriculus, intestinum tenue, intestinum crassum, dan anus. Intestinum tenue terdiri atas duodenum, jejunum, dan ileum. Intestinum crassum terdiri atas cecum, appendix vermiformis, colon ascendens, colon transversum, colon descendens, colon sigmoideum, rectum, dan canalis analis. Tractus gastrointestinalis secara umum memiliki struktur yang tersusun atas 4 lapisan utama, yaitu mucosa, submucosa, tunica muscularis (muscularis externa), dan tunica serosa/adventitia
2. Organ asesoris berupa gigi, lidah, kelenjar ludah, pankreas, hati dan kandung empedu

D. Tugas

Jawablah latihan berikut dengan menuliskan jawabannya di lembar yang telah disediakan.

Setelah Anda menyelesaikan semua latihan ini, buka "kunci untuk Latihan" di akhir pelajaran dan periksa jawaban Anda. Untuk setiap latihan yang dijawab salah, bacalah kembali materi yang dirujuk dengan jawaban.

1. Penghancuran bolus baik secara mekanik (mengunyah) dan pencernaan makanan secara kimia dengan enzim, disebut...
 - a. Ingesti
 - b. Absorpsi
 - c. Propulsi

- d. Digesti
- e. Eliminasi

ANSWER : D

2. Enzim yang dihasilkan oleh pankreas yaitu....

- a. Tripsin, amilase, dan lipase
- b. Pepsin, tripsin, dan renin
- c. Tripsin, renin, dan ptialin
- d. Tripsin, renin, erepsin
- e. Tripsin, amilase, dan renin

ANSWER : A

3. Organ asesoris sistem pencernaan yang berperan penting dalam metabolisme dan memiliki beberapa fungsi dalam tubuh termasuk penyimpanan glikogen, sintesis protein plasma, dan penetralan obat, adalah

- a. Kelenjar Saliva
- b. Kandung empedu
- c. Pankreas
- d. Hepar
- e. Limpa

ANSWER : D

4. Enzim yang dihasilkan oleh getah pankreas dan berfungsi untuk memecah amilum menjadi maltosa adalah

- a. Maltase
- b. Steapsin
- c. Amilase
- d. Erepsine
- e. Tripsin

ANSWER : C

5. Usus halus terdiri dari tiga bagian yaitu duodenum, yeyunum dan ileum. Proses penyerapan bahan makanan terjadi dibagian. .

- a. Duodenum dan Jejunum
- b. Jejunum
- c. Duodenum dan Ileum
- d. Ileum
- e. Jejunum dan Ileum

ANSWER : D

E. Referensi

Anne Waugh and Allison Grant, 2004, Ross and Wilson *Anatomy and Physiology in Health and Illness Churchill Livingstone*

- Drake RL, Vogl AW, dan Mitchell AWM 2018. *Gray's Basic Anatomy* second ed. Elsevier, Philadelphia
- Guyton AC & Hall J. *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*, 12th Ed. New York: Elsevier; 2010.
- Hansen JT 2019. *Netter's Clinical Anatomy* 4th ed. Elsevier, Philadelphia
- Harper HA, Rodwell V W, Mayes PA. 2003. *Harper's Illustrated Biochemistry*. 26 ed. Lange Medical Publications. California
- Hesty Widowati, Evi Rinata, 2020, *Buku Ajar Anatomi*, UMSIDA Press
<https://www.visiblebody.com/learn/digestive/digestive-oral-cavity#saliva>
- Husairi Ahmad, dkk, 2020, *Sistem Pencernaan - Tinjauan Anatomi, Histologi, Biologi, Fisiologi Dan Biokimia*, Penerbit CV IRDH, Malang
- Marianne Belleza, 2021, <https://nurseslabs.com/digestive-system/> Digestive System Anatomy and Physiology Updated On February 11, 2021
- Rismanto J. 1991. *Abdomen*. Program Studi Kedokteran, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru
- Tortora GJ dan Nielsen MT 2017. *Principles of Human Anatomy* 14th ed. Wiley, USA
- Treuting PM, Arends MJ, dan Dintzis SM 2018. *Upper Gastrointestinal Tract dalam Treuting PM, Dintzis SM, dan Montine KS (editors). Comparative Anatomy and Histology: A Mouse, Rat, and Human Atlas* Second Edition. Academic Press, London
- Wineski LE 2019. *Snell's Clinical Anatomy by Regions* 10th ed. Wolters Kluwer, Philadelphia

F. Glosarium

- Appendix Vermiformis* : adalah saluran berbentuk cacing dan berujung buntu, berlubang, dan sempit yang muncul dari dinding posteromedial cecum.
- Cecum* : adalah bagian pertama intestinum crassum, berupa kantung berujung buntu.
- Patch Peyer* : adalah kumpulan jaringan limfatik lokal yang ditemukan di submukosa meningkat jumlahnya menjelang akhir usus kecil
- Rectal Toucher* : merupakan pemeriksaan digital dengan memasukkan digitus indicis manus (jari II tangan) melalui anus ke arah atas sejauh-jauhnya.
- Retroperitoneal*: yaitu organ yang terletak dibelakang cavum peritonii. (*peritoneum parietale* hanya meliputi bagian anterior).
- Vili* : adalah tonjolan mukosa seperti jari yang memberikan tampilan dan rasa seperti beludru, seperti handuk yang lembut

Tentang Penulis



Dr. Padoli, SKp.M.Kes dilahirkan di Kediri pada tanggal 01 Juli 1968. Penulis menempuh Pendidikan Akademi Keperawatan Soetomo Surabaya lulus tahun 1991, Program Studi Ilmu Keperawatan (PSIK) Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran Bandung tahun 1998, Pasca sarjana (S2) Ilmu Kedokteran Dasar minat Biologi Medik Universitas Airlangga tahun 2003, dan Program Doktorat Ilmu Kedokteran minat Psikoneuroimunologi (PNI) lulus tahun 2011

Penulis bekerja sebagai dosen tetap Program Studi D3 Keperawatan Soetomo Surabaya sejak tahun 1992, Program DIV Keperawatan dan Sarjana Terapan Keperawatan Poltekkes Surabaya sejak tahun 2007. Mata kuliah utama yang diampu oleh penulis adalah Ilmu Biomedik Dasar, Keperawatan Medikal Bedah, Fisika dan Biologi, Keperawatan Kritis. Penulis juga menjadi dosen tidak tetap Fakultas Keperawatan Universitas Airlangga Surabaya

BAB XI

SISTEM EKSKRESI (GINJAL)

Meggy Wulandari Kai, S.Tr.Kep.,M.Tr.Kep

A. Tujuan Pembelajaran

Bab ini akan menjelaskan tentang anatomi dan fisiologi sistem Ekskresi (Ginjal) pada manusia sebagai suatu konsep pembelajaran dalam ruang lingkup perkuliahan. Setelah mempelajari bab ini mahasiswa diharapkan mampu:

1. Menjelaskan teori anatomi dan fisiologi sistem ekskresi (ginjal)
2. Menjelaskan definisi anatomi dan fisiologi sistem ekskresi (ginjal)
3. Menggunakan konsep teori anatomi dan fisiologi sistem ekskresi (ginjal) pada pemberian pelayanan kesehatan.

B. Materi

Susunan Sistem Ginjal, Ginjal (Anatomi Ginjal, Suplai Darah ke Ginjal, Persyarafan Ginjal, Nefron),

Susunan Sistem Ginjal

1. Anatomi Ginjal

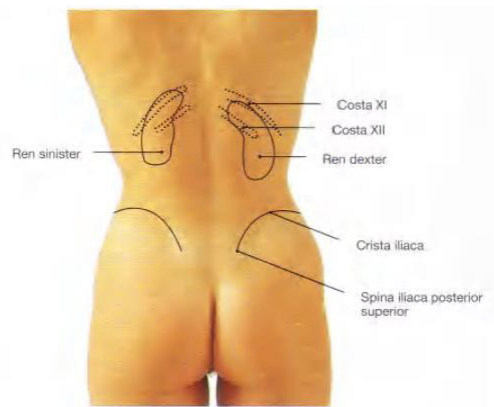
Ginjal (renal) merupakan organ yang terletak dalam rongga retroperitoneal berbentuk seperti kacang berwarna merah tua dengan panjang sekitar 12,5 cm (kurang lebih sebesar kepalan tangan). Setiap ginjal memiliki berat antara 125 sampai 175 g pada laki-laki dan 115 sampai 155 g pada perempuan.

a. Lokasi

- 1) Ginjal terletak di area yang tinggi, yaitu pada dinding abdomen posterior yang berdekatan dengan dua pasang iga terakhir. Organ ini merupakan organ retroperitoneal dan terletak di antara otot-otot punggung dan peritoneum rongga abdomen atas. Tiap-tiap ginjal memiliki sebuah kelenjar adrenal di atasnya.
- 2) Ginjal kanan terletak agak dibawah dibandingkan ginjal kiri karena terdapat organ hepar diatas sisi kanan ginjal

b. Jaringan Ikat Pembungkus

- 1) Fasia renal adalah pembungkus terluar. Pembungkus ini melabuhkan ginjal pada struktur di sekitarnya dan mempertahankan posisi organ.
- 2) Lemak perirenal adalah jaringan adipose yang terbungkus fasia ginjal. Jaringan ini membantali ginjal dan membantu organ tetap pada posisinya.
- 3) Kapsul fibrosa (ginjal) adalah membran halus transparan yang langsung membungkus ginjal dan dapat dengan mudah dilepas.



Gambar Proyeksi ginjal (Ren) pada dinding tubuh dorsal.

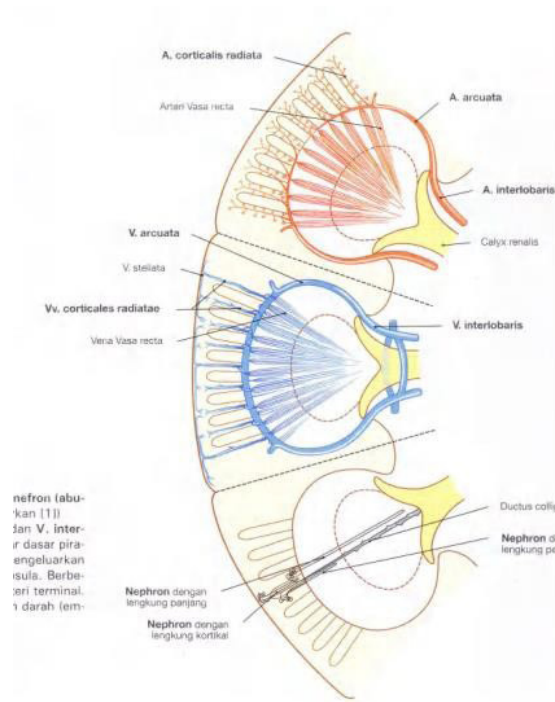
Polus superior: Vertebra thoracica XII, Costa XI = Hilum: Vertebra lumbalis II * Polus inferior: Vertebra lumbalis III Posisi ini hanya berlaku untuk ginjal kiri. Karena ukuran hepar, ginjal kanan terletak sekitar setengah Vertebra lebih rendah. Polus superiornya terletak tepat di bawah Costa XI. Karena posisinya yang dekat dengan Diaphragma, posisi kedua ginjal berubah ketika respirasi dan turun sekitar 3 cm sewaktu inspirasi. Glandula suprarenalis berproyeksi di atas Caput costae XI dan XII.

Sewaktu pemeriksaan fisik, langkah pertama dalam menilai sensitivitas nyeri ginjal adalah dengan memukul dengan kekuatan sedang pada daerah pinggang tepat di bawah margo inferior rangka iga. Namun, pasien tidak boleh diberitahu terlebih dahulu untuk mencegah timbulnya tegangan otot punggung yang akan melindungi benturan. Pada kasus peradangan pelvis renalis (pielonefritis), pasien akan mengerinyit dan mengatakan nyeri setelah dipukul. Meskipun dilakukan dengan benar, pemeriksaan tersebut dapat mengganggu hubungan antara pasien dan dokter karena dapat membuat pasien kaget saat dilakukan pemeriksaan.

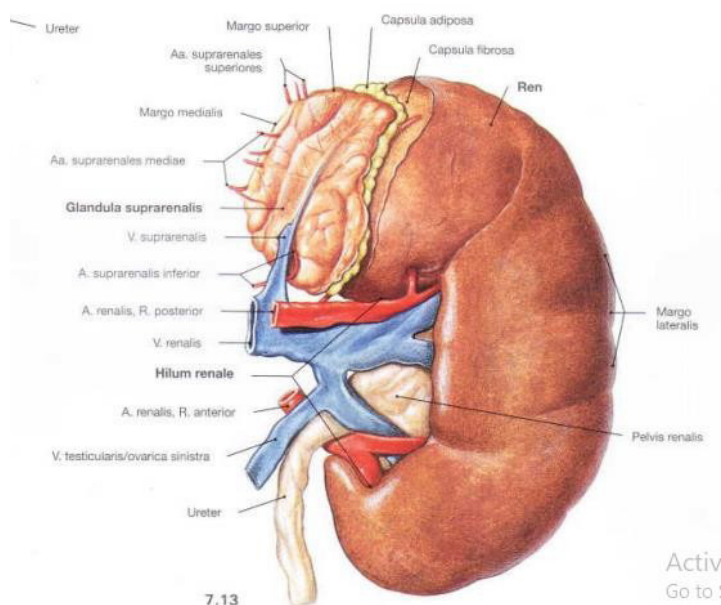
2. Suplai Darah Ke Ginjal

- Arteri renalis adalah percabangan aorta abdomen yang mensuplai masing-masing ginjal dan masuk ke hilus melalui cabang anterior dan posterior.
- Cabang anterior dan posterior arteri renalis membentuk arteri-arteri interlobularis yang mengalir di antara piramida-piramida ginjal.
- Arteri arkuata berasal dari arteri intrlobaris pada area pertemuan antara korteks dan medula.
- Arteri interlobularis merupakan percabangan arteri arkuata disudut kanan dan melewati korteks.
- Arteriol aferen berasal dari arteri interlobularis. Satu arterioler aferen membentuk sekitar 50 kapiler yang membentuk glomerulus.
- Arterioler eferen meninggalkan setiap glomerulus dan membentuk jaring-jaring kapiler lain, kapiler peritubular yang mengelilingi tubulus kontrtus distal dan proksimal untuk memberi nutrient pada tubulus tersebut dan mengeluarkan zat-zat yang direabsorpsi.
 - Kapiler peritubular mengalir ke dalam vena korteks yang kemudian menyatu dan membentuk vena intrlobularis.
 - Vena arkuata menerima darah dari vena interlobularis. Vena arkuata bermuara ke dalam vena interlobaris yang bergabung untuk bermuara ke dalam vena renalis. Vena ini meninggalkan ginjal untuk bersatu dengan vena kava inferior.

- 3) Arteriol eferen dari glomerulus pada nefron juksta glomerulus memiliki perpanjangan pembuluh kapiler panjang yang lurus disebut vasa recta yang berdesenden kedalam piramida medula. Lekukan vasa recta membentuk lengkungan jepit yang melewati ansa Henle. Lengkungan ini memuayngkinkan terjadinya pertukaran zat antara ansa Henle dan kapiler serta memegang peranan dalam knsentrasi urin
- g. Kapiler peritubular mengalir ke dalam vena korteks yang kemudian menyatu dan membentuk vena intrlobularis.
- h. Vena arkuata menerima darah dari vena interlobularis. Vena akuata bermuara ke dalam vena interlobaris yang bergabung untuk bermuara ke dalam vena renalis. Vena ini meninggalkan ginjal untuk bersatu dengan vena kava inferior.



Gambar 9 Perjalanan arteri (merah), vena (birul, dan nefron (abu-abu) dalam parenkim ginjal



Gambar Ginjal, Ren, Nephrosi, sisi kiri

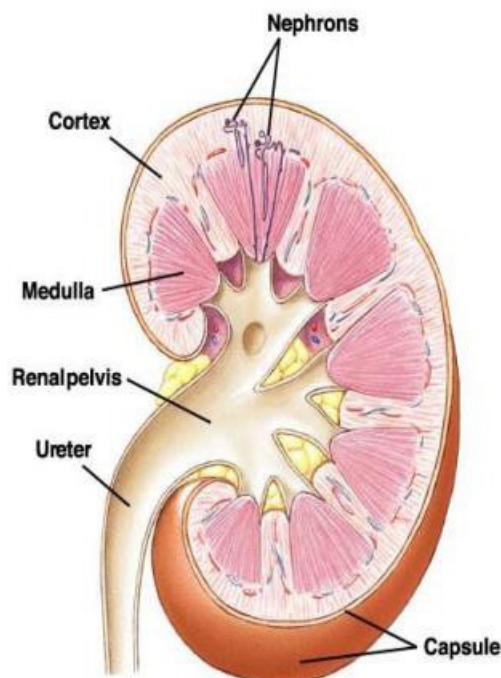
Darah yang mengalir ke kedua ginjal normalnya merupakan 25% dari curah jantung atau sekitar 1200 ml/menit. Arteri renalis memasuki ginjal melalui hilum bersama dengan ureter dan vena renalis, kemudian bercabang secara progresif membentuk arteri interlobaris, arteri arkuata, arteri interlobularis (disebut juga arteri radialis), dan arteri aferen yang menuju ke kapiler glomerulus, dimana sejumlah cairan dan zat terlarut (kecuali protein plasma) difiltrasi untuk membentuk urin. Ujung distal dari setiap glomerular bergabung untuk membentuk arteriol eferen, yang menuju jaringan kapiler kedua, yaitu kapiler peritubular yang mengelilingi tubulus ginjal (Guyton and Hall, 2006). Arteriol eferen dari setiap glomerulus membentuk kapiler yang mengalirkan darah ke sejumlah nefron, dengan demikian tubulus suatu nefron tidak selalu mendapat darah hanya dari suatu arteriol eferen saja. Jumlah total luas penampang kapiler ginjal manusia yaitu 12 m². Volume darah dalam kapiler ginjal pada saat tertentu sekitar 30-40 ml

3. Persyarafan Ginjal

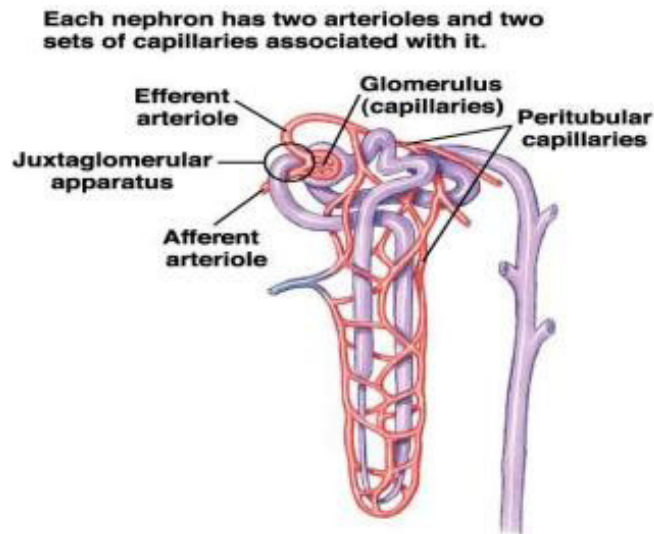
Ginjal mendapatkan persarafan melalui plexus renalis yang seratnya berjalan bersama dengan arteri renalis. Impuls sensorik dari ginjal berjalan menuju korda spinalis segmen T10-11 dan memberikan sinyal sesuai dengan level dermatomnya. Oleh karena itu, dapat dimengerti bahwa nyeri di daerah pinggang (flank) bisa merupakan nyeri alih dari ginjal.

4. Nefron

Nefron terdiri atas seperangkat glomerulus dan tubulus. Glomerulus mempunyai fungsi filtrasi, sedangkan tubulus mempunyai fungsi sekresi dan reabsorpsi. Setidaknya salah satu dari tiga proses berikut akan dialami suatu zat ketika diangkat melalui darah ke sistem filtrasi kompleks ginjal, yaitu filtrasi glomerular, sekresi tubular dan reabsorpsi tubular



In cross section, the kidney is divided into an outer cortex and an inner medulla. Urine leaving the nephrons flows into the renal pelvis prior to passing through the ureter into the bladder.



5. Fisiologi Ginjal

a. Fungsi Ginjal

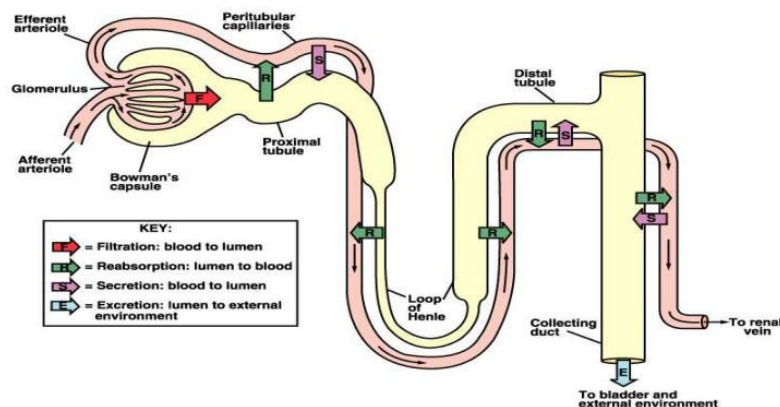
- 1) Ekskresi produk sisa metabolic, bahan kimia asing, obat dan metabolit hormon Ginjal merupakan organ utama untuk membuang produk sisa metabolisme yang tidak diperlukan lagi oleh tubuh. Produk-produk ini meliputi urea, kreatinin, asam urat, produk akhir pemecahan hemoglobin, dan metabolit hormon. Ginjal juga membuang sebagian besar toksin dan zat asing yang diproduksi oleh tubuh atau pencernaan, seperti pestisida, obat-obatan dan zat adiktif makanan.
- 2) Pengatur keseimbangan air dan elektrolit
Untuk mempertahankan homeostasis, ekskresi air dan elektrolit harus sesuai dengan asupannya. Jika asupan melebihi ekskresi, jumlah zat dalam tubuh akan meningkat. Jika asupan kurang dari ekskresi, jumlah zat dalam tubuh akan berkurang. Ginjal mempertahankan homeostasis tersebut dengan mengatur keseimbangan air dan elektrolit, seperti ion klorida, kalium, kalsium, hydrogen, magnesium dan folfat.
- 3) Pengaturan tekanan arteri
Ginjal berperan penting dalam mengatur tekanan arteri jangka panjang dengan mengekskresikan sejumlah natrium dan air. Selain itu, ginjal turut mengatur tekanan jangka pendek dengan menyekresikan faktor atau zat vasoaktif, seperti renin, yang menyebabkan pembentukan vasoaktif lainnya (misalnya angiotensin II).
- 4) Pengaturan keseimbangan asam-basa
Ginjal mengatur keseimbangan asam-basa dengan cara mengekskresikan asam dan pengaturan penyimpanan cairan tubuh. Ginjal merupakan satu-satunya organ untuk membuang tipe-tipe asam tertentu tubuh, seperti asam sulfur dan asam fosfat yang dihasilkan dari metabolisme protein.
- 5) Pengaturan produksi eritrosit
Ginjal menyekresikan eritopein, yang merangsang pembentukan sel darah merah.
- 6) Pengaturan produksi 1.25-dihidroksivitamin D3.
Ginjal menghasilkan bentuk aktif vitamin D, yaitu 1.25-dihidroksivitamin D3 (Kalsitriol). Kalsitriol penting untuk deposit kalsium yang normal dalam tulang dan reabsorpsi kalsium oleh saluran cerna.

7) Sintesis glukosa

Ginjal menyintesis glukosa dari asam amino dan perkusor lainnya selama masa puasa yang panjang, proses ini disebut gluconeogenesis. Kapasitas ginjal untuk menambahkan glukosa pada darah selama puasa yang panjang dapat menyaingi organ hepar.

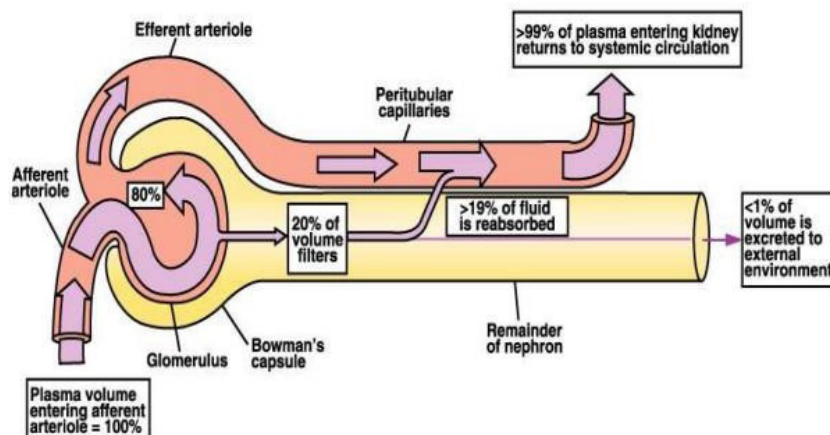
6. Prinsip Dasar Pembentukan Urin

Ginjal merupakan tempat yang digunakan untuk mengeluarkan zat sisa metabolisme dalam bentuk urine. Proses pembentukan urine melalui tiga tahapan yaitu melalui mekanisme filtrasi, reabsorpsi dan sekresi. Di dalam ginjal, zat sisa metabolisme akan dipilah-pilah kembali. Hasil pemilahan tersebut berupa zat yang sudah tidak berguna dan zat yang masih bisa dipergunakan kembali. Zat yang tidak berguna tersebut akan dikeluarkan dari tubuh, sedangkan zat-zat yang masih dapat dipergunakan lagi akan dikembalikan ke sirkulasi.



a. Filtrasi

Proses pertama dalam pembentukan urine adalah proses filtrasi yaitu proses perpindahan cairan dari glomerulus menuju ke kapsula bowman dengan menembus membrane filtrasi. Membran filtrasi terdiri dari tiga bagian utama yaitu: sel endothelium glomerulus, membrane basiler, epitel kapsula bowman. Di dalam glomerulus terjadi proses filtrasi sel-sel darah, trombosit dan protein agar tidak ikut dikeluarkan oleh ginjal. Hasil penyaringan di glomerulus akan menghasilkan urine primer yang memiliki kandungan elektrolit, kataloid, ion Cl, ion HCO₃, garam-garam, glukosa, natrium, kalium, dan asam amino. Setelah terbentuk urine primer maka didalam urine tersebut tidak lagi mengandung sel-sel darah, plasma darah dan sebagian besar protein karena sudah mengalami proses filtrasi di glomerulus.



b. Reabsorpsi

Reabsorpsi merupakan proses yang kedua setelah terjadi filtrasi di glomerulus. Reabsorpsi merupakan proses perpindahan cairan dari tubulus renalis menuju ke pembuluh darah yang mengelilinginya yaitu kapiler peritubuler. Sel-sel tubulus renalis secara selektif mereabsorpsi zat-zat yang terdapat pada urine primer dimana terjadi reabsorpsi tergantung dengan kebutuhan. Zat-zat makanan yang terdapat di urine primer akan direabsorpsi secara keseluruhan, sedangkan reabsorpsi garam-garam anorganik direabsorpsi tergantung jumlah garam-garam anorganik di dalam plasma darah. Proses reabsorpsi terjadi dibagian tubulus kontortus proksimal yang nantinya akan dihasilkan urine sekunder setelah proses reabsorpsi selesai. Proses reabsorpsi air di tubulus kontortus proksimal dan tubulus kontortus distal. Proses reabsorpsi akan terjadi penyaringan asam amino, glukosa, asam asetoasetat, vitamin, garam-garam anorganik dan air. Setelah pembentukan urine sekunder maka di dalam urine sekunder sudah tidak memiliki kandungan zat-zat yang dibutuhkan oleh tubuh lagi sehingga nantinya urine yang dibuang benar-benar memiliki kandungan zat yang tidak dibutuhkan tubuh manusia. Hal utama yang berkaitan dengan sebagian besar proses reabsorpsi adalah reabsorpsi aktif natrium, sedikitnya dua pertiga dari jumlah natrium yang difiltrasi akan di reabsorpsi secara aktif dalam tubulus proksimal. selain natrium, sebagian besar elektrolit dan nutrient organik, misalnya glukosa dan asam amino juga akan direabsorpsi secara aktif. Sedangkan dalam proses reabsorpsi pasif zat terpenting yang direabsorpsi adalah klorida, air dan urea. Proses sekresi dan reabsorpsi selektif diselesaikan dalam tubulus distal dan duktus pengumpul.

c. Sekresi

Urine sekunder yang dihasilkan tubulus proksimal dan lengkung Henle akan mengalir menuju tubulus kontortus distal. Urine sekunder akan melalui pembuluh kapiler darah untuk melepaskan zat-zat yang sudah tidak lagi berguna bagi tubuh. Selanjutnya, terbentuklah urine yang sesungguhnya. Urine ini akan mengalir dan berkumpul di tubulus kolektivus (saluran pengumpul) untuk kemudian bermuara ke rongga ginjal.

Dari 125 ml/menit cairan yang difiltrasi dari glomerulus, dalam keadaan normal hanya 1 ml/menit yang tertinggal di tubulus dan disekresikan sebagai urin. Dalam keadaan normal jumlah urin rata-rata adalah 1400 ml/hari yang mengandung urea, natrium, kalium, fosfat, sulfat kreatinin dan *uric acid*.

7. Fungsi Vasa Recta

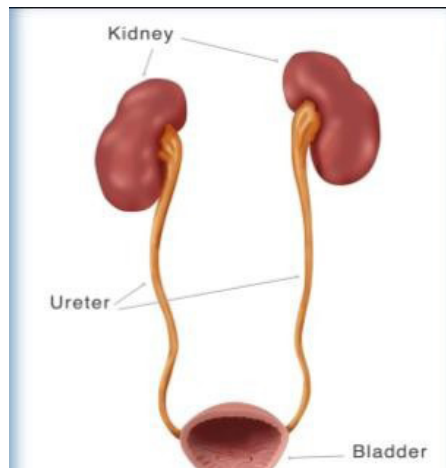
Vasa recta adalah kapiler peritubular khusus yang berbentuk sangat kecil mengelilingi loop henle (ansa henle) dari nefron juxtamedullary, vasa recta berlokasi di medula ginjal. vasa recta memiliki fungsi sebagai sarana transport nutrisi dan oksigen bagi medulla ginjal itu sendiri, dimana vasa recta memfasilitasi reabsorpsi zat berharga seperti glukosa, asam amino, ion, mineral dan air kembali ke darah dari filtrate, hingga akhirnya darah kapiler peritubular keluar dari ginjal melalui vena ginjal.

8. Transpor, Penyimpanan Dan Eliminasi Urin

a. Ureter

Ureter adalah perpanjangan tubula berpasangan dan berotot dari pelvis ginjal yang merentang sampai kandung kemih. Setiap ureter panjangnya antara 25 cm sampai 30cm dan berdiameter 4 mm sampai 6 mm. saluran ini menyempit di tiga tempat: di titik asal

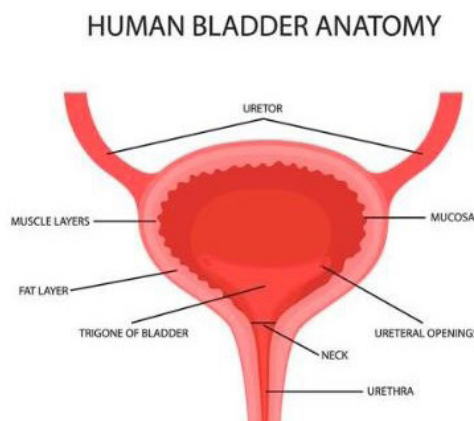
ureter pada pelvis ginjal, di titik saat melewati pinggiran pelvis, dan di titik pertemuannya dengan kandung kemih. Batu ginjal dapat tersangkut dalam ureter di ketiga tempat ini, mengakibatkan nyeri disebut kolik ginjal. Dinding ureter terdiri dari tiga lapisan jaringan: lapisan terluar adalah lapisan fibrosa, ditengah adalah muskularis longitudinal ke arah dalam dan otot polos sirkular ke arah luar, dan lapisan terdalam adalah epitelium mukosa yang mengsekresi selaput mukus pelindung. Lapisan otot memiliki aktifitas peristaltik instrinsik. Gelombang peristaltik mengalirkan urin dari kandung kemih keluar tubuh.



b. Kandung Kemih

Vesica urinaria atau yang lebih dikenal dengan bladder (Kandung Kemih) merupakan organ muscular berongga yang berfungsi sebagai wadah penyimpanan urin setelah ginjal dan ureter. Kandung kemih pada laki-laki dan perempuan memiliki letak yang berbeda,. Jika pada laki-laki, kandung kemih terletak tepat dibelakang simfisis pubis dan didepan rectum. Pada perempuan, organ ini terletak agak di bawah uterus di depan vagina. Ukuran organ ini sebesar kacang kenari terletak pelvis saat kosong; organ berbentuk seperti buah pir dan dapat mencapai umbilicus dalam rongga abmominopelvis jika penuh berisi urin.

Ukuran urine yang sanggup ditampung oleh kandung kemih adalah sekitar 500 ml, tetapi saat sudah terisi 250 ml maka akan dikeluarkan oleh tubuh (Long, 2016). Bentuk, ukuran, dan posisi kandung kemih (Vesica Urinaria) tiap orang berbeda-beda. Bentuk tersebut dipengaruhi umur dan urine di dalam vesica urinaria tersebut. Pada orang dewasa kandung kemih (vesica urinaria) saat kosong berbentuk agak bundar dan keseluruhannya terletak dalam rongga pelvis. Bila terisi penuh posisi kandung kemih dapat setinggi umbilicus



Kandung kemih atau vesica urinaria ditopang dalam rongga pelvis dengan lipatan-lipatan peritoneum dan kondensasi fascia dengan memiliki 2 struktur utama

1) Dinding

Struktur pada dinding bladder terdiri dari 4 lapisan:

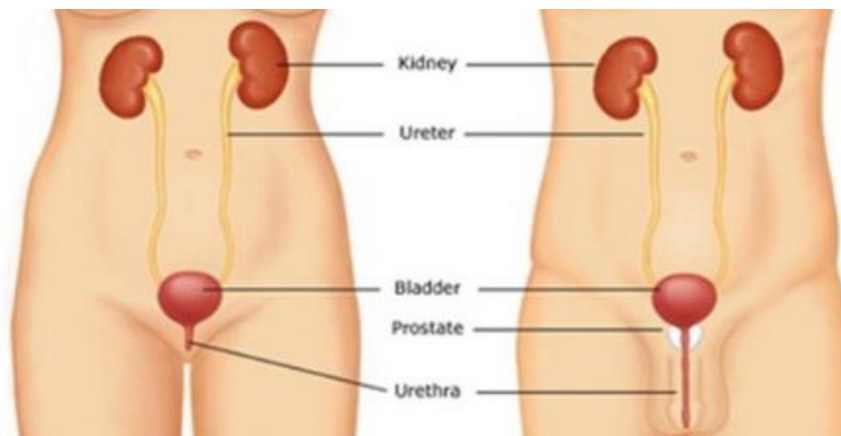
- a) Serosa adalah lapisan terluar. Lapisan ini merupakan perpanjangan lapisan peritoneal rongga abdominopelvis dan hanya ada di bagian atas pelvis.
- b) Otot detrusor adalah lapisan tengah yang tersusun dari berkas-berkas otot polos yang stau sama lain saling emmbentuk sudut. Ini untuk memastikan bahwa selama urinasi, kandung kemih akan berkontraksi dengan serempak ke gsegala arah.
- c) Submukosa merupakan lapisan jaringan ikat yang terletak di bawah mukosa dan menghubungkan dengan muskularis
- d) Mukosa adalah lapisan terdalam. Lapisan ini merupakan lapisan epitel yang tersusun dari epitelium transisional. Pada kandung kemih yang relaks, lapisan mukosa akan membentuk ruga (lipatan-lipatan) yang akan memipih dan mengembang data urin berakumulasi dalam kandung kemih.

2) Trigonum

Trigonum merupakan salah satu struktur utama dari kandung kemih. Struktur trigonum merupakan area yang halus, triangular, dan relative tidak dapat berkembang yang terletak secara internal di bagian dasar kandung kemih. Sudut- sudutnya terbentuk dari tiga lubang. Dibagian apex trigonum terdapat dua saluran uretra yang keluar dari kandung kemih.

c. Uretra

Uretra merupakan sebuah saluran yang berfungsi sebagai saluran keluaran urine yang tertampung dari vesika urinaria. Secara anatomis uretra dibagi menjadi dua bagian, yaitu uretra posterior dan uretra anterior. Pada pria, saluran ini berfungsi juga dalam menyalurkan air mani. Uretra dilengkapi dengan sfingter uretra interna yang terletak pada perbatasan vesika urinaria dan uretra, serta terdapat sfingter uretra eksterna yang terletak pada perbatasan uretra posterior dan anterior. Sfingter uretra interna tersusun atas otot polos yang dipersyarafi oleh sistem simpatik sehingga saat vesika urinaria penuh, sfingter ini akan membuka. Sfingter eksterna tersusun atas otot bergaris yang dipersyarafi oleh sistem syaraf somatik. Aktifitas sfingter eksterna ini dapat dikontrol sesuai kemauan orang. Pada saat ingin kencing maka sfingter ini terbuka dan akan tetap menutup saat menahan kencing.



Panjang uretra wanita kurang lebih 3-5 cm, sedangkan pada pria dewasa bisa memiliki panjang kurang lebih 23-25 cm. Perbedaan inilah yang menyebabkan keluhan hambatan pengeluaran urine lebih sering terjadi pada pria dibanding dengan wanita.

Pada laki-laki, uretra membawa cairan semen dan urin, tetapi tidak pada waktu yang bersamaan melalui kelenjar prostat dan penis, uretra pada pria memiliki 3 bagian antara lain:

- 1) Uretra Prostatik dikelilingi oleh kelenjar prostat. Uretra ini menerima dua duktus ejakulator yang masing-masing terbentuk dari penyatuan duktus deferens dan duktus kelenjar vesikel seminal, serta menjadi tempat bermuaranya sejumlah duktus dari kelenjar prostat.
- 2) Uretra Membranosa merupakan bagian yang terpendek (1-2 cm). bagian ini berbanding tipis dan dikelilingi otot rangka sfingter uretra eksternal.
- 3) Uretra Kavernosa berbanding terbalik dengan uretra membranosa, karena uretra ini merupakan uretra terpanjang. Bagian ini menerima duktus kelenjar bulbouretra dan merentang sampai orifisium uretra eksternal pada ujung penis. Tepat sebelum mulut penis, uretra membesar untuk membentuk suatu dilatasi kecil, fosa navicularis. Uretra kavernosa dikelilingi korpus spongiosum, yaitu suatu kerangka ruang vena yang besar.

Pada perempuan saluran uretra membuka keluar tubuh melalui orifisium uretra eksternal yang terletak dalam vestibulum antara klitoris dan mulut vagina. Kelenjar uretrayang homolog dengan kelenjar prostat pada laki-laki, bermuara ke dalam uretra.

d. C.urinasi dan Refleks Mikturisi

1) Pengisian Kandung Kemih

Dinding ureter terdiri dari otot polos yang tersusun spiral, memanjang dan melingkar, tetapi batas lapisan yang jelas tidak ditemukan. Kontraksi peristaltik yang teratur timbul 1-5 kali tiap menit akan mendorong urine dari pelvis renal menuju kandung kemih, dan akan masuk secara periodic sesuai dengan gelombang peristaltik. Ureter menembus dinding kandung kemih secara miring, dan meskipun tidak ada sfingter ureter, kemiringan ureter ini cenderung menjepit ureter sehingga ureter tertutup kecuali selama adanya gelombang peristaltik, dan refluks urine dari kandung kemih ke ureter dapat dicegah.

2) Pengosongan Kandung Kemih

Mikturisi atau berkemih, merupakan proses pengosongan kandung kemih yang diatur oleh dua mekanisme yaitu refleks berkemih dan kontrol volume. Otot polos kandung kemih, seperti pada ureter, tersusun secara spiral, memanjang, melingkar dan karena sifat dari kontraksinya otot ini disebut muskulus detrusor, terutama berperan dalam pengosongan kandung kemih selama berkemih. Susunan otot berada di samping kiri dan kanan uretra, dan serat ini disebut sfingter uretra interna, meskipun tidak sepenuhnya melingkari uretra sepenuhnya. Lebih distal, terdapat sfingter pada uretra yang terdiri dari otot rangka, yaitu sfingter uretra membranosa (sfingter uretra eksterna). Epitel kandung kemih tersusun dari lapisan superfisial yang terdiri dari sel sel gepeng dan lapisan dalam yang terdiri dari sel kubus.

Susunan saraf pusat yang mengatur kandung kemih berpusat pada lobus frontalis pada daerah yang disebut dengan area detrusor piramidalis. Beberapa penelitian terakhir menunjukkan bahwa kontrol terpenting terutama berasal dari daerah yang

disebut dengan pembentukan retikular mesensefalik pontin, yang kemudian disebut sebagai pusat berkemih pontin. Sistem ini ditunjang oleh sistem reflex sakralis yang disebut dengan pusat berkemih sakralis. Jika jalur persarafan antara pusat pontin dan sakralis dalam keadaan baik, proses berkemih akan berlangsung baik akibat reflex berkemih yang menghasilkan serangkaian kejadian berupa relaksasi otot lurik uretra, kontraksi otot detrusor, dan pembukaan dari leher kandung kemih dan uretra.

Sistem saraf perifer dari saluran kemih bawah terutama terdiri dari sistem saraf otonom, khususnya melalui sistem parasimpatis yang mempengaruhi otot detrusor terutama melalui transmisi kolinergik. Perjalanan parasimpatis melalui nervus pelvikus dan muncul dari S2-S4. Transmisi simpatis muncul dari T10-T12 membentuk nervus hipogastrikus inferior yang bersama-sama dengan saraf parasimpatis membentuk pleksus pelvikus.

Persarafan parasimpatis dijumpai terutama di kandung kemih dari dindingnya sangat kaya akan reseptor kolinergik. Otot detrusor akan berkontraksi atas stimulasi asetil kolin. Serabut simpatis-adrenergik mempersarafi kandung kemih dan uretra. Reseptor adrenergik di kandung kemih terdiri dari reseptor alfa dan beta. Bagian trigonum kandung kemih tidak mempunyai reseptor kolinergik karena bagian ini terbentuk dari mesodermis, tetapi kaya akan reseptor adrenergic alfa dan sedikit reseptor beta. Sementara uretra memiliki ketiga reseptor.

Berkemih pada dasarnya merupakan reflex spinal yang akan difasilitasi dan dihambat oleh pusat susunan saraf yang lebih tinggi, dimana fasilitasi dan inhibisi dapat bersifat volunteer. Urine yang memasuki kandung kemih tidak begitu meningkatkan tekanan intravesika sampai telah terisi penuh. Selain itu, seperti juga jenis otot polos lainnya, otot vesika memiliki sifat elastis, bila diregang, ketegangan yang mula-mula timbul tidak akan dipertahankan. Hubungan antara tekanan intravesika dan volume vesika dapat dipelajari dengan cara memasukkan kateter dan mengosongkan vesika, kemudian dilakukan pencatatan tekanan saat vesika diisi oleh air atau udara dengan penambahan 50ml setiap kalinya (sistometri). Grafik antara tekanan intravesika dengan volume vesika urina disebut sistometrogram. Kurva yang dihasilkan menunjukkan adanya peningkatan kecil pada pengisian awal, kemudian disusul oleh segmen yang panjang dan hampir rata pada pengisian selanjutnya. Akhirnya timbul peningkatan tekanan yang tajam akibatnya teretus reflex berkemih. Keinginan pertama untuk berkemih timbul bila volume kandung kemih sekitar 150cc, dan rasa penuh timbul pada pengisian sekitar 400cc.

Pada kandung kemih, ketegangan akan meningkat dengan meningkatnya isi organ tersebut, tetapi jari-jarinya pun bertambah. Oleh karena itu, peningkatan tekanan hanya akan sedikit saja sampai organ tersebut relatif penuh. Selama proses berkemih, otot perineum dan spingter uretra eksterna relaksasi, otot detrusor berkontraksi dan urine akan mengalir melalui uretra. Mekanisme awal yang menimbulkan proses berkemih volunter belum diketahui secara pasti. Salah satu peristiwa awal adalah relaksasi otot-otot dasar panggul, dan hal ini mungkin menimbulkan tarikan ke bawah yang cukup besar pada detrusor untuk merangsang kontraksi. Kontraksi otot perineum dan spingter eksterna dapat dilakukan secara volunter, sehingga dapat menghentikan aliran urine saat sedang berkemih. Melalui proses belajar seorang dewasa dapat

mempertahankan kontraksi spingter eksterna sehingga mampu menunda berkemih sampai saat yang tepat.

9. Integrasi Dengan Sistem Lain

Ginjal bukan merupakan satu-satunya sistem ekskresi yang terdapat dalam sistem tubuh manusia, selain ginjal terdapat beberapa organ ekskresi antara lain ada hati (hepar), kulit, paru-paru dan sistem pencernaan. Seluruh organ yang terlibat dalam sistem pencernaan manusia memiliki keterkaitan satu-sama lai agar dapat berfungsi secara normal (stabile).

a. Integrasi Dengan Sistem Peredaran Darah

Pada tubuh manusia selalu terjadi proses metabolisme, dalam proses tersebut tubuh akan menyerap zat-zat yang berguna untuk keperluan hidupnya. Proses metabolisme, selain menghasilkan zat-zat yang berguna juga menghasilkan sampah (zat sisa) yang harus dikeluarkan dari tubuh. Bahan-bahan yang diperlukan tubuh seperti makanan, oksigen, hasil metabolisme dan sisanya diangkut dan diedarkan didalam tubuh melalui sistem peredaran darah. Hasil pencernaan makanan dan oksigen diangkut dan diedarkan oleh darah keseluruh jaringan tubuh. Sementara zat-zat sisa yang tidak terpakai harus dibuang, agar tidak menjadi racun bagi tubuh. Proses pengeluaran zat sisa itu disebut Ekskresi. Selain itu dalam tubuh manusia juga terdapat sistem peredaran darah yang berfungsi untuk mengedarkan zat makanan ke seluruh tubuh. Zat makanan berguna untuk pertumbuhan, mengganti sel-sel yang rusak, dan untuk beraktivitas. Pada manusia, sistem transportasi atau peredaran darah terdiri atas tiga bagian utama, yaitu jantung, pembuluh darah, dan darah.

Salah satu bentuk ekskresi adalah buang air kecil, hasil buangan itu antara lain berupa urin. Akan tetapi, sebenarnya hasil buangan tidak hanya berupa urin saja. Zat buangan lainnya dapat berupa keringat, gas karbon dioksida, zat warna empedu. Zat-zat sisa metabolisme merupakan zat sampah yang harus dibuang dari tubuh. Zat-zat itu antara lain :

- 1) Urin dikeluarkan oleh ginjal,
- 2) Keringat dikeluarkan oleh kelenjar keringat melalui kulit,
- 3) Karbon dioksida dikeluarkan oleh paru-paru, dan
- 4) Empedu dikeluarkan oleh hati.

Sistem peredaran darah berfungsi untuk mengedarkan zat makanan ke seluruh tubuh. Zat makanan berguna untuk pertumbuhan, mengganti sel-sel yang rusak, dan untuk beraktivitas. Pada manusia, sistem transportasi atau peredaran darah terdiri atas tiga bagian utama, yaitu jantung, pembuluh darah, dan darah.

Hubungan antara sistem peredaran darah dengan sistem ekskresi sendiri yaitu dapat dilihat berdasarkan pengertian keduanya yang mana pada sistem peredaran darah akan diedarkan zat- zat makanan ke seluruh tubuh. Zat-zat makanan tersebut mengandung segala bentuk senyawa-senyawa kimia yang diperlukan oleh tubuh ataupun yang tidak diperlukan oleh tubuh. Oleh sebab itu, zat-zat makanan yang mengandung senyawa-senyawa kimia ini akan difilter atau disaring oleh organ-organ yang bekerja dalam sistem tersebut untuk memisahkan senyawa-senyawa yang dibutuhkan oleh tubuh dengan senyawa-senyawa lain yang tidak dibutuhkan atau senyawa yang mengandung racun.

Zat-zat yang tidak dibutuhkan oleh tubuh inilah yang nantinya akan disaring dan kemudian dikeluarkan oleh tubuh melalui sistem ekskresi. Sistem ekskresi sendiri merupakan

proses pengeluaran zat-zat sisa metabolisme yang sudah tidak digunakan oleh tubuh. Salah satu bentuk ekskresi adalah buang air kecil, hasil buangan itu antara lain berupa urin. Urine terbentuk dari penyaringan zat sisa metabolisme yang diedarkan oleh darah.

b. Integrasi Dengan Sistem Integumen

Hubungan organ ginjal dan kulit dalam sistem ekskresi nampak jelas pada saat suhu lingkungan panas atau dingin. Saat suhu lingkungan panas, pembuluh kapiler di kulit akan melebar yang menyebabkan keluarnya keringat ke permukaan kulit. Pada saat suhu panas tersebut, cairan tubuh juga akan berkurang sehingga ginjal akan sedikit mengeluarkan urine. Hal tersebut berlaku sebaliknya jika suhu lingkungan atau suhu tubuh dingin.

Ginjal adalah salah satu organ ekskresi dengan sisa metabolisme dalam bentuk urine. Terletak disebelah kiri dan kanan ruas tulang pinggang di dalam rongga perut. Ginjal berperan sebagai osmoregulator dilakukan dengan mengatur volume plasma dan volume air. Pengaturan volume air di dalam tubuh oleh ginjal dengan dua cara. Pertama, Jika kandungan air di dalam tubuh tinggi, urin yang dikeluarkan banyak. Kedua, Jika kandungan air di dalam tubuh rendah, urin yang dikeluarkan dari dalam tubuh sedikit.

Adapun, kulit yang mengeluarkan eksret berupa keringat berhubungan dengan kontrol hipotalamus sebagai pusat pengaturan suhu tubuh

- 1) Saat suhu tubuh tinggi atau berada pada lingkungan yang panas, kulit akan menerima impuls dan mengakibatkan pembuluh darah melebar. Aktivitas pembuluh darah akan memberi respon hipotalamus bahwa suhu tubuh sedang panas.
- 2) Hipotalamus akan merespon dengan mengeluarkan/mensekresi enzim bradakinin.
- 3) Enzim bradakinin akan memberi respon pada kelenjar keringat guna pengambilan air dan garam zat sisa metabolisme tubuh pada pembuluh darah dan dikeluarkan dalam bentuk keringat.
- 4) Kulit akan membuka pori-porinya dan mengeluarkan keringat melalui saluran keringat yang dihasilkan kelenjar keringat.
- 5) Saat tubuh atau berada di lingkungan dingin, pembuluh darah akan menyempit dan respon pembuluh darah diterima hipotalamus.
- 6) Hipotalamus membuat pori-pori kulit menyempit sehingga keringat tidak atau sedikit dikeluarkan untuk mencegah tubuh kehilangan panas. Terkadang, tubuh merespon dengan menggigil untuk menambah panas tubuh.

C. Rangkuman

Ginjal (renal) merupakan organ yang terletak dalam rongga retroperitoneal berbentuk seperti kacang berwarna merah tua dengan panjang sekitar 12,5 cm (kurang lebih sebesar kepalan tangan). Setiap ginjal memiliki berat antara 125 sampai 175 g pada laki-laki dan 115 sampai 155 g pada perempuan. Ginjal memiliki 3 lapis jaringan pembungkus antara lain; (1) jaringan fascia renal, (2) jaringan lemak perirenal, (3) dan jaringan kapsul fibrosa. Selain itu ginjal memiliki fungsi sebagai organ ekskresi dalam tubuh manusia dan juga berfungsi sebagai pengatur keseimbangan cairan dan pH dalam tubuh, suplai darah ke ginjal didapat melalui salah satu arteri yang besar yaitu arteri renalis yang merupakan percabangan dari aorta abdomen dengan menggunakan persyarafan melalui pleksus renalis.

Dalam satu buah ginjal yang dimiliki manusia, terdiri dari berjuta nefron yang menyusun organ- organ itu sendiri, dimana dalam nefron tersebut terjadi tiga proses utama pembentukan urin manusia yakni proses filtrasi, proses reabsorpsi, dan terakhir proses sekresi. Ketiga proses ini memiliki peran penting dalam proses pembentukan urine sebagai salah satu media sekresi tubuh, selain itu untuk memperkeruh dan memberikan ciri khas pada warna urin merupakan tugas dan fungsi dari vasa recta.

Setelah melalui tiga tahapan proses pembentukan urin, selanjutnya setelah di proses di ginjal, urin kemudian di tampung pada vesic urinaria (bladder) melalui saluran uretra yang kemudian bermuara di saluran ureter. Panjang ureter pada pria dan wanita berbeda, hal ini disebabkan struktur anatomi pria yang memiliki penis sehingga memiliki saluran ureter yang lebih panjang dibanding wanita. Perbedaan panjang saluran ureter antara pria dan wanita ini juga merupakan salah satu faktor utama resiko terjadinya infeksi saluran kemih pada wanita lebih tinggi dibanding pada pria.

D. Tugas

Soal

1. Merupakan organ sekresi yang terletak dalam rongga retroperitoneal berbentuk seperti kacang berwarna merah tua dengan panjang sekitar 12,5 cm adalah definisi dari
 - a. Paru-Paru
 - b. Hepar
 - c. Ginjal
 - d. Empedu
 - e. Bladder
2. Pada tahap pemeriksaan fisik untuk melihat kelainan atau adanya keluhan pada organ ginjal pasien, biasanya dokter atau perawat akan melakukan tindakan..... pada bagian pinggang sejajar dengan ginjal.
 - a. Memukul
 - b. Memijat
 - c. Menepuk
 - d. Meraba
 - e. Melihat
3. Ginjal mendapat suplai oksigen darah sebagai asupan nutrisi dan oksigen melalui arteri yang merupakan percabangan langsung dari aorta abdominalis, arteri tersebut adalah..
 - a. Arteri renalis
 - b. Arteri renalis anterior dan posterior
 - c. Arteri arkuata
 - d. Vena cava inferior
 - e. Vena Cava
4. Dari seluruh organ tubuh manusia, ginjal merupakan salah satu organ yang mendapat suplai darah cukup besar dari jantung, dengan jumlah persentase suplai darah yang diperoleh sebesar

- a. 30 %
 - b. 35%
 - c. 40%
 - d. 25%
 - e. 20%
5. Salah satu unsur utama pembentuk ginjal yang didalamnya terjadi tiga tahap utama pembentukan urin disebut dengan..
- a. Ansa henle
 - b. Kapiler peritubular
 - c. pelvis
 - d. kapsule
 - e. nefron
6. proses perpindahan cairan dari glomerulus menuju kapsula bowman merupakan salah satu tahap pembentukan urin yang disebut dengan tahap
- a. osmosis
 - b. filtrasi
 - c. reabsorpsi
 - d. sekresi
 - e. homeostasis
7. empat organ utama yang terlibat dalam proses pembentukan dan sekresi urin secara berurutan adalah..
- a. Ginjal Kanan, Ginjal Kiri, Uretra, Bladder, Ureter
 - b. Ginjal, Bladder, Ureter, Uretra
 - c. Ginjal, Ureter, Bladder, Uretra
 - d. Ginjal, Vesica Urinaria, Uretra, Ureter
 - e. Ginjal Kiri, Ginjal Kanan, Uretra, Bladder, Ureter
8. Salah satu organ yang berfungsi sebagai sarana transportasi nutrisi dan oksigen bagi medulla ginjal dan memiliki bentuk sangat kecil mengelilingi ansa henle disebut dengan..
- a. Vasa Recta
 - b. Loop Henle
 - c. Tubulus Kolektivus
 - d. Vasa Recta Medullary
 - e. Kapiler peritubular
9. Dalam sehari manusia biasa minum 8-9 gelas untuk memenuhi kebutuhan cairan setiap hari. Berdasarkan teori, berapa normal rata-rata jumlah urin yang disekresi oleh ginjal setiap hari..
- a. 1400 ml/hari
 - b. 1450 ml/hari
 - c. 1500 ml/hari

- d. 1550 ml/hari
 - e. 1750 ml/hari
10. Setelah melalui tahap filtrasi, reabsorpsi dan sekresi di ginjal, ginjal kemudian di tampung dalam vesica urinaria sebelum akhirnya timbul keinginan untuk miksi (berkemih). Secara anatomi vesica urinaria memiliki dinding yang terdiri dari beberapa lapisan, yaitu..
- a. Lapisan visceral dan parietal
 - b. Epikardium, miokardium, endokardium
 - c. Lapisan dextra, lapisan caudatus, lobus sinistra dan quadratus
 - d. Mukosa, submukosa dan pembuluh darah
 - e. Serosa, otot detrusor, submukosa, mukosa

Kunci Jawaban

- 11. C
- 12. A
- 13. A
- 14. D
- 15. E
- 16. B
- 17. C
- 18. A
- 19. A
- 20. E

E. Referensi

- Guyton A, Hall J. (2012) Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. 11th ed. Jakarta: EGC
- Paulsen F dan Waschke J. Atlas Anatomi Manusia "Sobotta", Edisi 23 Jilid 1 (2012). Jakarta. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Tortora J Gerard, & Derrickson Bryan. (2011). Principles of Human Anatomy and Physiology (12th ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Rizzo, D. C. (2016). Fundamentals of Anatomy & Physiology (3rd ed.). DELMAR CENGANGE Learning.

F. Glosarium

- Angiotensin II : Hormon yang berperan dalam mengatur tekanan darah
- Ansa henle : Tabung berbentuk huruf U yang menghantarkan cairan urine dalam nefron
- Anterior : Depan
- Apex : Puncak/bagian atas
- Bladder : Kandung Kemih
- Diaphragm : Otot utama pernapasan
- Dorsal : Bagian punggung
- Ekskresi : Proses pengeluaran zat-zat sisa metabolisme yang tidak dibutuhkan lagi oleh tubuh

Fibrosa	: Jaringan ikat yang tersusun dari kolagen
Glandula suprarenalis:	Kelenjar endokrin berbentuk segitiga yang terletak diatas ginjal
Gluconeogenesis	: Proses pembentukan glukosa dari zat yang bukan karbohidrat
Hemoglobin	: Protein yang terdapat dalam sel darah merah
Hepar	: Hati (dalam bahasa Yunani)
Hipotalamus	: Kelenjar di otak yang mengontrol sistem hormon
Homeostasis	: Mekanisme /Proses fisiologis tubuh menjaga kestabilan suhu tubuh, tekanan darah, pH, konsentrasi kimia dan hormon dalam tubuh
Integument	: Lapisan luar sebuah organisme (Kulit)
Intravesika	: Area kandung kemih
Kontraksi peristaltic	: Gerakan otot-otot yang berkontraksi mendorong makanan sepanjang saluran pencernaan
Margo inferior	: (Margo = sisi/tepi), (Inferior = bagian bawah)
Metabolisme	: Proses kimia dalam tubuh yang mengubah makanan dan minuman menjadi energi
Osmoregulator	: Organ yang mengatur proses osmoregulasi (ginjal)
Pelvis	: Cincin tulang diantara tulang belakang dan kaki (panggul)
Perirenal	: Lapisan ginjal
Pielonefritis	: Infeksi pada ginjal disebabkan oleh bakteri
Posterior	: Belakang
Retroperitoneal	: Vesicelera yang terletak antara peritoneum dan dinding abdomen
Sfingter	: otot berbentuk cincin
Transmisi kolinergik	: Rangsangan saraf parasimpatis
Umbilicus	: Pusing
Urine	: Air seni / air kencing
Vertebra lumbalis	: Tulang pinggang
Vesica urinaria	: Kandung Kemih

Biografi



Meggy Wulandari Kai, Lahir di Gorontalo tahun 1997. Menempuh pendidikan Diploma IV Keperawatan Politeknik Kesehatan Kemenkes Gorontalo (2014 s.d 2018), kemudian melanjutkan pendidikan Magister Terapan Keperawatan di Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya (2018 s.d 2020). Saat ini aktif bekerja dan mengajar di Politeknik Kesehatan Kemenkes Banjarmasin sejak tahun 2022.

BAB XII

ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM REPRODUKSI

Ns. Ni Made Sri Muryani, M.Kep
Stikes KESDAM IX/Udayana

A. Tujuan Pembelajaran

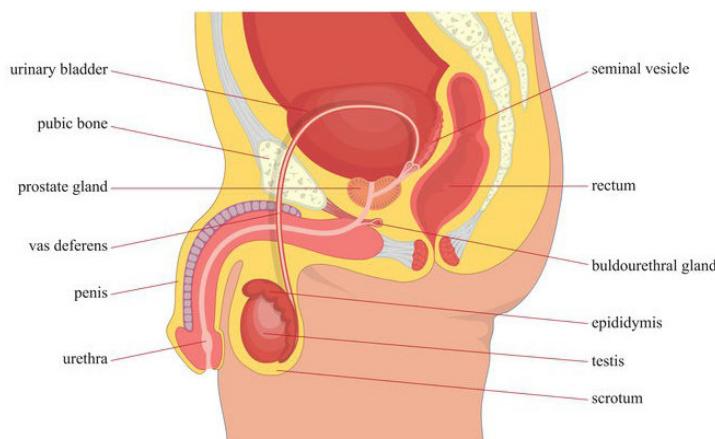
1. Mampu memahami anatomi dan fisiologi sistem reproduksi pada pria
2. Mampu memahami anatomi dan fisiologi sistem reproduksi pada wanita.

B. Materi

1. Pengertian

Sistem reproduksi merupakan suatu rangkaian dan interaksi organ dan zat dalam organisme yang bertujuan untuk berkembang biak untuk mewariskan sifat-sifat induknya kepada keturunan berikutnya. Reproduksi pada manusia hanya terjadi secara seksual. Organ-organ reproduktif menghasilkan dan menstanspor gamet

2. Sistem Reproduksi Pria



Alat reproduksi pada pria memiliki dua fungsi yaitu untuk menghasilkan sel-sel kelamin dan menyalurkan sel-sel kelamin tersebut ke saluran kelamin Wanita. Sistem reproduksi pada pria dibagi menjadi dua bagian yaitu organ-organ reproduksi internal dan eksternal.

a. Organ-Organ Reproduksi Internal

Organ-organ reproduktif internal terdiri dari gonad yang menghasilkan sperma dan hormon reproduktif dan kelenjar-kelenjar aksesoris yang menyekresikan produk-produk esensial untuk pergerakan sperma dan sekresi kelenjar. Organ reproduktif internal terdiri dari:

1) Testis

Testis terletak menggantung pada urat-urat spermatik di dalam skrotum, sepasang kelenjar yang berbentuk oval. Testis dikelilingi oleh beberapa lapis jaringan ikat dan terdiri dari banyak saluran yang menggulung. Saluran tersebut adalah tubulus seminiferus berfungsi tempat sperma terbentuk. Diantara tubulus seminiferus, tersebar

sel-sel Leydig yang berfungsi menghasilkan testosteron dan androgen lainnya. Testis memiliki dua fungsi yaitu sebagai penghasil sperma dan juga merupakan organ endokrin.

2) Duktus (Saluran Reproduksi)

Saluran reproduksi meliputi epididimis, vas deferens, saluran ejakulasi, dan uretra. Epididimis merupakan saluran yang panjangnya lebih kurang 6 cm terletak disepanjang atas tepi dan belakang testis. Epididimis berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara sperma sampai sperma menjadi matang dan bergerak menuju vas deferens. Vas deferens berfungsi sebagai saluran tempat keluarnya sperma dari epididimis menuju vesikula seminalis. Vas deferens menjulur di sekeliling dan di belakang kandung kemih. Tempat vas deferens bergabung dengan vesika seminalis membentuk duktus ejakulasi. Saluran ejakulasi merupakan saluran pendek yang menghubungkan vas deferens dengan uretra. Fungsi saluran ejakulasi untuk mengeluarkan sperma menuju uretra.

3) Kelenjar Aksesoris

Kelenjar aksesoris yang terdiri dari vesikula seminalis, kelenjar prostat, dan kelenjar bulbouretra/cowper menghasilkan sekresi yang berkombinasi dengan sperma untuk membentuk semen, cairan yang diejakulasikan.

a) Vesikula Seminalis

Vesikula seminalis merupakan kelenjar yang panjangnya 5-10 cm berupa kantong seperti huruf S berbelok-belok. Vesikula seminalis dibatasi oleh epitel yang menyekresikan zat mukoid yang mengandung fruktosa dan prostaglandin.

b) Kelenjar Prostat

Kelenjar prostat terletak di bawah vesika urinaria melekat pada dinding bawah vesika urinaria di sekitar uretra bagian atas. Prostat mengeluarkan sekret cairan yang bercampur sekret dari testis. Kelenjar prostat menyekresikan cairan alkali yang encer seperti susu yang mengandung asam sitrat, kalsium, dan beberapa zat lain. Produk dari kelenjar prostat langsung masuk ke dalam uretra melalui beberapa saluran kecil.

c) Kelenjar Bulbouretra

Kelenjar bulbouretra adalah sepasang kelenjar kecil di sepanjang uretra di bawah prostat. Kelenjar bulbouretra menetralkan suasana asam dalam saluran uretra

b. Organ-Organ Reproduksi Eksternal

Organ-organ reproduktif eksternal pria terdiri dari penis dan skrotum.

1) Penis

Penis terletak menggantung di depan skrotum. Penis merupakan alat yang mempunyai jaringan erektil yang satu sama lain dilapisi jaringan fibrosa yang terdiri dari rongga-rongga seperti karet busa. Dua rongga yang terletak di bagian atas berupa jaringan spons korpus karvenosa. Satu rongga lagi berada di bagian bawah yang berupa jaringan spons korpus spongiosum. Korpus spongiosum membungkus uretra.

2) Skrotum

Skrotum berupa kantung yang terdiri atas kulit tanpa lemak. Skrotum adalah suatu lipatan tubuh yang mempertahankan suhu testis 2°C dibawah suhu didalam rongga

perut. Skrotum merupakan kantong yang didalamnya berisi testis. Diantara skrotum kanan dan kiri dibatasi oleh sekat yang berupa jaringan ikat dan otot polos (otot dartos).

c. Spermatogenesis

Spermatogenesis merupakan pembentukan dan perkembangan sperma yang berlangsung secara terus menerus dan dalam jumlah besar pada laki-laki dewasa. Untuk menghasilkan ratusan sperma setiap hari, pembelahan dan pematangan sperma terjadi di sepanjang tubulus seminiferus yang menggulung di dalam kedua testis. Tubulus seminiferus mengandung banyak sel epitel germinativum yang berukuran kecil yang dinamakan spermatogonia yang terletak dalam dua sampai tiga lapisan di pinggir luar epitel tubulus, lalu sel ini mengalami proliferasi dan berdiferensiasi membentuk sperma.

Proses spermatogenesis yaitu:

1) Spermatogonium

Spermatogonium memiliki kromosom yang berjumlah 23 pasang. Spermatogonium merupakan awal dari tahap proses ini. Spermatogonium akan mengalami proses mitosis dan berubah bentuk menjadi spermatosit primer atau pertama.

2) Spermatosit primer

Setiap spermatosit primer dengan jumlah diploid 46 kromosom yang identik ini akan membelah secara meiosis menjadi dua spermatosit sekunder, masing-masing spermatosit sekunder ini menerima 23 kromosom rangkap.

3) Spermatosit sekunder

Spermatosit sekunder ini akan mengalami proses meiosis yang kedua untuk menghasilkan empat spermatid dengan 23 kromosom tunggal. Pada tahap proses ini keadaan kromosom tidak berpasangan karena sudah mengalami pembelahan meiosis I. Tidak lama kemudian, tahap proses ini terjadi pembelahan lagi yaitu meiosis 2. Hasil dari pembelahan tersebut yaitu Spermatid tahap 4.

4) Spermatid

Spermatid memiliki kromosom yang berjumlah 23. Spermatid memiliki keadaan yang sama dengan spermatosit sekunder atau yang kedua, yaitu keadaan kromosom yang tidak berpasangan. Pada tahap ini, spermatid tidak mengalami pembelahan lagi sesuai keadaan yang terjadi, melainkan berdeferensiasi menjadi spermatozoa pada induk telur

5) Spermatozoa

Spermatozoa memiliki kromosom yang berjumlah 23. Spermatozoa yang sudah selesai, akan menuju tempat penyimpanan sperma sementara atau melalui testis. Spermatogenesis menghasilkan 4 sel spermatozoa. Sperma akan keluar pada kondisi epididimis sudah tidak bisa tertampung. Sperma dapat membuahi ovum jika terjadi fertilisasi atau penumpukan di organ bagian sekitar kelamin.

d. Hormon Pada Pria

1) Testosteron

Testosteron di sekresi oleh sel-sel interstisial leydig yang terdapat diantara tubulus seminiferous. Testosteron penting bagi tahap pembelahan sel-sel germinal untuk membentuk sperma terutama pembelahan meiosis untuk membentuk spermatosit

sekunder. Pengeluaran testosteron bertambah nyata pada pubertas dengan pengembangan sifat-sifat kelamin sekunder yaitu tumbuhnya jenggot, suara lebih berat dan pembesaran genitalia.

2) LH (Luteinizing Hormone)

Liutenizing hormon disekresi oleh kelenjar hipofisis anterior dan berfungsi menstimulasi sel-sel leydig untuk mensekresi testosteron.

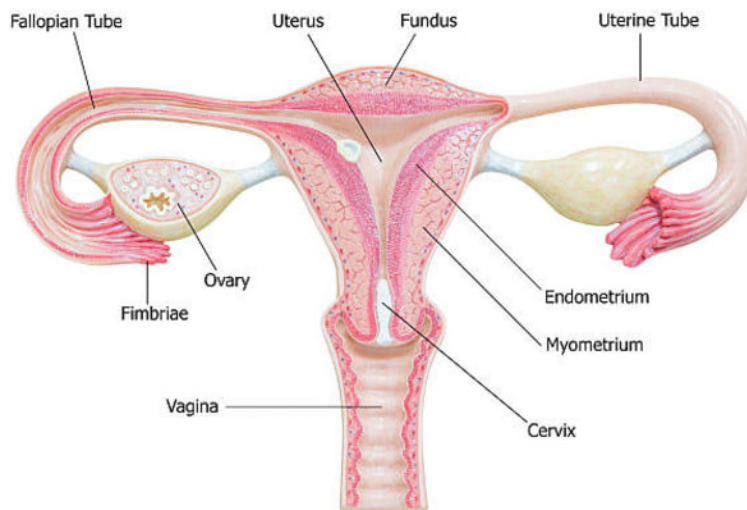
3) FSH (Folicle Stimulating Hormone)

FSH juga disekresikan oleh sel-sel kelenjar hipofisis anterior dan berfungsi menstimulasi sel sel sertoli. Perubahan spermatogonia menjadi spermatisit dalam tubulus seminiferus dirangsang oleh FSH dari kelenjar hipofisis anterior.

3. Sistem Reproduksi Wanita

Sistem reproduksi wanita meliputi organ reproduktif dan proses oogenesis. Organ reproduktif pada wanita terdiri organ-organ reproduktif internal dan eksternal.

a. Organ-organ Reproduksi Internal



1) Ovarium

Gonad perempuan adalah sepasang ovarium yang mengapit uterus dan dipertahankan pada posisi di dalam rongga abdominal oleh ligamen. Lapisan luar dari setiap ovarium terdapat banyak folikel yang masing-masing terdiri dari satu oosit. Ovarium merupakan kelenjar berbentuk buah kenari terletak di kiri dan kanan uterus. Setiap bulan sebuah folikel berkembang dan melepaskan ovum pada saat kira-kira pertengahan (hari ke-14) siklus menstruasi. Ovarium juga menghasilkan hormon estrogen dan progesteron.

2) Saluran reproduksi

Saluran reproduksi pada wanita terdiri atas tuba falopi (oviduk), uterus dan vagina.

a) Tuba falopi (oviduk)

Oviduk atau saluran telur membentang dari uterus ke masing-masing ovarium. Oviduk berjumlah sepasang dengan panjang sekitar 12 cm yang terdiri dari pars interstitialis, pars istmika, pars ampularis dan infundibulum. Infundibulum merupakan bagian ujung tuba yang terbuka ke arah abdomen dan mempunyai umbai yang dinamakan fimbria untuk menangkap telur dan menyalurkannya ke

dalam tuba. Oviduk berfungsi untuk menyalurkan ovum dari ovarium menuju uterus.

b) Uterus

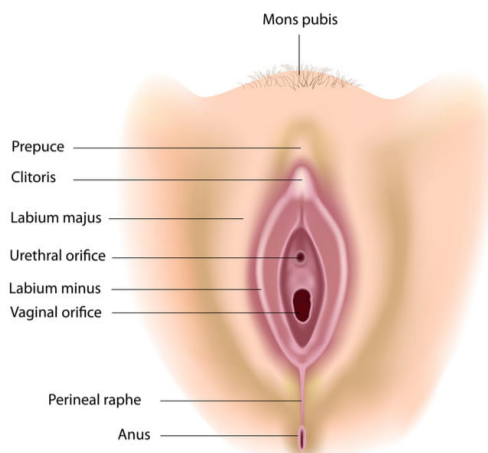
Uterus berfungsi sebagai tempat perkembangan zigot apabila terjadi fertilisasi. Uterus adalah organ yang tebal dan berotot yang dapat mengembang selama masa kehamilan untuk mengakomodasi fetus seberat 4 kg. Dinding uterus terdiri dari :

- (1) Endometrium, merupakan lapisan dalam uterus yang memiliki banyak pembuluh darah. Lapisan endometrium akan menebal pada saat ovulasi dan akan meluruh pada saat menstruasi.
- (2) Miometrium (lapisan otot polos) merupakan lapisan yang berfungsi mendorong bayi keluar pada proses persalinan (kontraksi).
- (3) Lapisan serosa, terdiri dari lapisan ligamentum yang menguatkan uterus

c) Vagina

Vagina adalah tabung yang dilapisi membran dari jenis epitelium yang dialiri banyak pembuluh darah dan serabut saraf. Vagina merupakan saluran akhir dari saluran reproduksi bagian dalam wanita. Vagina mempunyai dinding yang berlipat-lipat dengan bagian terluar yaitu selaput berlendir yang menghasilkan lendir oleh kelenjar bartholin berperan pada saat rangsangan seksual.

b. Organ-organ Reproduksi Eksternal



1) Mons Veneris

Mons veneris merupakan bagian yang menonjol (bantalan) berisi jaringan lemak dan sedikit jaringan ikat yang terletak di atas symphysis pubis. Setelah pubertas kulit dari mons veneris tertutup oleh rambut-rambut. Mons veneris berfungsi untuk melindungi alat genitalia dari masuknya kotoran selain itu untuk estetika.

2) Klitoris

Organ yg mempunyai sifat erektil dan sangat sensitif, apabila terkena rangsangan saat melakukan hubungan seksual. Bagian ujung klitoris banyak terdapat pembuluh darah

3) Labia Mayora

Bentuknya seperti bibir, maka bagian inti disebut labia. Bagian luar dari labia mayora tersusun jaringan lemak dan kelenjar keringat. Saat dewasa akan tertutup rambut

kemaluan yg berasal dari mons veneris. Rambut kemaluan tidak terdapat pada selaput lemak, tetap terdapat banyak ujung-ujung saraf yang menyebabkan wanita menjadi sensitif saat melakukan hubungan seksual

4) Labia Minora

Bentuk mirip labia mayora, tetapi ukuran lebih kecil dan terdapat didalam labia mayora. Tidak terdapat rambut kemaluan. Penyusun labia minora adalah jaringan lemak dan jaringan tersebut memiliki banyak pembuluh darah, sehingga dapat menambah gairah saat hubungan seksual. Labia minora mengelilingi lubang kemaluan/orifisium vagina. Memiliki peran yang mirip dengan kulit skrotum

5) Vestibulum

Rongga yang membatasi antara labia minora pada sisi kanan dan kiri. Pada bagian atas dibatasi oleh klitoris, bagian bawah dibatasi oleh pertemuan dua labia minora. Tempat adanya muara vagian dan uretra, yang memiliki fungsi untuk mengeluarkan cairan berbentuk seperti lendir pada lubang saluran Bartholini dan Skene yang bertujuan untuk memudahkan masuknya penis saat hubungan seksual

6) Himen (Selaput Dara)

Rongga pembatas antara labia minora pada sisi kanan dan sisi kiri dan sangat mudah robek. Himen mempunyai lubang agak besar yang berfungsi untuk keluarnya cairan atau darah pada saat terjadi menstruasi. Himen biasanya akan robek dan mengeluarkan darah saat pertama kali melakukan hubungan seksual. Saat setelah melahirkan akan terdapat sisa-sisa himen yg disebut Caruncula hymenalis

c. Oogenesis

Oogenesis adalah proses perkembangan oosit (sel telur) matang yang berlangsung di dalam ovarium. Oogenesis dimulai di dalam embrio perempuan dengan produksi oogonium dari sel-sel punca primordial. Proses Oogenesis, yaitu:

1) Proliferasi (Perbanyak)

Tahap ini terjadi secara berulang-ulang. Hitungannya yaitu gametogonium membelah menjadi 2, 2 menjadi 4, 4 menjadi 8 dan seterusnya. Sel benih primordial ini berdiferensiasi menjadi oogonium, yang kemudian mengalami perbanyak untuk membentuk oosit primer dan siap memasuki periode tumbuh. Pada tahap proses penggandaan (proliferasi) terjadi dalam ovarium janin ketika masih dalam kandungan

2) Pertumbuhan

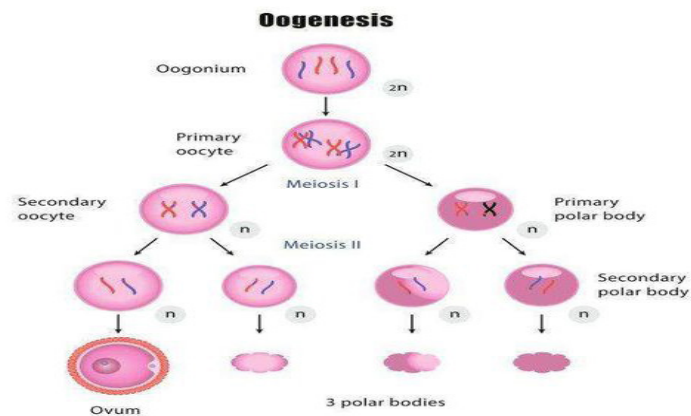
Pada tahap ini, oogonium akan tumbuh membesar menjadi oogonium I. Tahapan ini sangat memegang peran penting karena sebagian besar dari substansi telur akan digunakan dalam perkembangan selanjutnya. Pada tahap proses pertumbuhan terjadi pada ovarium bayi pada ibu

3) Pematangan

Pada tahapan ini terdapat 2 kali pembelahan meiosis. Setelah terjadi tahap pertumbuhan, oogonium I mengalami tahap pematangan yang berlangsung secara meiosis. Akhir meiosis I nantinya akan terbentuk oogonium II dan akhir meiosis II terbentuk ootid. Pada tahap proses pematangan dimulai pada masa puber. Pada masa pubertas terjadi perubahan hormonal dalam tubuh anak perempuan.

4) Perubahan Bentuk

Ootid dalam fase terakhir akan mengalami perubahan bentuk menjadi gamet. Pada mamalia, selesai meiosis I pada betina, terbentuk oosit II dan satu polosit. Polosit jauh lebih kecil dari oosit, karena sitoplasma sedikit sekali. Akhir dari meiosis II akan terbentuk satu ootid dan satu polosit II.



d. Hormon Pada Wanita

Berbagai hormon pada wanita adalah sebagai berikut

1) Estrogen

Estrogen disekresikan oleh sel-sel intrafolikel ovarium. Estrogen mempermudah pertumbuhan folikel ovarium dan menimbulkan sifat kelamin atau seks sekunder.

2) Progesteron

Hormon ini dihasilkan oleh korpus luteum dan plasenta, yang bertanggung jawab atas perubahan endometrium dan perubahan siklik dalam serviks dan vagina, menghambat kerja oksitosin, dan menyiapkan pertumbuhan dinding uterus untuk perlekatan zigot.

3) LH (Luteinizing Hormone)

LH dan FSH bekerja sama untuk menyekresikan estrogen dari folikel de graaf. Bila estrogen dibentuk dalam jumlah yang besar menyebabkan pengurangan produksi FSH sedangkan produksi LH bertambah dan merangsang terjadinya ovulasi. Ovulasi adalah proses pelepasan ovum dari ovarium.

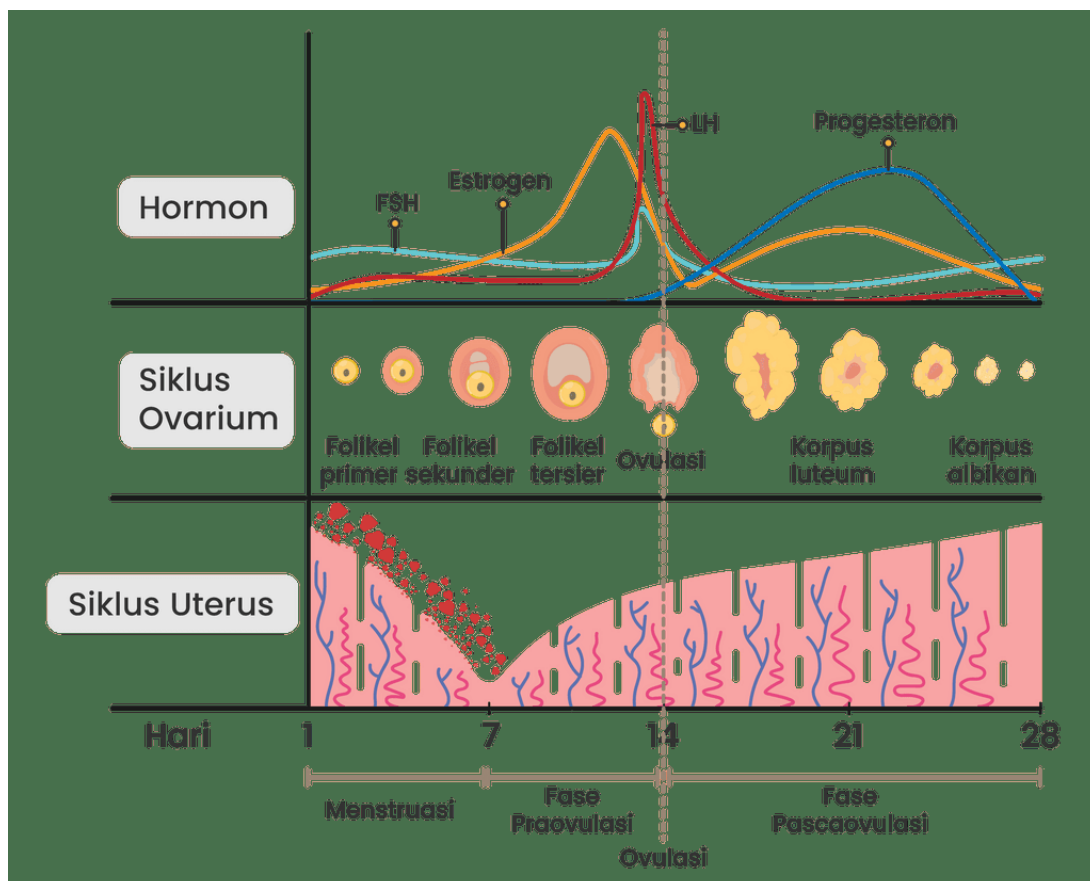
4) FSH (Folicle Stimulating Hormone)

FSH berfungsi merangsang pertumbuhan folikel dalam ovarium sehingga matang, disebut folikel de graff dan merangsang sel-sel folikel untuk menghasilkan hormon estrogen. FSH dibentuk di lobus anterior kelenjar hipofise.

5) Prolaktin

Hormon ini hanya ditemukan pada wanita yang mengalami menstruasi, dan masa laktasi yang dibentuk di lobus anterior kelenjar hipofise. Fungsi hormon prolaktin adalah mempertahankan produksi progesteron dari korpus luteum.

e. Siklus Reproduksi Perempuan



Siklus reproduktif pada perempuan terdiri dari siklus ovarium dan siklus uterus adalah sebagai berikut:

1) Siklus Ovarium

Siklus ovarium adalah peristiwa siklus yang terjadi dalam ovarium. Adapun tahapannya adalah

- Pelepasan GnRH (Gonadotropin-releasing hormone) dari hipotalamus.
- GnRH merangsang pituitari anterior untuk menyekresikan FSH dan LH dalam jumlah kecil.
- Hormon perangsang folikel merangsang pertumbuhan folikel yang dibantu oleh LH.
- Sel-sel dari folikel yang sedang tumbuh mulai membuat ekstradiol.
- Sekresi ekstradiol oleh folikel sedang tumbuh mulai meningkat tajam.
- Kadar FSH dan LH meningkat. Peningkatan konsentrasi LH yang disebabkan oleh peningkatan sekresi ekstradiol dari folikel yang sedang tumbuh sehingga menghasilkan folikel yang matang.
- Folikel matang mengandung rongga internal berisi cairan, tumbuh sangat besar membentuk suatu pembengkakan di dekat permukaan ovarium. Fase folikular berakhir pada ovulasi.
- Fase luteal dari siklus ovarium terjadi setelah ovulasi. LH merangsang jaringan folikel di dalam ovarium menjadi korpus luteum. Korpus luteum menyekresikan progesteron dan estradiol. Naiknya kadar progesteron maka akan mengurangi

sekresi LH dan FSH. Pada fase akhir luteal, kadar gonadotropin menurun sehingga korpus luteum berdisintegrasi sehingga kadar estradiol dan progesteron juga ikut menurun. Pituitari akan menyekresikan FSH dalam jumlah yang cukup untuk merangsang pertumbuhan folikel-folikel baru di dalam ovarium sehingga memulai siklus ovarium berikutnya.

2) Siklus Uterus

Sebelum ovulasi, hormon-hormon steroid ovarium merangsang uterus agar siap mendukung embrio. Estradiol yang disekresikan dalam jumlah yang meningkat karena adanya folikel yang tumbuh mensinyalkan endometrium untuk menebal. Jadi, fase folikular siklus ovarium dikoordinasikan dengan fase proliferasi dari siklus uterus.

Setelah ovulasi, estradiol dan progesteron yang disekresikan oleh korpus luteum merangsang perkembangan dan pemeliharaan lanjutan lapisan uterus yaitu terjadi pembesaran arteri-arteri dan pertumbuhan kelenjar endometrium yang berperan dalam menyekresikan cairan nutrisi yang dapat mempertahankan embrio awal sebelum tertanam ke uterus. Jadi fase luteal dari siklus ovarium terkoordinasi dengan fase sekresi dari siklus uterus.

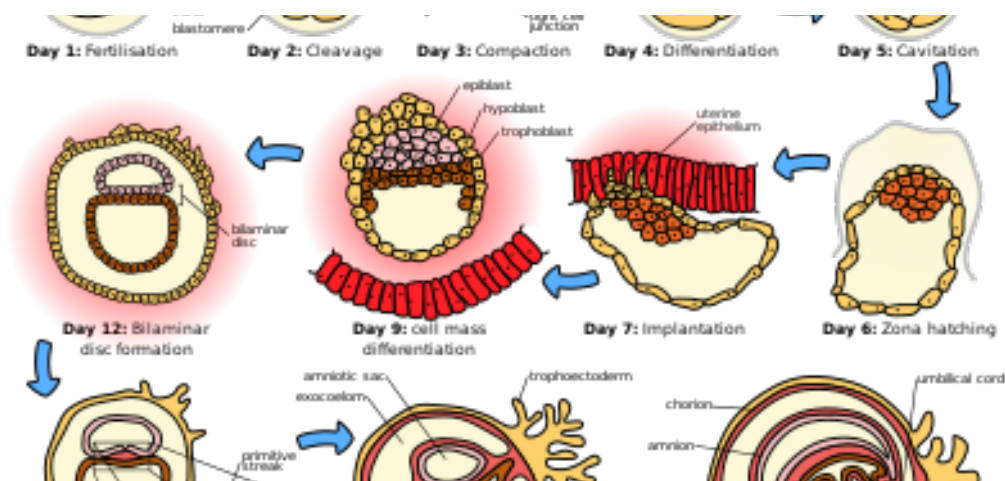
Merosotnya kadar hormon ovarium saat korpus luteum disintegrasikan menyebabkan arteri dalam endometrium menyempit, melepaskan darah yang terbuang bersama jaringan dan cairan endometrium. Hasilnya adalah menstruasi. Tahapan ini dinamakan fase aliran menstruasi dari siklus uterus. Menstruasi disebabkan oleh pengurangan hormon estrogen dan progesteron. Cairan menstruasi dalam keadaan normal tidak membeku karena fibrinolisin dikeluarkan bersama dengan endometrium yang nekrotik.

f. Perkembangan Embrionik

Fertilisasi (konsepsi) terjadi ketika sperma menyatu dengan sel telur (oosit sekunder) di dalam oviduk. Zigot yang dihasilkan akan diimplantasikan pada dinding uterus dan mengalami pembelahan secara mitosis berkali-kali. Tahapan perkembangan embrionik adalah:

- 1) Sekitar 24 jam kemudian zigot yang dihasilkan mulai membelah yang disebut cleavage. Pembelahan ini terjadi saat ovum yang dibuahi berjalan dari oviduk ke uterus yang memakan waktu 3- 5 hari
- 2) Hasil pembelahan zigot yaitu sekelompok sel yang sama besar dengan bentuk seperti buah murbei yang disebut morula. Terjadi Setelah 2-3 hari embrio tiba di uterus, terdiri dari 16 sel dan akhirnya menjadi satu kelompok sel baru.
- 3) Morula terus membelah sampai terbentuk blastosit.
- 4) Blastosit berdiferensiasi menjadi tiga bagian yaitu tropoblas (sel terluar), embrioblas (sel bagian dalam) dan blastosol.
- 5) Sel-sel bagian luar blastosit merupakan sel-sel trofoblas yang akan membantu implantasi blastosit pada uterus.
- 6) Beberapa hari setelah pembentukan blastosit, embrio tertanam ke dalam endometrium (implantasi). Implantasi terjadi pada hari 7 atau 9. Embrio yang diimplantasikan menyekresikan hormon-hormon yang mensinyalkan keberadaannya dan meregulasi sistem reproduksi ibu. Salah satu hormonnya adalah Human Chorionic Gonadotropin (HCG).

- 7) Selanjutnya embrioblas membelah diri sehingga menjadi satu kelompok sel yang sedikit menonjol yang disebut bintik benih.
- 8) Sel- sel tropoblas mengeluarkan cairan sehingga antara tropoblas dan bagian bintik benih terpisah. Namun antara tropoblas dan bintik benih masih berhubungan pada satu tempat yang disebut selom. Stadium ini disebut blastula.
- 9) Blastula kemudian berkembang menjadi gastrula. Pada tahap ini bintik benih telah mengalami diferensiasi sel menjadi ektoderma, mesoderma, dan endoderma. Selanjutnya ketiga lapisan tersebut akan berkembang sebagai organ (organogenesis) pada minggu keempat dan minggu kedelapan.
- 10) Mulai minggu ke sembilan sampai beberapa saat sebelum kelahiran terjadi penyempurnaan berbagai organ dan pertumbuhan tubuh yang pesat. Masa ini disebut masa janin atau fetus.



4. Kehamilan/Gestasi

Kondisi mengandung satu atau lebih embrio dalam uterus disebut kehamilan atau gestasi. Kehamilan manusia berlangsung rata-rata 266 hari (38 minggu) dari fertilisasi telur. Gestasi manusia dapat dibagi menjadi tiga trimester yang masing-masing berlangsung sekitar tiga bulan. Selama 2-4 minggu pertama perkembangan embrio memperoleh nutrient secara langsung dari endometrium. Sementara itu lapisan luar blastosit yaitu trofoblas dan sel-sel lain akan membelah/berproliferasi dengan cepat membentuk plasenta dan membran ekstra embrio (extraembryonic membrane) yang akan membentuk amnion, plasenta, dan tali pusar.

C. Rangkuman

1. Sistem reproduksi merupakan suatu rangkaian dan interaksi organ dan zat dalam organisme yang bertujuan untuk berkembang biak untuk mewariskan sifat-sifat induknya kepada keturunan berikutnya.
2. Organ reproduksi pria dibagi menjadi dua, yaitu organ reproduksi internal dan eksternal. Organ reproduksi internal terdiri dari testis, ductus (saluran reproduksi), dan kelenjar aksesoris. Organ reproduksi eksternal terdiri dari penis dan skrotum.
3. Spermatogenesis merupakan pembentukan dan perkembangan sperma yang berlangsung secara terus menerus dan dalam jumlah besar pada laki-laki dewasa, dimana urutan proses spermatogenesis adalah spermatogonium (tahap 1), spermatis primer (tahap 2), spermatis sekunder (tahap 3), spermatid (tahap 4), dan spermatozoa (tahap 5).

4. Hormon yang terdapat pada pria adalah testosterone, LH (Luteinizing Hormone), dan FSH (Folicle Stimulating Hormone).
5. Organ reproduksi Wanita dibagi menjadi dua, yaitu organ reproduksi internal dan eksternal. Organ reproduksi internal terdiri dari ovarium dan saluran reproduksi (tuba falopi, uterus, vagina). Organ reproduksi eksternal terdiri dari mons veneris, klitoris, labia mayora, labia minora, vestibulum, dan himen.
6. Oogenesis adalah proses perkembangan oosit (sel telur) matang yang berlangsung di dalam ovarium
7. Hormon yang terdapat pada Wanita adalah estrogen, progesterone, LH (Luteinizing Hormone), FSH (Folicle Stimulating Hormone), dan prolactin.
8. Siklus reproduktif pada perempuan terdiri dari siklus ovarium dan siklus uterus
9. Fertilisasi (konsepsi) terjadi ketika sperma menyatu dengan sel telur (oosit sekunder) di dalam oviduk.
10. Kondisi mengandung satu atau lebih embrio dalam uterus disebut kehamilan atau gestasi

D. Tugas

1. Organ yang merupakan organ reproduksi internal pada pria adalah
 - a. Penis
 - b. Skrotum
 - c. Himen
 - d. Testis
2. Hormon pada pria yang berperan dalam pengembangan kelamin sekunder adalah
 - a. Progesteron
 - b. Testosteron
 - c. LH
 - d. FSH
3. Organ reproduksi internal pada Wanita adalah
 - a. Saluran reproduksi
 - b. Labia minora
 - c. Labia mayora
 - d. Klitoris
4. Bagian yang menonjol (bantalan) berisi jaringan lemak dan sedikit jaringan ikat yang terletak di atas symphysis pubis disebut
 - a. Labia minora
 - b. Labia mayora
 - c. Mons veneris
 - d. Klitoris
5. Proses perkembangan oosit (sel telur) matang yang berlangsung di dalam ovarium disebut
 - a. Spermatogenesis
 - b. Oogenesis
 - c. Siklus ovarium
 - d. Siklus uterus
6. Hormon ini hanya ditemukan pada wanita yang mengalami menstruasi adalah
 - a. LH
 - b. FSH
 - c. Prolaktin
 - d. Progesteron
7. Organ pada pria yang berfungsi menghasilkan sperma adalah
 - a. Skrotum
 - b. Saluran reproduksi
 - c. Testis
 - d. Penis
8. Organ pada Wanita yang dapat menghasilkan hormone estrogen dan progesterone adalah
 - a. Mons veneris
 - b. Ovarium
 - c. Tuba falopi
 - d. Saluran reproduksi

9. Organ pada Wanita yang berfungsi untuk menyalurkan ovum dari ovarium menuju uterus adalah
- Mons veneris
 - Ovarium
 - Tuba falopi
 - Saluran reproduksi
10. Organ yang tebal dan berotot yang dapat mengembang selama masa kehamilan untuk mengakomodasi fetus seberat 4 kg adalah
- Uterus
 - Ovarium
 - Tuba falopi
 - Saluran reproduksi

E. Referensi

- Campbell, N.A., Jane B. R., Laurence G. M. 2004. Biologi Edisi Kelima Jilid III. Jakarta: Erlangga.
- Campbell, N.A., Jane B. R., Lisa A. U., Michael L. C., Steven A.W., Peter V. M., and Robert B. J.. 2010. Biologi Edisi Kedelapan Jilid III. Jakarta: Erlangga.
- Guyton. 1990. Fisiologi Manusia dan Mekanisme Sakit. Jakarta: EGC.
- Kimball, J. W. 1983. Biologi Edisi Kelima Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- Syaifuddin. 2006. Anatomi Fisiologi Untuk Mahasiswa Keperawatan. Jakarta: EGC.

F. Glosarium

- Abdominal : perut
- Anterior : bagian depan
- Eksternal : bagian luar
- Gamet : sel yang dibentuk untuk tujuan reproduksi
- Internal : bagian dalam
- Kelenjar : organ yang memproduksi dan melepaskan zat yang melakukan fungsi spesifik di dalam tubuh
- Organ : kumpulan jaringan yang memiliki satu fungsi atau lebih
- Sekresi : suatu proses pengeluaran zat yang dilakukan oleh kelenjar.
- Stadium : tingkatan
- Stimulasi : merangsang

Biografi



Ns. Ni Made Sri Muryani, M.Kep, lahir pada 06 September 1985 di Gianyar, Bali. Lulus S1 di Program Sarjana Ilmu Keperawatan Universitas Udayana tahun 2012, lulus S2 di Program Studi Magister Keperawatan Universitas Brawijaya tahun 2018. Saat ini adalah dosen tetap Program Studi Diploma Keperawatan Stikes KESDAM IX/Udayana. Aktif sebagai Editor in Chief dan Editor di jurnal penelitian terakreditasi nasional.

BAB XIII

SISTEM ANDROGEN

Fathiya Luthfil Yumni, S.Kep., Ns., M.Kep

A. Tujuan Pembelajaran

Mampu memahami (d disesuaikan dengan materi)

B. Materi

1. Konsep Dasar Menstruasi

Pada masa remaja khususnya remaja perempuan, terjadi proses kematangan sistem reproduksi yang ditandai dengan terjadinya. Pada umumnya remaja mengalami menstruasi diusia 12 - 13 tahun. Hal ini merupakan proses fisiologi yang mendakan kematangan sistem reproduksi. Menstruasi merupakan proses fisiologis yang dialami oleh setiap wanita remaja dengan rentangusia 12 –13 tahun. Dimana pada usia ini biasanya telah terjadi kematangan organ reproduksi yang memiliki peranan penting untuk kesejahteraan fisik maupun psikologis.

Menstruasi adalah proses alamiah yang terjadi pada perempuan. Menstruasi merupakan pendarahan yang teratur dari uterus sebagai tanda bahwa organ kandungan telah berfungsi matang. Umumnya, remaja yang mengalami menarche adalah pada usia 12 tahun sampai 16 tahun. Siklus menstruasi normal terjadi setiap 22 - 35 hari dengan lamanya menstruasi selama 2 - 7 hari

Menstruasi adalah pelepasan dinding rahim (endometrium) yang disertai dengan pendarahan dan terjadi secara berulangulng setiap bulan kecuali pada saat kehamilan. Menstruasi merupakan luruhnya dinding dalam rahim yang banyak mengandung pembuluh darah (BKKBN, 2017). Peristiwa ini terjadi setiap bulan yang berlangsung selama kurang lebih 3-7 hari, jarak satu haid ke haid berikutnya berlangsung kurang lebih 28 hari (antara 21-35) tetapi pada masa remaja biasanya siklus ini belum teratur (BKKBN,2017).

2. Hormon Pengendali Proses Menstruasi

Saat lahir, anak laki-laki dan anak perempuan mirip satu sama lain. Tetapi, setelah beberapa tahun, perbedaan mulai tampak di tubuh masing-masing. Yang menjadikan tubuh lakilaki dan perempuan berbeda adalah pelepasan hormon seksual yang telah Allah ciptakan pada saat yang tepat secara teratur. Sistem hormon pula yang merupakan salah satu faktor terpenting dalam siklus menstruasi. Sistem hormonlah pengendali proses menstruasi.Pada sistem reproduksi perempuan, sistem hormon terbagi dalam 3 jenjang:

- a. Cortex adrenal
- b. Hipofisis

Menjelang akhir siklus menstruasi yang normal, kadar estrogen dan progesterone darah menurun. Kadar hormon ovarium yang rendah dalam darah ini menstimulasi hipotalamus untuk mensekresi gonadotropin realising hormone (Gn-RH). Sebaliknya, Gn-RH menstimulasi sekresi folikel stimulating hormone (FSH). FSH menstimulasi perkembangan folikel de Graaf ovarium dan produksi estrogennya. Kadar estrogen mulai menurun dan

Gn-RH hipotalamus memicu hipofisis anterior untuk mengeluarkan lutenizing hormone (LH). LH mencapai puncak pada sekitar hari ke-13 atau ke-14 dari siklus 28 hari. Apabila tidak terjadi fertilisasi dan implantasi, korpus luteum menyusut, oleh karena itu kadar estrogen dan progesteron menurun, maka terjadi menstruasi

c. Indung telur (ovarium)

Indung telur (Ovarium) menghasilkan hormon steroid, terutama estrogen dan progesteron. Estrogen bertanggung jawab terhadap perkembangan dan pemeliharaan organ-organ reproduktif wanita dan karakteristik seksual sekunder yang berkaitan dengan wanita dewasa. Estrogen memainkan peranan penting dalam perkembangan payudara dan dalam perubahan siklus bulanan dalam uterus. Progesteron juga penting dalam mengatur perubahan yang terjadi dalam Rahim selama siklus menstruasi. Progesteron merupakan hormon yang paling penting untuk menyiapkan endometrium untuk berdiamnya sel telur yang telah dibuahi. Jika terjadi kehamilan sekresi progesteron berperan penting terhadap plasenta dan untuk mempertahankan kehamilan yang normal (Suzanne, 2001).

3. Proses Menstruasi

Menstruasi adalah perdarahan periodik dari rahim yang dimulai sekitar 14 hari setelah ovulasi secara berkala akibat terlepasnya lapisan endometrium uterus. Kondisi ini terjadi karena tidak ada pembuahan sel telur oleh sperma, sehingga lapisan dinding rahim (endometrium) yang sudah menebal untuk persiapan kehamilan menjadi luruh. Jika seorang wanita tidak mengalami kehamilan, maka siklus menstruasi akan terjadi setiap bulannya. Umumnya siklus menstruasi pada wanita yang normal adalah 28-35 hari dan lama haid antara 3-7 hari. Siklus menstruasi pada wanita dikatakan tidak normal jika siklus haidnya kurang dari 21 hari atau lebih dari 40 hari. Fase-fase pada siklus menstruasi :

a. Siklus Endometrium

- Fase menstruasi Fase ini adalah fase yang harus dialami oleh seorang wanita dewasa setiap bulannya. Sebab melalui fase ini wanita baru dikatakan produktif. Oleh karena itu fase menstruasi selalu dinanti oleh para wanita, walaupun kedatangannya membuat para wanita merasa tidak nyaman untuk beraktifitas. Biasanya ketidaknyamanan ini terjadi hanya 1-2 hari, dimana pada awal haid pendarahan yang keluar lebih banyak dan gumpalan darah lebih sering keluar. Pada fase menstruasi, endometrium terlepas dari dinding uterus dengan disertai pendarahan. Rata-rata fase ini berlangsung selama lima hari (rentang 3-6 hari). Pada awal fase menstruasi kadar estrogen, progesteron, LH (Lutenizing Hormon) menurun atau pada kadar terendahnya, sedangkan siklus dan kadar FSH (Folikel Stimulating Hormon) baru mulai meningkat (Gambar 2.3).

- Fase proliferasi

Pada fase ini ovarium sedang melakukan proses pembentukan dan pematangan ovum. Fase proliferasi merupakan periode pertumbuhan cepat yang berlangsung sejak sekitar hari ke-5 sampai hari ke-14 dari siklus haid. Permukaan endometrium secara lengkap kembali normal sekitar empat hari atau menjelang perdarahan berhenti. Dalam fase ini endometrium tumbuh menjadi tebal $\pm 3,5$ mm atau sekitar 8-10 kali lipat dari semula, yang akan berakhir saat ovulasi. Pada fase proliferasi terjadi peningkatan kadar hormon estrogen, karena fase ini tergantung pada stimulasi estrogen yang berasal dari folikel ovarium.

- Fase sekresi/luteal

Fase sekresi berlangsung sejak hari ovulasi sampai sekitar tiga hari sebelum periode menstruasi berikutnya. Pada akhir fase sekresi, endometrium sekretorius yang matang dengan sempurna mencapai ketebalan seperti beludru yang tebal dan halus. Endometrium menjadi kaya dengan darah dan sekresi kelenjar. Umumnya pada fase pasca ovulasi wanita akan lebih sensitif. Sebab pada fase ini hormon reproduksi (FSH, LH, estrogen dan progesteron) mengalami peningkatan. Jadi pada fase ini wanita mengalami yang namanya Pre Menstrual Syndrome (PMS). Beberapa hari kemudian setelah gejala PMS maka lapisan dinding rahim akan luruh kembali.

- Fase iskemi/premenstrual

Apabila tidak terjadi pembuahan dan implantasi, korpus luteum yang mensekresi estrogen dan progesterone menyusut. Seiring penyusutan kadar estrogen dan progesterone yang cepat, arteri spiral menjadi spasme, sehingga suplai darah ke endometrium fungsional terhenti dan terjadi nekrosis. Lapisan fungsional terpisah dari lapisan basal dan perdarahan menstruasi dimulai.

b. Siklus Ovarium

Ovulasi merupakan peningkatan kadar estrogen yang menghambat pengeluaran FSH, kemudian kelenjar hipofisis mengeluarkan LH (lutening hormone). Peningkatan kadar LH merangsang pelepasan oosit sekunder dari folikel. Sebelum ovulasi, satu sampai 30 folikel mulai matur didalam ovarium dibawah pengaruh FSH dan estrogen. Lonjakan LH sebelum terjadi ovulasi mempengaruhi folikel yang terpilih. Di dalam folikel yang terpilih, oosit matur (folikel de Graaf) terjadi ovulasi, sisa folikel yang kosong di dalam ovarium berformasi menjadi korpus luteum. Korpus luteum mencapai puncak aktivitas fungsional pada 8 hari setelah ovulasi, dan mensekresi hormon estrogen dan progesteron. Apabila tidak terjadi implantasi, korpus luteum berkurang dan kadar hormon progesterone menurun. Sehingga lapisan fungsional endometrium tidak dapat bertahan dan akhirnya luruh (Bobak, 2004).

4. Sindrom Sebelum Menstruasi

Menurut August (2014), beberapa saat sebelum menstruasi atau hari-hari menstruasi wanita akan mengalami rasa tidak nyaman atau tidak enak merasakan gejala seperti:

- a. Nyeri payudara
- b. Rasa penuh/kembung di perut bagian bawah
- c. Merasa sangat lelah
- d. Nyeri otot, terutama di punggung bagian bawah dan perut
- e. Perubahan kebasahan wanita
- f. Muka berminyak ataupun tumbuh jerawat
- g. Gangguan emosi, seperti mudah tersinggung, gelisah, sukar tidur, sakit kepala.

Setiap wanita akan mengalami sekurang-kurangnya satu dari gejala-gejala tersebut di atas tetapi ada juga yang mengalami beberapa gejala tersebut bahkan sampai gangguan yang berat seperti: depresi, rasa takut, gangguan konsentrasi dan muntahmuntah karena nyeri perut hebat.

5. Menurut Kusmiran (2011)

Faktor – faktor yang mempengaruhi ketidakaturan siklus, menstruasi yaitu :

- a. Faktor hormon,
- b. Enzim,
- c. Vaskular,
- d. Prostaglandin,
- e. Psikologi,
- f. Penyakit kronis,
- g. Gizi buruk,
- h. Aktivitas fisik dan
- i. Konsumsi obat – obatan.

6. Gangguan siklus menstruasi terdiri dari 2 macam, yaitu :

- a. Polimenorea adalah siklus menstruasi dengan jumlah rentang hari kurang dari 21 hari dan atau volume darah sama atau lebih banyak dari volume darahan menstruasi biasanya. Gangguan ini mengindikasikan gangguan pada proses ovulasi, yaitu fase luteal yang pendek. Polimenorea menyebabkan unovulasi pada wanita karena sel telur tidak dapat matang sehingga pembuahan sulit terjadi.
- b. Oligomenorea adalah siklus menstruasi dengan durasi lebih dari 35 hari. Volume perdarahan umumnya lebih sedikit dari volume perdarahan menstruasi biasanya. Gangguan jenis ini berakibat ketidaksuburan dalam jangka panjang karena sel telur jarang diproduksi sehingga tidak terjadi pembuahan. Oligomenorea tidak berbahaya pada wanita, namun dapat berpotensi sulit hamil karena tidak terjadi ovulasi
- c. Amenorea adalah panjang siklus menstruasi yang memanjang dari panjang siklus menstruasi normalnya (oligomenorea) atau tidak terjadi perdarahan menstruasi minimal 3 bulan berturut-turut. Amenorea dibedakan menjadi dua jenis :
 - Amenorea primer Amenorea primer tidak terjadinya menstruasi sekalipun pada perempuan.
 - Amenorea sekunder Amenorea sekunder yaitu tidak terjadinya haid yang diselingi dengan perdarahan menstruasi sesekali pada perempuan yang mengalami amenorea.

7. Cara Penanggulangan Mengatasi Masalah Menstruasi

Cara mengatasi gangguan atau keluhan-keluhan selama atau sebelum menstruasi setiap wanita berbeda-beda tergantung mana cara yang dapat membuat perasaan menjadi dan merasa lebih baik (August, 2014). Berikut ini cara yang dapat menolong:

- a. Coba hindari caffein yang terdapat dalam teh, kopi dan beberapa minuman ringan seperti cola.
- b. Kurangi garam-garam yang menyebabkan tubuh berusaha menyimpan air di dalam tubuh sehingga menyebabkan rasa penuh di perut bagian bawah
- c. Coba makan makanan yang berprotein, jenis ini akan menyebabkan lebih banyak air yang keluar tubuh, sehingga mengurangi rasa penuh di perut bagian bawah.
- d. Coba minum ramuan yang biasanya dapat mengatasi masalah ini.

Untuk mengatasi nyeri perut saat menstruasi dapat dilakukan cara-cara berikut ini:

- a. Usap perut bagian bawah untuk mengurangi ketegangan otot perut.

- b. Isi sebuah botol dengan air panas dan letakkan di perut bagian bawah atau bisa digunakan kain tebal atau handuk yang sudah dibasahi dengan air panas.
- c. Minum air teh yang terbuat dari daun raspberry kemudian dicampur dengan jahe.
- d. Tetap menjalankan kegiatan sehari-hari seperti biasa.
- e. Coba berolah raga ringan atau berjalan-jalan.
- f. Bila nyeri sangat dan perdarahan yang banyak dan semua usaha diatas tidak menolong perlu konsultasi dengan dokter kandungan.

8. Perubahan yang Terjadi Pada Tubuh Selama Menstruasi

Remaja perempuan dapat mengalami perubahan fisik atau emosional selama menstruasi, antara lain :

- a. Gejala fisik : kram atau nyeri pada perut, kembung, peningkatan berat badan, peningkatan nafsu makan, nyeri atau bengkak pada payudara, masalah kulit (jerawat), dan sakit kepala
- b. Gejala emosional : sensitif, agresif, mudah marah, cemas, panik, kebingungan, kurang konsentrasi, kelelahan, atau depresi.

Ketika kadar hormon naik dan turun selama siklus menstruasi, maka dapat mempengaruhi perasaan kamu baik secara fisik maupun emosional.

9. Hal yang Perlu Diperhatikan Wanita Saat Menstruasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan oleh wanita pada saat menstruasi menurut BKKBN (2015), yaitu:

- a. Pada saat lahir pembuluh darah rahim mudah terinfeksi oleh sebab itu kebersihan vagina harus dijaga, karena kuman mudah sekali masuk dan dapat menimbulkan penyakit saluran reproduksi. Fisiologi Menstruasi
- b. Selama haid mungkin timbul rasa nyeri pada pinggang dan otot panggul, hal ini disebabkan adanya peregangan pada otot rahim.
- c. Untuk menjaga kebersihan, penggunaan pembalut selama menstruasi harus diganti secara teratur 2-3 kali sehari atau setelah mandi atau buang air kecil.
- d. Jika memadai pembalut yang sudah dipakai yang akan dibuang sebaiknya dibungkus sebelum dibuang ke tempat sampah. Untuk pembalut lain (dari kain) sebaiknya sebelum dicuci terlebih dahulu direndam memakai sabun pada tempat tertutup.

10. Kelainan Menstruasi

Kelainan haid/menstruasi yang dapat dijumpai berupa kelainan siklus atau kelainan dari jumlah darah yang dikeluarkan dan lamanya perdarahan (Manuaba, 2016) adalah:

- a. Amenorrhea Tidak haid selama 3 bulan atau lebih. Amenorrhea primer bila wanita belum pernah mendapat menstruasi sampai umur 18 tahun. Amenorrheasekunder bila wanita pernah mendapat menstruasi tetapi tidak mendapat menstruasi lagi.
- b. Pseudoamenorrhe Ada haid tetapi darah haid tidak dapat keluar karena tertutupnya cervik, vagina atau hymen.
- c. Menstruasi Praecox Timbulnya haid yang terjadi pada umur yang sangat muda 8- 10 tahun.
- d. Hypomenorrhea Haid teratur tetapi jumlah darahnya sedikit.
- e. Oligomenorrhea Haid yang jarang karena siklusnya panjang lebih dari 35 hari.

- f. Polymenorrhea Haid sering datang, siklusnya pendek, kurang dari 25 hari.
- g. Metrorragieba Perdarahan rahim diluar waktu haid.
- h. Dysmenorhea Nyeri sewaktu haid, nyeri terasa pada perut bagian bawah, nyeri terasa sebelum haid, sesudah haid, selama haid dan bersifat kolik atau terus menerus

11. Upaya Menjaga Kebersihan Saat Menstruasi

Kebersihan menstruasi yang buruk, menumpuknya darah membuat saluran kelamin lembab dan menurunkan keasaman vagina membuatnya rentan terhadap infeksi oleh bakteri dan organisme lain di saluran reproduksi sehingga dapat menyebabkan ketidaknyamanan, rasa sakit, keputihan berbau, rasa malu di antara wanita, infeksi saluran reproduksi, yang mempengaruhi kehidupan kesehatan reproduksi wanita. Perawatan diri yang kurang selama menstruasi bisa diakibatkan oleh karena kurangnya kesadaran akibat oleh kurangnya informasi yang memadai yang diperoleh para remaja putri mengenai bagaimana menjaga kebersihan saat menstruasi. Selain itu, masih banyaknya anggapan di berbagai negara bahwa topik menstruasi masih menjadi hal yang tabu untuk dibahas, malah dianggap sebagai sesuatu yang memalukan. Mitos - mitos yang ada di masyarakat kebanyakan juga memiliki implikasi yang negatif pada kesehatan

Kebiasaan menjaga kebersihan terutama pada bagian reproduksi merupakan awal dari usaha menjaga kesehatan. Dimana pada saat menstruasi, pembuluh darah dalam rahim terbuka sehingga sangat mudah terkena infeksi. Personal hygiene pada saat menstruasi dapat dilakukan dengan cara mengganti pembalut setiap 2 jam sekali atau 3 sampai 4 kali dalam sehari. Pembalut tidak boleh dipakai lebih dari enam jam atau harus di ganti sesering mungkin bila sudah penuh darah menstruasi agar terhindar dari infeksi. Dampak pemakaian pembalut kadaluarsa dan penyimpanan pembalut di tempat yang lembab berakibat timbulnya bakteri sehingga dapat terjadi infeksi vagina dan jamur, selain itu malas mengganti pembalut atau pemakaian pembalut lebih dari 6 jam juga berpotensi menjadi wada dan sarana perkembangbiakan kuman dan bakteri yang merugikan yaitu masuknya kuman kedalam tubuh melalui vagina, lalu merembet keatas melewati mulut rahim yang menyebabkan peradangan, perekatan, lalu menyumbat saluran telur yang mengakibatkan kemandulan. Frekuensi pergantian pembalut yang terlalu lama juga akan menjadi sumber penyakit dan dapat menyebabkan gatal - gatal di daerah kemaluan, kemudian jika digaruk akan menyebabkan lecet, dan bisa terjadi infeksi

C. Referensi

- Villasari Asasih, 2021 Fisiologi Menstruasi. Kediri Jawa Timur: Strada Press.
- Harzif, A. K., Silvia, M., & Wiweko, B. (2018). *Fakta-Fakta Mengenai Menstruasi pada Remaja*.
- Islamy, A., & Farida, F. (2019). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Siklus Menstruasi Pada Remaja Putri Tingkat Iii. *Jurnal Keperawatan Jiwa*, 7(1), 13. <https://doi.org/10.26714/jkj.7.1.2019.13-18>
- Ernawati Sinaga, Nonon Saribanon, S., Nailus Sa'adah, Ummu Salamah, Y. A. M., & Agusniar Trisnamiati, S. L. (2017). *Buku Manajemen Kesehatan Menstruasi*. April.
- Yolandiani, R. P., Fajria, L., & Putri, Z. M. (2020). Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Ketidakteraturan Siklus Menstruasi Pada Remaja: Literatur Review. *Jurnal Keperawatan Indonesia*, 68(02), 1–10.
- Amalia, P., & Amrullah, Y. (2019). Tingkat Pengetahuan Remaja Putri Tentang Menstruasi. *Jurnal Kebidanan Malahayati*, 5(3), 287–291. <https://doi.org/10.33024/jkm.v5i3.1423>

- Phonna, R., Diba, F., Program Studi Ilmu Keperawatan Fakultas Keperawatan Unsyiah, M., Aceh, B., Keilmuan Keperawatan Komunitas Fakultas Keperawatan Unsyiah, B., & Keilmuan Manajemen Keperawatan Fakultas Keperawatan Unsyiah, B. (2017). UPAYA MENJAGA KEBERSIHAN SAAT MENSTRUASI PADA REMAJA PUTRI Efforts to Keep Cleaning when Menstruation Period in Adolescents. *Idea Nursing Journal*, IX(2).
- Armayanti, L. Y., Damayanti, P. A. R., & Damayanti, P. A. R. (2021). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keteraturan Siklus Menstruasi Pada Remaja Putri Di Sma Negeri 2 Singaraja. *Jurnal Media Kesehatan*, 14(1), 75–87. <https://doi.org/10.33088/jmk.v14i1.630>
- Rini Amalia Batubara, H. R. S. (2021). Edukasi Kesehatan Tentang Menstruasi dan Permasalahannya Di SMA N 5 Padangsidempuan Tahun 2021. Batubara, R. A. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Afa (JPMA)*, 3(3), 97–101. <https://jurnal.unar.ac.id/index.php/jamunar/article/view/529>
- Purnama, N. L. A. (2021). Pengetahuan Dan Tindakan Personal Hygiene Saat Menstruasi Pada Remaja. *Jurnal Keperawatan*, 10(1), 61–66. <https://doi.org/10.47560/kep.v10i1.264>

BAB XIV

KONSEP DASAR IMUNOLOGI DAN DASAR-DASAR MIKROBIOLOGI

Siti Fatimah, SST., M.Bmd

Pendahuluan

Sistem Kekebalan tubuh sangat mendasar perannya bagi kesehatan, tentunya harus di sertai dengan pola makan yang sehat, olahraga yang cukup serta terhindar dari masuknya senyawa beracun ke dalam tubuh. Sekali senyawa beracun hadir di dalam tubuh, maka harus segera dikeluarkan. Kondisi sistem kekebalan tubuh menentukan kualitas hidup. Dalam tubuh yang sehat terdapat sistem kekebalan tubuh yang kuat sehingga daya tahan tubuh terhadap penyakit juga prima. Pada bayi yang baru lahir pembentukan sistem kekebalan tubuhnya belum sempurna dan memerlukan ASI yang membawa sistem kekebalan sang ibu untuk membantu kekebalan tubuh bayi. Semakin dewasa sistem kekebalan tubuh terbantu semakin sempurna. Namun pada orang lanjut usia sistem kekebalan tubuhnya secara alami semakin menurun. Itulah sebabnya timbul penyakit degeneratif atau penyakit penuaan.

Pola hidup modern menuntut segala sesuai dilakukan secepat, sepraktis dan instan. Hal ini berdampak juga pada pola makan misalnya sarapan di dalam kendaraan, makan siang serba tergesat-gesah, dan malam karena kelelahan jadi tidak ada nafsu makan. Belum lagi kualitas makanan yang dikonsumsi, polusi udara kurang berolahraga dan stres. Apabila terus berlanjut maka daya tahan tubuh akan terus menurun, lesu, cepat lelah dan mudah terserang penyakit. Sehingga saat ini banyak orang yang masih muda banyak yang mengidap penyakit degeneratif. Kondisi stress dan pola hidup modern serta polusi, diet tidak seimbang dan kelelahan menurunkan daya tahan tubuh sehingga menurunkan kecukupan antibodi. Gejala menurunnya daya tahan tubuh seringkali terabaikan sehingga timbul berbagai penyakit infeksi, penuaan dini pada usia dini.

A. Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa mampu :

1. Mengetahui bagaimana sejarah imunologi,
2. Mengetahui pengertian sistem imun.
3. Mengetahui fungsi sistem imun.
4. Mengetahui bagaimana respon imun.
5. Mengetahui apa yang dimaksud antigen dan antibodi.
6. Mengetahui apa yang dimaksud sistem komplemen.
7. Mengetahui apa saja macam-macam imunitas.
8. Mengetahui bagaimana reaksi hipersensitivitas.
9. Mengetahui Konsep Dasar Sistem Imunologi

B. Materi

1. Sejarah Immunologi

Pada mulanya imunologi merupakan cabang mikrobiologi yang mempelajari tentang respon tubuh, terutama respon kekebalan terhadap penyakit infeksi. Pada tahun 1546 Girolamo Fracastoro mengajukan teori kontagion yang menyatakan bahwa pada penyakit infeksi terdapat suatu zat yang dapat memindahkan suatu penyakit dari individu ke individu yang lain, tetapi zat tersebut sangat kecil sehingga tidak dapat dilihat dengan mata dan pada waktu itu belum dapat diidentifikasi.

a. Edward Jenner

Pada tahun 1798, Edward Jenner mengamati bahwa seseorang dapat terhindar dari infeksi variola secara alamiah, bila ia terpajan sebelumnya dengan cacar sapi (cow pox). Sejak saat itu mulai dipakai vaksin cacar walaupun pada waktu itu belum diketahui bagaimana mekanisme yang sebenarnya terjadi. Penelitian ilmiah mengenai imunologi baru dimulai sejak Louis Pasteur pada tahun 1880 menentukan penyebab penyakit infeksi dan dapat membiak mikroorganisme serta menetapkan teori kuman (germ theory) penyakit. Penemuan ini kemudian dilanjutkan dengan diperolehnya vaksin rabies pada manusia tahun 1885. Hasil karya Pasteur ini merupakan dasar perkembangan vaksin selanjutnya yang merupakan pencapaian gemilang di bidang imunologi yang memberi dampak positif pada penurunan morbiditas dan mortalitas penyakit infeksi pada anak.

b. Robert Koch

Pada tahun 1880, Robert Koch menemukan kuman penyebab penyakit tuberkulosis. Dalam rangka mencari vaksin terhadap tuberkulosis ini, ia mengamati adanya reaksi tuberkulin yang merupakan reaksi hipersensitivitas lambat pada kulit terhadap kuman tuberkulosis. Reaksi tuberkulin ini kemudian oleh Mantoux dipakai untuk mendiagnosis penyakit tuberkulosis pada anak. Vaksin tuberkulosis ditemukan pada tahun 1921 oleh Calmette dan Guérin yang dikenal dengan vaksin BCG (Bacillus Calmette-Guérin). Kemudian diketahui bahwa tidak hanya mikroorganisme hidup yang dapat menimbulkan kekebalan, bahan yang tidak hidup pun dapat menginduksi kekebalan.

c. Alexander Yersin dan Roux

Setelah Roux dan Yersin menemukan toksin difteri pada tahun 1885, Von Behring dan Kitasato menemukan antitoksin difteri pada binatang tahun 1890. Sejak itu dimulailah pengobatan dengan serum kebal yang diperoleh dari kuda dan imunologi diterapkan dalam pengobatan penyakit pada anak. Pengobatan dengan serum kebal ini di kemudian hari berkembang menjadi pengobatan dengan immunoglobulin spesifik atau globulin gamma yang diperoleh dari manusia.

d. Clemens Von Pirquet

Dua dokter anak Clemens von Pirquet dari Austria dan Bella Shick dari Hongaria melaporkan pada tahun 1905, bahwa anak yang mendapat suntikan serum kebal berasal dari kuda terkadang menderita panas, pembesaran kelenjar, dan ritma yang dinamakan penyakit serum (serum sickness). Selain itu peneliti Perancis Charles Richet dan Paul Portier pada tahun 1901 menemukan bahwa reaksi kekebalan yang diharapkan timbul dengan menyuntikan zat toksin pada anjing tidak terjadi, bahkan yang terjadi adalah keadaan sebaliknya yaitu kematian sehingga dinamakan dengan istilah Anafilaksis (tanpa pencegahan). Clemens von Pirquet pada tahun 1906 memakai istilah reaksi alergi untuk reaksi imunologi ini.

e. Metchnikoff

Pada tahun 1883, Metchnikoff sebenarnya telah mengatakan bahwa pertahanan tubuh tidak saja diperankan oleh faktor hormonal, tetapi leukosit juga berperan dalam pertahanan tubuh terhadap penyakit infeksi. Pada waktu itu peran leukosit bar dikenal fungsi fagositosisnya, beliaulah yang menemukan sel makrofag.

2. Pengertian Sistem Imun

Imunologi merupakan cabang ilmu yang mempelajari tentang sistem pertahanan tubuh. Terminologi kata "imunologi" berasal dari bahasa latinnya itu munis dan Logos, Imun yang berarti kebal dan logos yang berarti ilmu."munitas atau kekebalan adalah system mekanisme pada organisme yang melindungi tubuh terhadap pengaruh biologis luar dengan mengidentifikasi dan membunuh patogen serta sel tumor. Imunologi ialah ilmu yang mempelajari sistem imunitas tubuh manusia maupun hewan, merupakan disiplin ilmu yang dalam perkembangannya Berakar dari pencegahan Dan pengobatan penyakit infeksi.

Sistem imun adalah sistem perlindungan tubuh dari pengaruh luar yang dilakukan oleh sel dan organ khusus pada suatu organisme. Jika sistem kekebalan bekerja dengan benar, system ini akan melindungi tubuh dari infeksi bakteri dan virus, serta menghancurkan sel kanker dan zat asing lain dalam tubuh. Jika sistem kekebalan dalam tubuh melemah, kemampuan melindungi tubuh juga berkurang, sehingga menyebabkan patogen termasuk virus yang menyebabkan demam dan flu dapat berkembang dalam tubuh. Sistem kekebalan juga memberikan pengawasan terhadap sel tumor dan terhambatnya sistem ini juga telah dilaporkan meningkatkan risiko terkena beberapa jenis kanker.

Imunologi didefinisikan sebagai suatu ilmu yang mempelajari tentang perlindungan terhadap penyakit dan infeksi. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, maka definisi imunologi mengalami perluasan menjadi suatu disiplin ilmu kedokteran/kesehatan yang dalam perkembangannya berakar dari pencegahan dan pengobatan penyakit infeksi yang secara khusus mempelajari tentang sistem imunitas tubuh.

Imunitas berarti perlindungan dari penyakit, khususnya penyakit infeksi. Imunitas dapat juga dikatakan sebagai resistensi terhadap penyakit infeksi. Komponen yang berperan dalam resistensi terhadap infeksi ini terdiri kumpulan sel, molekul dan jaringan, yang selanjutnya disebut sistem imun. (Baratawidjaja and Rengganis, 2009). Sistem imun sendiri didefinisikan sebagai sel-sel dan molekul yang terlibat dalam perlindungan terhadap infeksi. (pengantar imun). Sistem imun merupakan pertahanan alami tubuh terhadap berbagai organisme (Heath, 2002).

Sistem imunitas tubuh merupakan benteng tubuh kita dalam menghadapi berbagai macam patogen atau mikroorganisme parasit yang dapat menimbulkan penyakit pada tubuh kita. Patogen berupa virus, bakteri, fungi, protozoa, dan cacing menjadikan tubuh kita sebagai sel inang, sehingga tubuh kita perlahan melemah, sakit, dan dapat menimbulkan kematian bila sistem imunitas pada tubuh kita semakin melemah.

Sistem imun manusia secara normal mempunyai kemampuan membedakan antara zat asing (non-self) yang dikenal sebagai antigen, dan zat yang berasal dari tubuh sendiri (self). Namun, pada beberapa kondisi patologis, sistem imun tidak mampu membedakan keduanya (non-self dan self), sehingga sel-sel dalam sistem imun membentuk zat anti terhadap jaringan tubuhnya, atau yang dikenal sebagai autoantibodi.

3. Deskripsi Sistem Imun

- a. Sistem imunitas merupakan sistem pertahanan atau kekebalan tubuh yang memiliki peran dalam mengenali dan menghancurkan benda-benda asing atau sel abnormal yang merugikan tubuh kita. Sistem imunitas kita ini tidak memiliki tempat khusus di tubuh kita dan tidak dikontrol oleh otak dll.
- b. Sistem imunitas ini berbentuk sel-sel tertentu yang berfungsi sebagai pasukan pertahanan tubuh kita dalam memerangi patogen yang sudah disebutkan di atas tadi, yang berpotensi menyebabkan gangguan pada tubuh kita.
- c. Saat Patogen masuk ke tubuh kita, antigen atau molekul yang terletak pada dinding sel bakteri atau lapisan organisme, merangsang sistem imunitas kita untuk menghasilkan antibodi untuk melawan dan melindungi tubuh kita.
- d. Imunitas adalah kemampuan tubuh untuk melawan hampir semua organisme atau toksin yang masuk ke jaringan atau organ (Syaifuddin, 2011).
- e. Imunitas juga dapat berupa reaksi yang terjadi antara antigen-antibodi. Antigen dapat berupa benda asing, pada umumnya adalah mikroorganisme, beberapa jenis obat, protein hewani dan nabati, termasuk serbuk sari dan jaringan asing, seperti pada transplantasi organ (Watson, 2011).
- f. Menurut Ranuh dkk (2008) respon imun adalah respon tubuh berupa urutan kejadian yang kompleks terhadap antigen, untuk mengeliminasi antigen tersebut.

4. Fungsi Sistem Imun

Melindungi tubuh dari infeksi penyebab penyakit dengan menghancurkan dan menghilangkan mikroorganisme atau substansi asing (bakteri, virus, parasit, jamur serta tumor) yang masuk ke dalam tubuh, menghilangkan jaringan atau sel yang mati atau rusak untuk perbaikan jaringan, mengenali sel atau jaringan yang abnormal. Sasaran utama yaitu bakteri, pathogen dan virus. Leukosit merupakan sel imun utama (disamping sel Plasma, makrofag dan sel mast).

5. Respon Imun

Respon imun merupakan respon yang ditimbulkan oleh sel-sel dan molekul yang menyusun sistem imunitas setelah berhadapan dengan substansi asing (antigen). Respon imun juga banyak didefinisikan sebagai respons tubuh berupa suatu 'urutan kejadian yang kompleks terhadap antigen, untuk mengeliminasi antigen tersebut. Respons ini dapat melibatkan berbagai macam sel dan protein, terutama sel makrofag, selinosit, komplemen dan sitokin yang saling berinteraksi secara kompleks. Respon imun bertanggung jawab mempertahankan kesehatan tubuh, yaitu mempertahankan tubuh terhadap serangan sel patogen maupun sel kanker. Respon imun terbagi menjadi dua jenis berdasarkan mekanisme pertahanan tubuh yaitu:

- a. Respon imun spesifik atau komponen adaptif ditujukan khusus terhadap satu jenis antigen, terbentuknya antibodi lebih cepat dan lebih banyak dan telah terbentuknya sel memori pada pengenalan antigen : Menghancurkan senyawa asing yang sudah dikenalnya.
- b. Respon imun nonspesifik artinya tidak ditujukan hanya untuk satu macam antigen tetapi untuk berbagai macam antigen. Lini pertama terhadap sel-sel atipikal (sel asing, mutan yang cedera) Mencakup: Peradangan, interferon, sel NK dan sistem komplemen. Respon sistem imun tubuh pasca rangsangan substansi asing (antigen) adalah munculnya sel fungsional yang akan menyajikan antigen tersebut kepada limfosit untuk dieliminasi.

Setelah itu muncul respon imun nonspesifik dan/atau respon imun spesifik, tergantung kondisi survival antigen tersebut. Apabila dengan respon imun spesifik sudah bisa dieliminasi dari tubuh, maka respon imun spesifik tidak akan terinduksi. Apabila antigen masih bisa bertahan (survival), maka respon imun spesifik akan terinduksi dan akan melakukan proses pemusnahan antigen tersebut.

Selain itu menurut Campbell dkk (2004) bahwa produksi protein pertahanan spesifik yang disebut antibodi melibatkan sebuah kelompok sel darah putih yang beragam yang disebut limfosit.

6. Antigen dan Antibodi

a. Antigen

Antigen adalah bahan yang dapat merangsang respon imun dan dapat bereaksi dengan antibodi. Macam-macam antigen antara lain imunogen adalah bahan yang dapat merangsang respon imun dan haptan adalah bahan yang dapat bereaksi dengan antibodi. Antigen tersusun atas epitop dan paratop. Epitop atau Determinan adalah bagian dari antigen yang dapat mengenal/menginduksi pembentukan antibodi, sedangkan paratop adalah bagian dari antibodi yang dapat mengikat epitop.

1) Jenis antigen berdasarkan determinannya:

- a) Unideterminan, univalen : Jenis epitop satu dan jumlahnya satu.
- b) Unideterminan, multivalen : Jenis epitop satu, jumlah lebih dari satu.
- c) Multideterminan, multivalen : Jenis epitop lebih dari satu dan jumlahnya satu.
- d) Multideterminan, multivalen : Jenis epitop lebih dari satu, jumlah lebih dari satu.

2) Jenis antigen berdasarkan spesifitasnya

- a) Heteroantigen -> dimiliki banyak spesies.
- b) Xenoantigen -> dimiliki spesies tertentu.
- c) Alloantigen -> dimiliki satu spesies.
- d) Antigen organ spesifik -> dimiliki organ tertentu.
- e) Autoantigen -> berasal dari tubuhnya sendiri.

3) Jenis antigen berdasarkan kandungan bahan kimianya:

- a) Karbohidrat merupakan imunogenik.
- b) Lipid: Tidak imunogenik merupakan haptan.
- c) Asam nukleat merupakan antigen yang tidak imunogenik.
- d) Protein merupakan imunogenik.

b. Antibodi

Antibodi adalah protein serum yang mempunyai respon imun (kekebalan) pada tubuh yang mengandung imunoglobulin (Ig). Ig dibentuk oleh sel plasma (proliferasi sel B) akibat kontak/dirangsang oleh antigen. Macam imunoglobulin: Ig G, Ig A, Ig M, Ig E dan Ig D.

1) Imunoglobulin G

Terbanyak dalam serum (75%). Dapat menembus plasenta membentuk imunitas bayi sampai berumur 6 sampai dengan 9 bulan. Mempunyai sifat opsonin berhubungan erat dengan fagosit, monosit dan makrofag. Berperan pada imunitas seluler yang dapat merusak antigen seluler berinteraksi dengan komplemen, sel K, eosinofil dan neutrofil.

2) Imunoglobulin A

Sedikit dalam serum. Banyak terdapat dalam saluran nafas, cerna, kemih, air mata, keringat, ludah dan air susu. Fungsinya menetralkan toksin dan virus, mencegah kontak antara toksin/virus dengan sel sasaran dan mengumpalkan/mengganggu gerak kuman yang memudahkan fagositosis.

3) Imunoglobulin M

Tidak dapat menembus plasenta, dibentuk pertama kali oleh tubuh akibat rangsangan antigen sifilis, rubela, toksoplasmosis. Fungsinya mencegah gerakan mikroorganisme antigen memudahkan fagositosis dan Aglutinosis kuat terhadap antigen.

4) Imunoglobulin E

Jumlah paling sedikit dalam serum. Mudah dikat oleh selmastosit, basofil dan eosinofil. Kadar tinggi pada kasus:Alergi, infeksi cacing, skistosomiasis, trikinosis. Proteksi terhadap invasi parasit seperti cacing.

5) Imunoglobulin D

Sedikit ditemukan dalam sirkulasi. Tidak dapat mengikat komplemen. Mempunyai aktivitas antibodi terhadap makanan dan autoantigen.

C. Rangkuman

1. Konsep dasar sistem imunologi.

Sistem Kekebalan tubuh sangat mendasar perannya bagi kesehatan, tentunya harus di sertai dengan pola makan yang sehat, olahraga yang cukup serta terhindar dari masuknya senyawa beracun ke dalam tubuh. Konsep Dasar Sistem Imunologi

Pada mulanya imunologi merupakan cabang mikrobiologi yang mempelajari tentang respon tubuh, terutama respon kekebalan terhadap penyakit infeksi. Pada tahun 1546 Girolamo Fracastoro mengajukan teori kontagoin yang menyatakan bahwa pada penyakit infeksi terdapat suatu zat yang dapat memindahkan suatu penyakit dari individu ke individu yang lain

Pada tahun 1798, Edward Jenner mengamati bahwa seseorang dapat terhindar dari infeksi variola secara alamiah, Penelitian ilmiah mengenai imunologi baru dimulai sejak Louis Pasteur pada tahun 1880 menentukan penyebab penyakit infeksi dan dapat membiak mikroorganisme serta menetapkan teori kuman (germ theory) penyakit. Sistem imun adalah sistem perlindungan tubuh dari pengaruh luar yang dilakukan oleh sel dan organ khusus pada suatu organisme. Jika sistem kekebalan bekerja dengan benar, system ini akan melindungi tubuh dari infeksi bakteri dan virus, serta menghancurkan sel kanker dan zat asing lain dalam tubuh. Jika sistem kekebalan dalam tubuh melemah, kemampuan melindungi tubuh juga berkurang, sehingga menyebabkan patogen termasuk virus yang menyebabkan demam dan flu dapat berkembang dalam tubuh. Sistem kekebalan juga memberikan pengawasan terhadap sel tumor dan terhambatnya sistem ini juga telah dilaporkan meningkatkan risiko terkena beberapa jenis kanker.

2. Fungsi Sistem Imun

Melindungi tubuh dari infeksi penyebab penyakit dengan menghancurkan dan menghilangkan mikroorganisme atau substansi asing (bakteri, virus, parasit, jamur serta tumor) yang masuk kedalam tubuh, menghilangkan jaringan atau sel yang mati atau rusak

untuk perbaikan jaringan, mengenali sel atau jaringan yang abnormal. Sasaran utama yaitu bakteri, pathogen dan virus.

Respon imun merupakan respon yang ditimbulkan oleh sel-sel dan molekul yang menyusun sistem imunitas setelah berhadapan dengan substansi asing (antigen). Respon imun juga banyak didefinisikan sebagai respons tubuh berupa suatu 'urutan kejadian yang kompleks terhadap antigen, untuk mengeliminasi antigen tersebut.

Respon imun spesifik : Menghancurkan senyawa asing yang sudah dikenalnya. Respon imun nonspesifik Lini pertama terhadap sel-sel atipikal (sel asing, mutan yang cedera) Mencakup :Peradangan, interferon, sel NK dan sistem komplemen.Respon sistem imun tubuh pasca rangsangan substansi asing(antigen) adalah munculnya sel fungsional yang akan menyajikan antigen tersebut kepada limfosit untuk dieliminasi. Setelah itu muncul respon imun nonspesifik dan/atau respon imun spesifik, tergantung kondisi survival antigen tersebut. Apabila dengan respon imun spesifik sudah bisa dieliminasi dari tubuh, maka respon imun spesifik tidak akan terinduksi. Antigen adalah bahan yang dapat merangsang respon imun dan dapat bereaksi dengan antibodi. Macam-macam antigen antara lain imunogen adalah bahan yang dapat merangsang respon imun dan haptan adalah bahan yang dapat bereaksi dengan antibodi. Antigen tersusun atas epitop dan paratop.Epitop atau Determinan adalah bagian dari antigen yang dapat mengenal/menginduksi pembentukan antibodi, sedangkan paratop adalah bagian dari antibodi yang dapat mengikat epitop.

D. Tugas

1. Sebutkan apa yang di maksud dengan Imunologi ?
2. Jelaskan dengan singkat sejarah imunologi ?
3. Sebutkan dengan singkat fungsi dari sistem imun ?
4. Jelaskan dengan singkat bagaimana peran Imunologi dengan tubuh manusia ?
5. Jelaskan dengan singkat apa perbedaan antigen dan antibodi ?

E. Daftar Pustaka

- Aidah Nur Siti (2020): Sistem Imunitas Manusia, KBM Indonesia.Balen, Bojonegoro-Jawa Timur.Diakses Pada Tanggal 27 September 2022.Melalui : [https://books.google.co.id/books?id=nOUXEAAAQBAJ&pg=PP3&dq=Aidah+Nur+Siti+\(2020\):+Sistem+Imunitas+Manusia,+KBM+Indonesia&hl=id&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&sa=X&ved=2ahUKEwjM4fff-rT6AhVGFLcAHWaTBAEQuwV6BAgCEAc](https://books.google.co.id/books?id=nOUXEAAAQBAJ&pg=PP3&dq=Aidah+Nur+Siti+(2020):+Sistem+Imunitas+Manusia,+KBM+Indonesia&hl=id&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&sa=X&ved=2ahUKEwjM4fff-rT6AhVGFLcAHWaTBAEQuwV6BAgCEAc)
- Antari. Arlita L.2017. "IMUNOLOGI DASAR". Yogyakarta : PENERBIT DEEPUBLISH. Diakses pada 27 September 2022 melalui https://books.google.co.id/books?id=bfZRDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=konsep+imunologi&hl=id&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&sa=X&sqi=2&pfj=1&ved=2ahUKEwj_iqzyyLT6AhVu-jgGHU-COD54Q6AF6BAgGEAM
- Imron Riyanti,SST.,M.Kes, Hj Supriatiningsih, AK.,M.Kes, Firdaus Siska, SST (2016) : Biologi Dasar Manusia dilengkapi dengan Panduan Praktikum Biologi Dasar Manusia, Jakarta Trans Info Medika
- Nursalam;Dian Kurniawati.Ninuk.2007."Asuhan Keperawatan Pada Pasien Terinfeksi HIV/AIDS".Jakarta.Salemba Medika. Diakses pada tanggal 27 September 2021 melalui <https://books.google.co.id/books?id=LITG5E64XC8C&pg=PR10-IA2&dq>

=konsep+imunologi&hl=id&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&sa=X&sqi=2&pf=1&ved=2ahUKEWj_iqzyLT6AhVu-jgGHUCOD54Q6wF6BAgIEAU

Prima Kusuma Dewi.Putu Dian;Megaputri.Putu Sukma.2021."ASKEB NEONATUS,BAYI,BALITA DAN ANAK PRASEKOLAH SERIES IMUNISASI".Sleman. PENERBIT DEEPUBLISH. Diakses pada 27 September 2022 melalui https://www.google.co.id/books/edition/Askeb_Neonatus_Bayi_Balita_Dan_Anak_Pras/OvgrEAAAQBAJ?hl=id

Rifa'i.Muhaimin.2013.Imunologi &Alergi-Hipersensitif.Malang.Universitas Brawijaya Press. Diakses pada 27 September 2022 melalui https://books.google.co.id/books?id=TxNkDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Rahmi Mudia Alti, Anisa Aurum Ningtyas, Gama Bagus Kuntoadi, Sulistyani Prabu Aji, A Asmawati, Arika Indah Setyarini, Asrianto, Afika Herm() Biokimia Kebidanan,

Keperawatan Sistem Imun dan Hematologi.Oleh Lina Berliana Togatorop, Herin Mawarti, Bima Adi Saputra, Yunus Elon, Evelin Malinti, Novita Verayanti Manalu, Khotimah Khotimah, Tri Suwanto, Masta Haro, Dewi Damayanti, Ernawati Siagian, Puji Hastuti, Umi Faridah · 2021 https://books.google.co.id/books?id=uLczEAAAQBAJ&pg=PA14&dq=sistem+imunologi&hl=id&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwi5gYnb-7T6AhVm5XMBHYeaCD4Q6wF6BAgLEAU#v=onepage&q=-sistem%20imunologi&f=false

F. Glosarium

Antitoksin : Antibodi dengan fungsi untuk menetralkan racun

Vaksin : Antigen (mikroorganisma) yang dilemahkan

Organisme : Kumpulan molekul-molekul yang saling mempengaruhi Dan mempunyai sifat hidup

Molekul : kumpulan atom-atom berikatan secara kimia dengan ato-atom lain untuk Menjaga keseimbangan

Fagosit : Penggolonga dari sel darah putih yang berperan dalam sistem kekebalan

Monosit : Kelompok daarrh putih yang menjadi bagian dari sistem kekebalan,

Makrofag : Sel fagosit dalam sistem imun yang berasal dari monosit dewasa

Imunoglobulin : Protein yang berukuran besar berebntuk huruf "Y" yang di gunakan Oleh sistem imun untuk mengidentifikasi dan menetralkan benda Asing seperti bakteri dan virus patogen

Riwayat Hidup



Siti Fatimah, SST., M.Bmd dilahirkan di Subang, Jawa Barat pada tanggal 16 Februari 1975 dan merupakan buah hati dari pasangan H. M. Sholeh dan Hj. Rohimi sebagai anak kedua dari empat bersaudara. Pendidikan Sekolah Dasar penulis ditempuh di SDN 1 Bojong Tengah dan lulus pada tahun 1988, kemudian melanjutkan ke SLTP SMPN 2 Tanjung Siang dan lulus pada tahun 1991. Pada tahun 1994, penulis menamatkan Sekolah Menengah Atas di SPK Pemda Sumedang. Pendidikan Perguruan Tinggi penulis dimulai tahun 1994 di PPB Depkes Cirebon dan dinyatakan lulus pada tahun 1995.

Setelah lulus dari D1 Kebidanan, penulis bekerja sebagai Bidan PTT di Desa Pakualam Puskesmas Darmaraja Kab. Sumedang mulai tahun 1995 sampai tahun 1998, kemudian selanjutnya penulis memperpanjang masa kerja sebagai Bidan PTT periode II dan pindah ke Sumatera Selatan dikarenakan mengikuti suami yang merupakan seorang Tentara dan sedang

berpindah tugas. Penulis mulai bekerja di Polindes Ulak Bandung Puskesmas Ujanmas mulai tahun 2001 sampai tahun 2008, saat masih menjadi Bidan PTT penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi, yaitu D3 di Akademi Pemkab Muara Enim pada tahun 2005 dan dinyatakan lulus pada tahun 2007.

Tahun selanjutnya, penulis melanjutkan studi D4 Bidan Pendidik Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Palembang dan lulus pada tahun 2010. Lalu penulis memulai karir sebagai Dosen Tetap di Akademi Kebidanan Pemerintah Kabupaten Muara Enim. Tahun 2015, penulis melanjutkan studi S2 di Universitas Sriwijaya pada program studi Biomedik Fakultas Kedokteran tepatnya pada Bidang Kajian Utama Biologi Kedokteran. Untuk mendapatkan gelar Magister Kesehatan, penulis menyusun karya tulis ilmiah yang berjudul Hubungan Polimorfisme Promotor Gen IL-10 (-1082A/G) dengan Kejadian Kanker Epitel Ovarium.

BAB XV

SISTEM LIMFATIK

Riri Safitri, S.Si., M.Si

A. Tujuan Pembelajaran

1. Mampu memahami tentang definisi dan fungsi sistem limfatik
2. Mampu memahami tentang kapiler limfatik
3. Mampu memahami tentang pembuluh limfatik
4. Mampu memahami tentang jaringan limfatik
5. Mampu memahami tentang duktus limfatik
6. Mampu memahami tentang fisiologi sistem limfatik
7. Mampu memahami tentang limpa
8. Mampu memahami tentang kelenjar timus

B. Materi

1. Definisi dan Fungsi Sistem Limfatik

Suplai oksigen dan nutrien yang konstan diperlukan oleh semua sel tubuh untuk menjalani proses metabolisme. Zat tersebut melalui sistem sirkulasi dibawa ke sel dan selanjutnya berdifusi secara langsung ke dalam sel, maupun melalui cairan jaringan yang menyelimuti sel yaitu cairan interstitial. Cairan juga bergerak masuk ke dalam ruang ini bersama dengan nutrien untuk meningkatkan difusi, dan selanjutnya kembali ke sistem sirkulasi. Namun, tidak semua cairan yang meninggalkan sistem sirkulasi segera kembali ke sistem tersebut, maka disinilah peran sistem limfatik (Wylie, L., 2010).

Jalur tambahan ketika cairan dapat mengalir dari ruang interstisial ke dalam darah disebut sistem limfatik. Protein dan zat-zat partikel besar, yang tidak dapat dipindahkan dengan absorpsi langsung ke dalam kapiler darah, dapat diangkut oleh sistem limfatik (Syaifuddin, H., 2011).

Cairan berlebihan dan protein plasma dari jaringan sekitarnya dikumpulkan dan dikembalikan ke dalam sirkulasi darah oleh sistem limfatik. Kapiler limfatik mampu mengumpulkan cairan, protein plasma, dan sel darah yang lolos dari darah dikarenakan kapiler limfatik lebih berpori daripada kapiler darah. Dalam pembuluh limfatik, material yang dikumpulkan ini membentuk cairan tidak berwarna yang disebut limfe, yang kemudian diangkut ke leher, dimana limfe mengalir ke dalam sistem sirkulasi. Lipida dan material yang larut dalam lemak dari saluran pencernaan juga diserap oleh sistem limfatik, selain itu sistem limfatik juga menyaring limfe dengan menghancurkan patogen, menawarkan racun dan membuang zat berbahaya (Pack, P.E., 2001).

Komposisi cairan limfe hampir sama dengan komposisi kimia plasma darah dan mengandung sejumlah besar limfosit yang mengalir sepanjang pembuluh limfatik untuk masuk ke dalam aliran darah. Pembuluh limfatik yang mengalir usus disebut *lakteal* karena bila lemak diabsorpsi dari usus sebagian besar lemak melewati pembuluh limfatik. Kuman

infeksi dapat ditangkap sehingga menimbulkan peradangan pada kelenjar setempat. Peristiwa ini menunjukkan adanya infeksi misalnya infeksi pada kaki akan timbul pembengkakan pada inguinal (Syaifuddin, 2009).

Sistem limfatik berfungsi sebagai transport cairan untuk kembali ke dalam darah dan berperan penting dalam pertahanan tubuh dan pertahanan terhadap penyakit. Cairan jaringan berlebih (cairan interstisial dari darah) dibawa pembuluh limfatik dan kembali ke aliran darah disebut limfe. Sistem limfatik adalah sistem satu jalur untuk menuju jantung, tidak ada pemompaan dari pembuluh limfatik dan pembuluh darah (Syaifuddin, H., 2011).

Sistem limfatik berfungsi memproduksi limfosit, yang melawan penyerang seperti bakteri, dan menyinkronkan sel yang mati dan rusak (Wylie, L., 2010).

Sistem limfatik merupakan sesuatu yang penting pada sistem jantung dan pembuluh darah yang berfungsi untuk membantu menghilangkan racun dalam tubuh, sistem ini juga merupakan suatu pendukung penting bagi sistem imun (kekebalan). Berbeda dengan darah, limfe hanya bergerak satu arah di tubuhmu, digerakkan oleh aksi otot-otot rangka di sekitarnya. Limfe di dorong ke aliran darah untuk menjalankan eliminasi (proses pembuangan) (Pack, P.E., 2001).

Sistem limfatik terdiri dari :

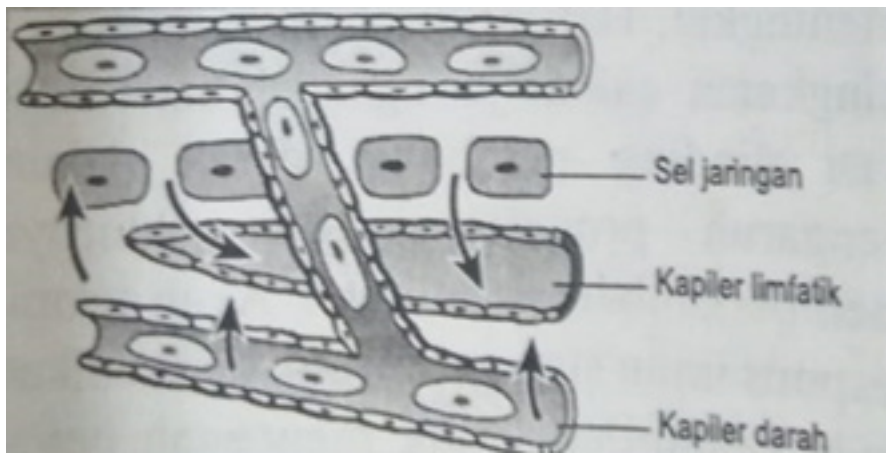
- Kapiler limfatik, yang berfungsi untuk menyerap kelebihan cairan dari sekitar sel
- Pembuluh limfatik, yang berfungsi mengangkut limfe kembali ke dalam sistem sirkulasi
- Jaringan limfatik, yang berfungsi membersihkan dan menyaring limfe sebelum mengembalikannya ke sistem sirkulasi, dan menyimpan limfosit untuk melawan mikroorganisme
- Dua duktus limfatik, yang berfungsi mengembalikan limfe ke sistem sirkulasi (Wylie, L., 2010).

2. Kapiler Limfatik

Pembuluh halus seperti rambut yang terdapat dalam ruang interstisial diantara sel disebut kapiler limfatik (Gambar 1). Kapiler limfatik mempunyai struktur mirip kapiler darah, dengan membran dasar, endotelium dan dinding berpori yang memungkinkan banyak substansi bergerak bebas ke dalam pembuluh tersebut. Alirannya hanya satu arah, karena sel endotelial umumnya tumpang tindih ketika tekanan dalam cairan jaringan rendah sehingga mencegah penurunan limfe dari kapiler ke dalam jaringan (Wylie, L., 2010).

Bila tekanan cairan eksternal meningkat, sel endotelial memisah, memungkinkan cairan dan kandungannya masuk. Sel yang memisah menyerupai pori-pori dan sel tersebut dapat membuka lebih lebar dibandingkan sel dalam kapiler darah, sehingga protein dan debris (sisa) sel dapat melewatinya. Limfe memiliki komposisi serupa dengan cairan interstisial, namun meliputi molekul yang lebih besar seperti protein dan partikel. Kapiler limfatik berbentuk tuba berujung buntu yang menampung cairan dari sekitar sel. Aliran limfe selalu melewati jantung (Wylie, L., 2010).

Kapiler limfatik merupakan pembuluh limfatik terkecil, dimulai sebagai pembuluh buntu. Kapiler limfatik mirip kapiler darah, namun mempunyai lebih banyak pori-pori untuk cairan di sekitarnya (Pack, P.E., 2001).



Gambar 1. Pengumpulan limfe dari ruang interstitial
 Sumber gambar : Wylie, L. (2010).

Pembuluh Limfatik

Pembuluh limfatik ditemukan pada sebagian besar jaringan, kecuali jaringan pada sistem saraf pusat. Limfe diarahkan pada satu atau lebih nodus limfe sebelum tiba di duktus limfatik. Pembuluh limfatik memiliki struktur yang sangat mirip dengan vena, dengan lapisan luar ditutupi fibrosa, lapisan tengah jaringan elastik dan jaringan otot serta endotelium bagian dalam. Akan tetapi, pembuluh limfatik lebih halus dan lebih banyak dibandingkan vena serta memiliki banyak katup berbentuk cangkik untuk memastikan limfe bergerak dalam arah yang benar. Hal ini sangat penting, karena pembuluh ini tidak memiliki pompa (seperti jantung) untuk mendorong limfe dalam tekanan tertentu ke dalam sistem sirkulasi. (Wylie, L., 2010).

Pembuluh limfatik terdapat di seluruh tubuh di sepanjang arteri atau vena. Pembuluh limfatik tidak terdapat di sistem saraf pusat, sumsum tulang, gigi, dan jaringan avaskular. Pergerakan limfa di dalam pembuluh limfa termasuk lambat (tiga liter per hari) dibandingkan dengan aliran darah (kira-kira lima liter per menit). Limfe tidak beredar seperti darah, tetapi bergerak satu arah dari tempat pengumpulannya dalam jaringan sampai kembali ke darah. Tidak ada pompa limfe. Bahkan, limfe sama dengan darah di dalam vena, didorong ke depan oleh aksi otot rangka di sekitarnya, pengembangan dan kontraksi paru-paru, dan kontraksi serat otot polos pada dinding pembuluh limfatik. Katup-katup pada pembuluh limfatik mencegah aliran balik limfe (Pack, P.E., 2001).

Fungsi pembuluh limfatik antara lain :

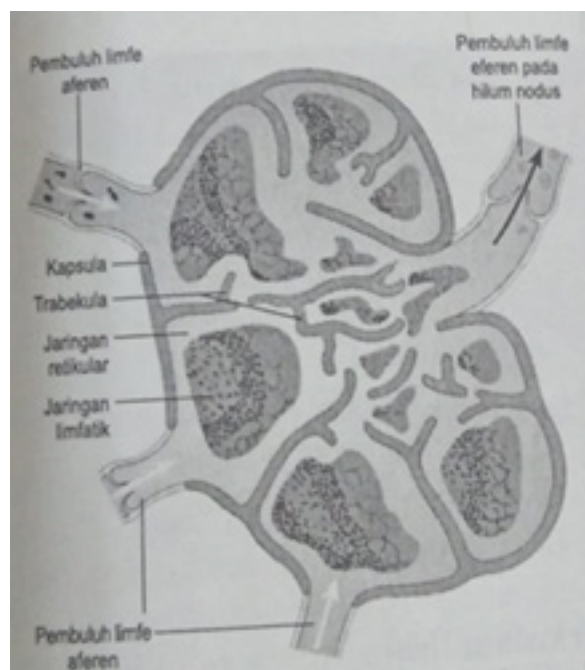
- Mengumpulkan cairan limfe dari kapiler limfatik
- Membawa limfe ke nodus limfatikus dan menjauhkan limfe dari nodus limfatikus
- Mengembalikan cairan limfe ke sirkulasi vena dekat jantung (Syarifuddin, H., 2011).

3. Jaringan Limfatik

Didalam nodus jaringan limfatik berkumpul dengan ukuran yang beragam, dari ukuran peniti hingga buah almond. Jaringan ini juga ditemukan dalam dua organ yaitu limpa dan kelenjar timus. Sebelum kembali ke sirkulasi, limfe melewati sekurang-kurangnya satu nodus limfe. Limfe berada dalam nodus yang membersihkannya, dan setiap partikel yang tidak diinginkan disingkirkan. Limfe masuk ke dalam nodus melalui beberapa pembuluh yang disebut pembuluh aferen. Biasanya hanya satu pembuluh limfatik yang keluar nodus pembuluh aferen.

Dari nodus, limfe langsung menuju duktus limfatik atau mengalir melalui satu atau lebih nodus terlebih dahulu (Wylie, L., 2010).

Kapsula fibrosa sebagai penyusun nodus limfe dengan perluasan yang ujungnya menurun ke substansi nodus yang membentuk kompartemen (Gambar 2). Dalam kompartemen tersebut, terdapat jaringan ikat yang mengandung serabut retikular dan makrofag yang berfungsi membersihkan dan menyaring limfe, serta limfosit yang berperan dalam respons imun. Pada tempat berkumpulnya banyak pembuluh limfatik ditemukan nodus limfe dalam bentuk berkelompok mengitari tubuh. Sebagai contoh, limfe dari kepala dan leher menyebar melalui nodus servikal, sedangkan limfe dari payudara menyebar melalui nodus aksilar. Tonsil, usus halus, apendiks, dan limpa merupakan area keberadaan nodus jaringan limfatik besar. Di area tersebut, limfe tidak di saring, namun limfosit dan makrofag siap disuplai untuk melindungi saluran pernapasan dan gastrointestinal dari mikroorganisme yang merugikan dan benda asing yang masuk ke dalam tubuh (Wylie, L., 2010).

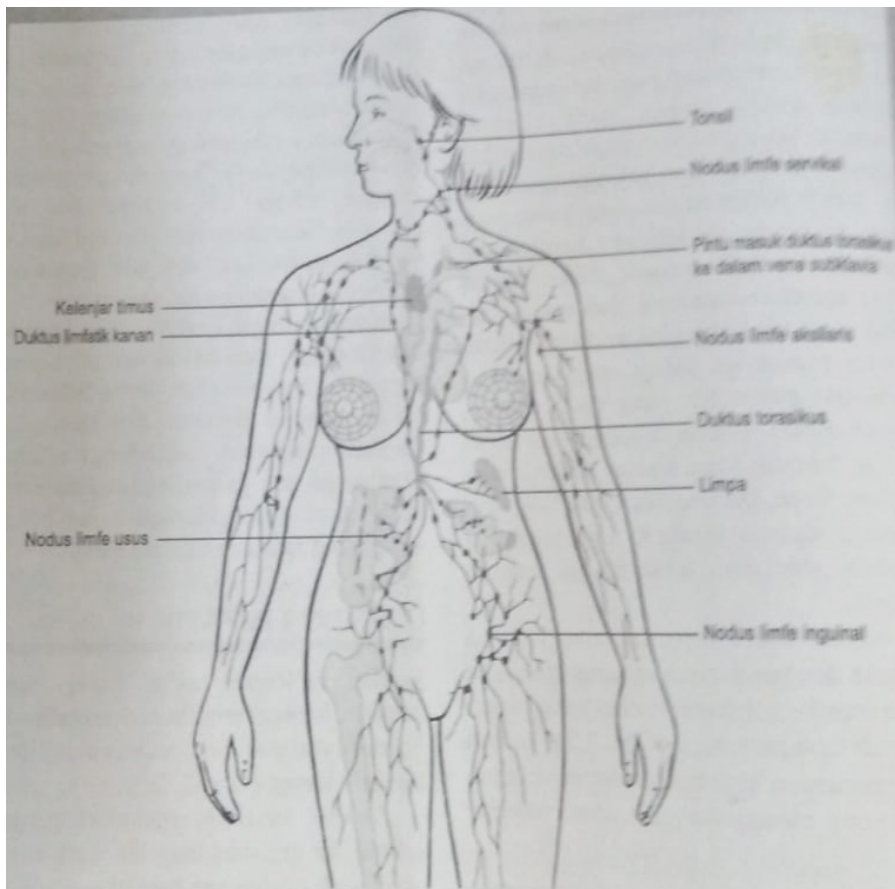


Gambar 2. Struktur internal nodus limfe
Sumber gambar : Wylie, L. (2010).

4. Duktus Limfatik

Limfe kembali ke sistem sirkulasi setelah melewati nodus limfe dengan melalui dua duktus yaitu duktus torasikus dan duktus limfatik kanan (Gambar 3). Duktus torasikus memiliki panjang sekitar 45 cm. Duktus tersebut mengalirkan limfe dari sebagian tubuh bawah dan sisi kiri toraks, leher, kepala dan lengan kiri. Duktus limfatik kanan hanya memiliki panjang 10 mm dan dikosongkan ke dalam vena subklavia kanan di leher. Duktus tersebut mengalirkan limfe dari sisi kanan tubuh bagian atas (Wylie, L., 2010).

Duktus limfatik adalah pembuluh limfatik yang terbesar. Dua duktus ini menyalurkan limfe ke dalam vena pada leher (di kanan dan kiri vena subklavia pada titik pertemuannya dengan vena jugulum internal). Katup pada duktus limfatik terdapat pada titik pertemuan dengan vena, mencegah darah ke dalam pembuluh limfatik (Pack, P.E., 2001).



Gambar 3. Lokasi struktur limfatik dalam tubuh

Sumber gambar : Wylie, L. (2010).

5. Fisiologi Sistem Limfatik

Berikut merupakan ringkasan fisiologi sistem limfatik :

- Pembuluh limfatik menampung kelebihan cairan dari jaringan dan mengembalikannya ke sistem sirkulasi. Hal ini memungkinkan cairan segar yang mengandung nutrisi dan oksigen mengalir sel tubuh.
- Protein yang telah menumpuk dalam ruang jaringan juga ditampung dan dikembalikan ke aliran darah.
- Jaringan limfatik, terutama yang ditemukan dalam nodus menyaring dan menghancurkan debris sel dari limfe.
- Nodus limfe mengandung limfosit yang menghancurkan mikroorganisme. Limfosit juga menjalankan fungsi tersebut dalam sistem sirkulasi dan tubuh secara keseluruhan.
- Pembuluh limfatik sekitar organ abdomen membantu pengangkutan makanan yang dicerna, terutama lemak (Wylie, L., 2010).

6. Sirkulasi Limfe

Dengan kombinasi antara katup dan tekanan dari struktur lain sirkulasi limfe dipertahankan. Pengisapan (*suction*) adalah komponen sirkulasi yang penting karena limfe dikosongkan ke dalam sistem sirkulasi yang letaknya berdekatan dengan jantung sehingga setiap kontraksi jantung menghasilkan tekanan negatif, yang menarik limfe melalui duktus limfatik dan masuk ke vena. Tekanan juga dimanfaatkan pada pembuluh limfe dengan cara yang sama seperti

pada vena, karena adanya kontraksi muskular dan denyut arteri. Tekanan eksternal tersebut selanjutnya berperan untuk mendorong limfe ke duktus di bantu oleh katup yang mencegah aliran balik (Wylie, L., 2010).

7. Limpa

Organ seperti kelenjar yang berisi massa besar jaringan limfatik disebut limpa. Letaknya di belakang lambung. Dalam regio hipokondria kiri pada rongga abdomen (Gambar 3). Warnanya ungu gelap dan tersusun atas kapsula luar jaringan fibrosa, dengan serabut sepanjang kelenjar yang memberikan struktur penyokong. Ruang yang diselimuti oleh jaringan fibrosa diisi dengan pulpa splenika (*splenic pulp*), jaringan limfoid tempat limfosit dan antibodi dihasilkan (Wylie, L., 2010).

Limpa adalah organ sistem limfatik terbesar yang memiliki panjang sekitar 12 cm. Limpa terletak di bagian kiri tubuh di antara diafragma dan lambung. Seperti organ sistem limfatik lainnya, limpa dikelilingi oleh kapsul yang perpanjangannya membentuk trabekula. Arteri limpa, vena limpa, saraf, dan pembuluh limfatik eferen melewati hilus limpa yang terletak pada bagian permukaan luar yang sedikit cekung (Pack, P.E., 2001).

Fungsi limpa antara lain :

- Limpa menyaring darah.

Makrofag pada limpa menghilangkan bakteri dan patogen lain, sisa sel, dan sel darah tua.

- Limpa menghancurkan sel darah merah tua dan mendaur ulang bagian-bagiannya.

Limpa menghilangkan zat besi dari kelompok hema dan mengikat zat besi tersebut pada protein penyimpan.

- Limpa menyediakan tempat penampungan darah.

Sepertiga dari keping darah disimpan di limpa.

- Limpa aktif pada tanggapan imun.

- Limpa menghasilkan sel darah (Pack, P.E., 2001).

8. Fisiologi Limpa

Darah yang memasuki limpa mengalir sepanjang sinus yang memiliki pori besar, sehingga memungkinkan darah berhubungan dengan pulpa splenika. Dua jenis sel ditemukan di pulpa splenika yang berfungsi membersihkan darah :

- a. Limfosit B yang menghancurkan mikroorganisme dan memasuki sistem sirkulasi
- b. Fagosit yang menghancurkan eritrosit yang sudah usang.

Eritrosit dapat juga dihasilkan dan disimpan pada saat sangat dibutuhkan selama kehidupan janin, limpa adalah sumber penting pembentuk eritrosit (Wylie, L., 2010).

9. Kelenjar Timus

Kelenjar timus terletak dibawah kelenjar tiroid pada leher dan meluas ke bawah melalui mediastinum atas (gambar 3). Kelenjar ini berukuran besar dan sangat aktif pada masa anak sampai pubertas yang secara bertahap digantikan oleh lemak dan jaringan ikat. Kelenjar timus terdiri atas dua lobus yang dilapisi kapsula fibrosa yang menurun masuk ke dalam substansi kelenjar dan membentuk kompartemen. Kompartemen tersebut mengandung sel etikel dan

limfosit. Fungsi kelenjar timus adalah mematangkan limfosit yang telah dihasilkan di tempat mana saja di tubuh (Wylie, L., 2010).

Timus adalah organ berlobus ganda yang terletak pada dada bagian atas diantara paru-paru. Timus tumbuh selama masa kanak-kanak dan mencapai ukuran maksimum 40 gram pada masa pubertas. Kemudian timus berkurang ukurannya secara perlahan-lahan ketika digantikan oleh jaringan ikat adiposa dan jaringan ikat areola. Pada umur 65 tahun beratnya tinggal 6 gram saja (Pack, P.E., 2001).

Fungsi timus adalah untuk mempercepat pendewasaan limfosit T. Sel T yang belum dewasa bermigrasi melalui darah dari sumsum tulang merah ke timus. Dalam timus, sel T yang belum dewasa tersebut berkumpul pada korteks tempat sel tersebut meneruskan perkembangannya. Sel T dewasa meninggalkan timus lewat pembuluh darah atau pembuluh limfa eferen, yang berpindah ke jaringan dan organ limfa lain di mana sel T dewasa tersebut menjadi aktif (berkemampuan imun) pada tanggapan imun. Pembuluh darah yang memasuki timus dikelilingi oleh sel epitelium-retikulum. Sel-sel ini membentuk sawar darah-timus yang mencegah masuknya antigen dari darah ke timus di mana sel T menjadi dewasa. Karena itu, lingkungan bebas antigen dipertahankan untuk perkembangan sel T (Pack, P.E., 2001).

C. Rangkuman

- Sistem limfatik merupakan jalur tambahan ketika cairan dapat mengalir dari ruang interstisial ke dalam darah.
- Sistem limfatik berfungsi sebagai transport cairan untuk kembali ke dalam darah, berperan penting dalam pertahanan tubuh terhadap penyakit, memproduksi limfosit yang melawan penyerang seperti bakteri, menyingkirkan sel yang mati dan rusak, dan berfungsi membantu menghilangkan racun dalam tubuh.
- Dalam pembuluh limfatik, material yang dikumpulkan ini membentuk cairan tidak berwarna yang disebut limfe
- Sistem limfatik menyaring limfe dengan menghancurkan patogen, menawarkan racun dan membuang zat berbahaya
- Sistem limfatik terdiri dari :
 - Kapiler limfatik, yang berfungsi untuk menyerap kelebihan cairan dari sekitar sel
 - Pembuluh limfatik, yang berfungsi mengangkut limfe kembali ke dalam sistem sirkulasi
 - Jaringan limfatik, yang berfungsi membersihkan dan menyaring limfe sebelum mengembalikannya ke sistem sirkulasi, dan menyimpan limfosit untuk melawan mikroorganisme
 - Dua duktus limfatik, yang berfungsi mengembalikan limfe ke sistem sirkulasi
- Pembuluh halus seperti rambut yang terdapat dalam ruang interstisial diantara sel disebut kapiler limfatik
- Pembuluh limfa terdapat di seluruh tubuh di sepanjang arteri atau vena. Pembuluh limfa tidak terdapat di sistem saraf pusat, sumsum tulang, gigi, dan jaringan avaskular.
- Fungsi pembuluh limfatik antara lain :
 - Mengumpulkan cairan limfe dari kapiler limfe
 - Membawa limfe ke nodus limfatikus dan menjauhkan limfe dari nodus limfatikus
 - Mengembalikan cairan limfe ke sirkulasi vena dekat jantung

- Didalam nodus jaringan limfatik berkumpul dengan ukuran yang beragam. Jaringan limfatik juga ditemukan dalam dua organ yaitu limpa dan kelenjar timus.
- Limfe kembali ke sistem sirkulasi setelah melewati nodus limfe dengan melalui dua duktus yaitu duktus torasikus dan duktus limfatik kanan.
- Berikut merupakan ringkasan fisiologi sistem limfatik : Pembuluh limfatik menampung kelebihan cairan dari jaringan dan mengembalikannya ke sistem sirkulasi. Hal ini memungkinkan cairan segar yang mengandung nutrien dan oksigen mengalir sel tubuh. Protein yang telah menumpuk dalam ruang jaringan juga ditampung dan dikembalikan ke aliran darah. Jaringan limfatik, terutama yang ditemukan dalam nodus menyaring dan menghancurkan debris sel dari limfe. Nodus limfe mengandung limfosit yang menghancurkan mikroorganisme. Limfosit juga menjalankan fungsi tersebut dalam sistem sirkulasi dan tubuh secara keseluruhan. Pembuluh limfatik sekitar organ abdomen membantu pengangkutan makanan yang dicerna, terutama lemak.
- Limpa adalah organ seperti kelenjar yang berisi massa besar jaringan limfatik. Limpa adalah organ limfa terbesar yang memiliki panjang sekitar 12 cm, letaknya di belakang lambung dalam regio hipokondria kiri pada rongga abdomen. Fungsi limpa antara lain : menyaring darah, menghancurkan sel darah merah tua dan mendaur ulang bagian-bagiannya, menyediakan tempat penampungan darah, aktif pada tanggapan imun, menghasilkan sel darah.
- Kelenjar timus terletak dibawah kelenjar tiroid pada leher dan meluas ke bawah melalui mediastinum. Fungsi timus adalah untuk mempercepat pendewasaan limfosit T. Sel T yang belum dewasa bermigrasi melalui darah dari sumsum tulang merah ke timus. Dalam timus, sel T yang belum dewasa tersebut berkumpul pada korteks tempat sel tersebut meneruskan perkembangannya.

D. Tugas

1. Tuliskan definisi sistem limfatik ?
2. Tuliskan fungsi sistem limfatik ?
3. Tuliskan definisi limfe ?
4. Tuliskan fungsi pembuluh limfatik ?
5. Tuliskan definisi limpa ?

E. Referensi

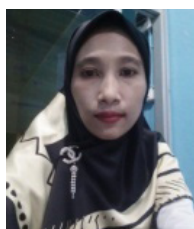
- Pack, P. E. 2001. CliffsQuickReview™ *Anatomy & physiology*. Published by Wiley Publishing, Inc. New York. ISBN 0-7645-6373-4.
- Syaifuddin. 2009. Fisiologi Tubuh Manusia Untuk Mahasiswa Keperawatan. Edisi 2. Penerbit Salemba Medika Jakarta. ISBN 978-979-3027-965-1.
- Syaifuddin, H. 2011. Anatomi Fisiologi : Kurikulum berbasis kompetensi untuk keperawatan & kebidanan. Edisi 4. Penerbit Buku Kedokteran EGC Jakarta. ISBN 978-979-044-219-1.
- Wylie, L. 2010. Esensial Anatomi & Fisiologi Dalam Asuhan Maternitas. Edisi 2. Penerbit Buku Kedokteran EGC Jakarta. ISBN 978-979-044-100-2.

F. Glosarium

Duktus limfatik: Pembuluh limfatik yang terbesar.

- Kapiler limfatik: Pembuluh halus seperti rambut yang terdapat dalam ruang interstisial diantara sel. Kapiler limfatik sebagai pembuluh limfatik terkecil, dimulai sebagai pembuluh buntu. Kapiler limfatik mirip kapiler darah, namun mempunyai lebih banyak pori-pori untuk cairan di sekitarnya.
- Limfe : Cairan tidak berwarna dalam pembuluh limfatik.
- Limpa : Organ sistem limfatik terbesar yang memiliki panjang sekitar 12 cm. Letaknya di belakang lambung. Dalam regio hipokondria kiri pada rongga abdomen.
- Sistem limfatik : Jalur tambahan ketika cairan dapat mengalir dari ruang interstisial ke dalam darah
- Timus : Organ berlobus ganda yang terletak pada dada bagian atas diantara paru-paru. Fungsi timus adalah untuk mempercepat pendewasaan limfosit T.

Biografi Penulis



Riri Safitri, Ketertarikan Penulis terhadap ilmu Biologi sejak duduk dibangku Sekolah Menengah Atas (SMA) Muhammadiyah-5 Lubuk pakam dan mengambil jurusan Ilmu Pengetahuan Alam. Penulis kemudian pada tahun 2003 melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi dan berhasil menyelesaikan studi S1 di Program studi Biologi Universitas Sumatera Utara pada tahun 2008. Selanjutnya, pada tahun 2012 penulis melanjutkan studi S2 di Program Studi Biologi Universitas Sumatera Utara. Alhamdulillah Penulis berhasil menyelesaikan Magister Biologi pada tahun 2014. Aktivitas Penulis sebagai Dosen di Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam. Penulis membuat beberapa karya tulis yang dipublish baik itu hasil dari penelitian maupun pengabdian kepada masyarakat serta menulis buku dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif bagi bangsa dan negara yang sangat tercinta ini. Email Penulis: ririsafitribiologi@gmail.com

BAB XVI METABOLISME TUBUH

Miskiyah SKM,.M.Bmd

Pendahuluan

Metabolisme sel adalah proses-proses pengubahan biokimia yang terjadi di dalam sel dan dapat di bedakan menjadi anabolisme atau penyusunan dan katabolisme atau penguraian.

Metabolisme merupakan modifikasi senyawa kimia secara biokimia di dalam organisme dan sel. Untuk melakukan metabolisme kita perlu adanya Energi dan Materi. Metabolisme mencakup sintesis (anabolisme) dan penguraian (katabolisme) molekulorganik kompleks. Metabolisme biasanya terdiri atas tahapan-tahapan yang melibatkan enzim, yang dikenal pula sebagai jalur metabolisme.

A. Tujuan Pembelajaran

1. Mampu membedakan pengertian metabolisme,, katabolisme dan anabolisme dengan benar melalui kajian literatur.
2. Mampu mengetahui proses pembentukan energy dan pengaturan metabolisme.
3. Mampu menguraikan komponen penyusun enzim dengan benar.
4. Mampu menganalisis cara kerja enzim dengan menggunakan bagan dengan benar.
5. Mampu Mengetahui Katabolisme Karbohidrat
6. Mampu Mengetahui Anabolisme Karbohidrat
7. Mampu Mengetahui Metabolisme Protein
8. Mampu Mengetahui Metabolisme Lemak
9. Mampu Mengetahui Keterkaitan Metabolisme Karbohidrat, Lemak, dan Protein
10. Mampu Mengetahui Kelainan pada Metabolisme

B. Materi

1. Mampu membedakan pengertian metabolisme,, katabolisme dan anabolisme dengan benar

Menurut Webster dan Lim (2002), metabolisme adalah perubahan atau semua transformasi kimiawi dan energi yang terjadi di dalam tubuh. Lehninger (1982), metabolisme adalah aktivitas sel yang amat terkordinasi,mempunyai tujuan dan mencakup berbagai kerjasama banyak sistem multi enzim.Metabolisme memiliki guna dan tujuan yang sangat penting bagi tubuh kita, Kegunaan dan tujuan metabolisme untuk kesehatan tubuh adalah bergerak, bereproduksi, mendapatkan dan menyimpan energi, menyusun dan merombak makanan, membentuk dan meroomkan struktur sel, serta menanggapi rangsangan.

Metabolisme merupakan rangkaian reaksi kimia yang diawali oleh substrat awal dan diakhiri dengan produk akhir, yang terjadi dalam sel. Reaksi tersebut meliputi reaksi penyusunan energi (anabolisme) dan reaksi penggunaan energi (katabolisme). Dalam reaksi biokimia terjadi perubahan energi dari satu bentuk ke bentuk yang lain, misalnya energi kimia dalam bentuk

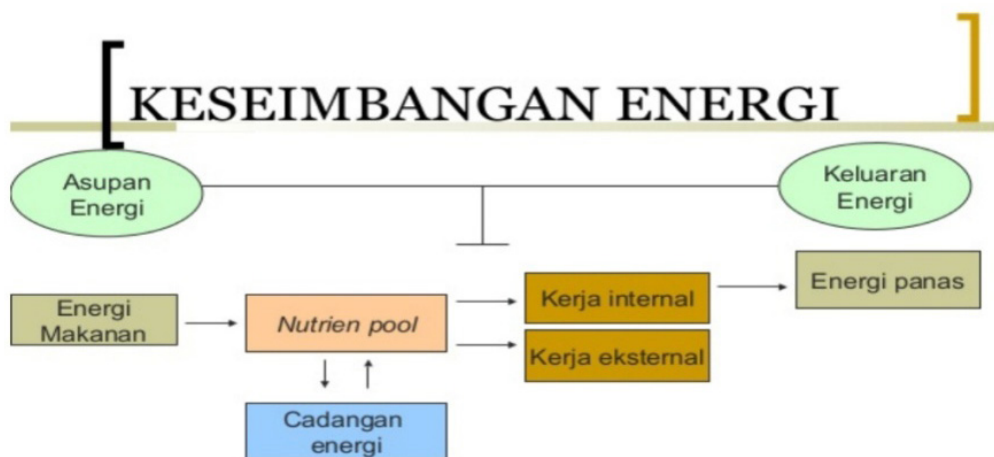
senyawa Adenosin Trifosfat (ATP) diubah menjadi energi gerak untuk melakukan suatu aktivitas seperti bekerja, berlari, jalan, dan lain-lain.

Metabolisme meliputi segala aktivitas hidup yang bertujuan agar sel tersebut mampu untuk tetap bertahan hidup, tumbuh, dan melakukan reproduksi. Semua sel penyusun tubuh makhluk hidup memerlukan energi agar proses kehidupan dapat berlangsung. Sel-sel menyimpan energi kimia dalam bentuk makanan kemudian mengubahnya dalam bentuk energi lain pada proses metabolisme. Metabolisme dibedakan atas anabolisme dan katabolisme.

Untuk memperlancar berlangsungnya proses reaksi metabolisme dalam sel makhluk hidup melibatkan komponen-komponen penting yang sangat berperan sebagai penunjangnya. Tanpa komponen-komponen penunjang itu, maka proses reaksinya tidak akan berjalan dengan lancar. Komponen-komponen yang sangat berperan dalam proses metabolisme sel makhluk hidup terdiri atas Enzim, Adenosin Trifosfat (ATP), dengan penjelasan sebagai berikut.

2. Mampu mengetahui proses pembentukan energy dan pengaturan metabolisme.

Energi adalah sesuatu yang diperlukan untuk aktivitas seluler, seperti pertumbuhan, gerak, transport molekul maupun ion melalui membran. Jumlah energi total dalam suatu sistem dan lingkungan sekitarnya konstan, karena perubahan energi berlangsung secara konstan pula. Keseimbangan energi di perlukan dalam tubuh manusia. Energi yang ada di dalam tubuh kita di katakan seimbang apabila energi yang masuk melalui makanan yang di makan sama besar dengan energi yang dikeluarkan oleh tubuh untuk kelangsungan hidup. Keadaan energi yang seimbang didalam tubuh ini akan menghasilkan berat badan ideal atau normal.



a. Sistem Energi

Kinerja manusia memerlukan energi. Energi tersebut berasal dari bahan makanan yang dimakan sehari-hari. Tujuan makan antara lain untuk pertumbuhan, mengganti sel-sel yang rusak dan untuk kontraksi otot. Semua energi yang dipergunakan dalam proses biologi bersumber dari matahari. Fox (1988) membagi enam bentuk energi, terdiri dari

- 1) Energi kimia
- 2) Energi mekanik
- 3) Energi panas
- 4) Energi sinar

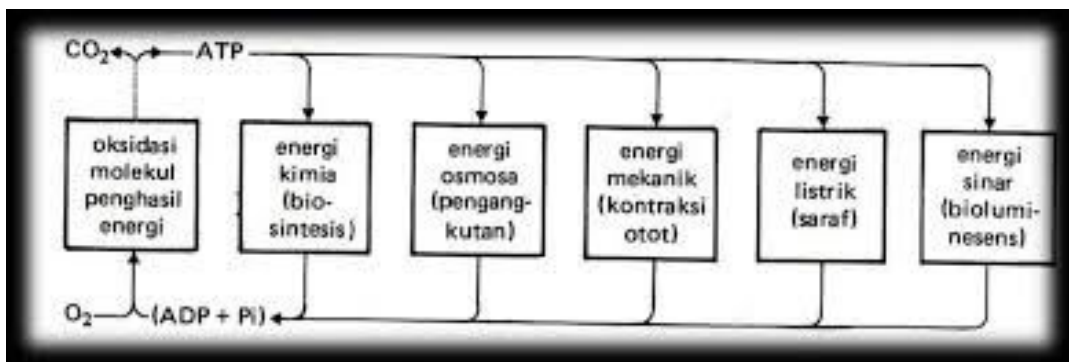
Energi yang dihasilkan dari proses oksidasi bahan makanan tidak dapat secara langsung digunakan untuk proses kontraksi otot atau proses-proses yang lainnya. Energi ini terlebih dahulu diubah menjadi senyawa kimia berenergi tinggi, yaitu Adenosine Tri Phosphate (ATP). ATP yang terbentuk kemudian diangkut ke setiap bagian sel yang memerlukan energi (Mayes, 1985; Fox, 1988). Adapun proses biologis yang menggunakan ATP sebagai sumber energinya antara lain: proses biosintesis, transportasi ion-ion secara aktif melalui membran sel, kontraksi otot, konduksi saraf dan sekresi kelenjar.

Apabila ATP pecah menjadi Adenosine Diphosphate (ADP) dan Phosphate inorganic (Pi), maka sejumlah energi akan dilepaskan yang akan digunakan untuk kontraksi otot dan proses-proses biologi lainnya., maka akan keluar energi yang diperkirakan sebesar 7-12 Kcal. Selama kehidupan berjalan, sehingga proses penyediaan energi dari ATP-pun akan berjalan terus. Peranan ATP sebagai sumber energi untuk proses-proses biologi tersebut berlangsung secara mendaur ulang (siklus). ATP terbentuk dari ADP dan Pi melalui suatu proses fosforilasi yang dirangkaikan dengan proses oksidasi molekul penghasil energi. Selanjutnya ATP yang terbentuk dialirkan ke proses reaksi biologis yang membutuhkan energi untuk dihidrolisis menjadi ADP dan Pi. Demikian seterusnya sehingga terjadi suatu daur ulang ATP - ADP secara terus menerus. Gugus fosfat paling ujung pada molekul ATP dipindahkan ke molekul penerima gugus fosfat dan selanjutnya digantikan oleh gugus fosfat lainnya dari proses fosforilasi dan oksidasi molekul penghasil energi.

b. Transformasi Energi Oleh Sel

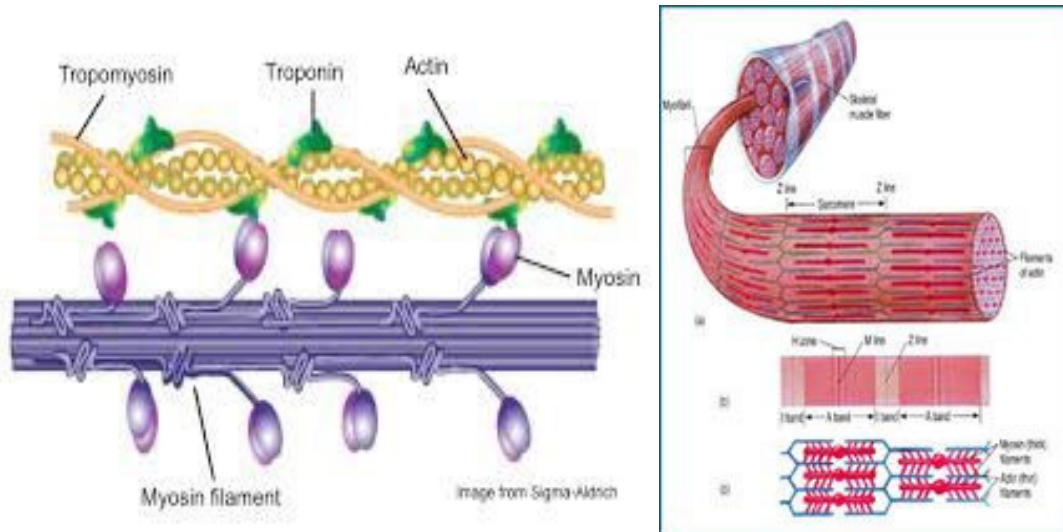
Peranan ATP sebagai sumber energi untuk metabolisme di dalam sel berlangsung dengan suatu mekanisme mendaur. ATP berperan sebagai alat angkut energi kimia dalam reaksi katabolisme ke berbagai proses reaksi dalam sel yang membutuhkan energi seperti proses biosintesis, proses pengangkutan, proses kontraksi otot, proses pengaliran listrik dalam sistem syaraf, dan proses pemancaran sinar (bioluminesensi) yang terjadi pada organisme tertentu, seperti kunang kunang.

ATP terbentuk dari ADP dan Pi dengan suatu reaksi fosforilasi yang dirangkaikan dengan proses oksidasi molekul penghasil energi, Selanjutnya ATP yang terbentuk ini dialirkan ke proses reaksi yang membutuhkan energi dan dihidrolisis menjadi ADP dan fosfat anorganik (Pi). Dalam hal ini gugus fosfat ujung pada molekul ATP secara kontinu dipindahkan ke molekul penerima gugus fosfat dan secara kontinu pula diganti oleh gugus fosfat lainnya selama katabolisme.



ATP untuk kontraksi otot Dalam sistem kontraktif sel otot kerangka terdapat 2 jenis filamen utama, yaitu :

- 1) Filamen tebal, terdiri dari serangkaian molekul miosin berbentuk batang yang tersusun secara paralel. Tiap-tiap molekul miosin memiliki kepala dengan ukuran besar, yang sebenarnya merupakan enzim yang berfungsi untuk menghidrolisis ATP.
- 2) Filamen tipis, terdiri dari 2 untaian serabut aktin yang saling membelit terhadap sesamanya. Selama kontraksi otot, filamen tipis menyebabkan terjadinya pemendekan keseluruhan serabut otot. Pada serabut otot, filamen tebal dan tipis secara teratur disusun sejajar, saling terjalin dalam suatu unit berulang yang disebut sarkomer.



Hidrolisis ATP terjadi bersamaan dengan berlangsungnya persinggungan dan pelepasan berulang-ulang dengan filamen tipis sehingga terbentuk tenaga meluncur yang menyebabkan filamen tebal bergerak di sepanjang filamen tipis menuju ujung sarkomer. Kontraksi dan relaksasi otot rangka diatur oleh konsentrasi Ca^{2+} di dalam sitosol. Pada saat saraf penggerak memberikan rangsangan terhadap serabut otot, Ca^{2+} dibebaskan dari tubul membran yang memanjang pada sel otot. Ca^{2+} yang dibebaskan berikatan dengan suatu protein kompleks pengatur, yaitu troponin, yang terletak pada interval tertentu disepanjang filamen tipis.

Troponin berfungsi sebagai pelatuk. Molekul ini mengalami perubahan bentuk yang menimbulkan aktivitas ATP-ase pada kepala miosin, sehingga terjadi kontraksi. Selama Ca^{2+} bebas tersedia di dalam sitosol otot, troponin akan tetap aktif. Relaksasi terjadi, jika impuls saraf terhenti, Ca^{2+} diangkut dari sarkoplasma ke dalam sisteme pada sarkoplasmik retikulum melalui aktivitas pompa Ca^{2+} ATP-ase pada membran. Jadi, energi ATP diperlukan, bukan hanya bagi kontraksi otot, tetapi juga bagi proses relaksasi.

c. Mampu menguraikan komponen penyusun enzim.

1) Regulasi Metabolisme

Seluruh kegiatan metabolisme berlangsung sangat cepat dan harus bekerja di dalam sel. Mikroorganisme memiliki potensi genetik untuk memproduksi lebih dari 1000 enzim. Enzim ini harus dibentuk dalam jumlah yang tepat dan dalam sistem yang terkoordinasi dengan baik agar sel bekerja secara efisien. Mikroorganisme dapat dengan cepat mengantisipasi perubahan lingkungan sehingga dapat dengan segera memperbaiki sistem metabolismenya. Regulasi untuk sistem yang demikian terjadi pada level sintesis enzim atau pada level kerja enzim. Regulasi metabolik dapat terjadi pada 3 tingkat yaitu tingkat molekul, tingkat efektor dan tingkat protein. Tingkat

molekul misalnya regulasi terhadap ATP, NADPH. Tingkat efektor misalnya cAMP, Guanosin Trifosfat. Tingkat protein ekspresi oleh gen tertentu, induksi enzim. Faktor yang mempengaruhi regulasi metabolisme antaralain :

a) Jenis dan jumlah enzim

Jumlah enzim yang relatif sedikit di dalam sel mempersulit penentuan keberadaan dan konsentrasi enzim tersebut. Namun, kemampuan untuk secara cepat mengubah ribuan molekul suatu substrat tertentu menjadi produk memudahkan masing-masing enzim untuk mengungkapkan keberadaannya.

b) Jenis dan jumlah substrat

Suatu enzim bekerja secara khas terhadap suatu substrat tertentu. Kekhasan inilah ciri suatu enzim. Ini sangat berbeda dengan katalis lain (bukan enzim) yang dapat bekerja pada berbagai macam reaksi. Enzim urease hanya bekerja terhadap urea sebagai substratnya. Suatu enzim dikatakan mempunyai khas nisbi apabila ia dapat bekerja terhadap beberapa substrat, misalnya esterase dan D-asam amino dan L-asam amino tetapi berbeda kecepatannya. \

c) Adanya induktor, aktivator, represor dan inhibitor

Induktor merupakan molekul atau senyawa yang dapat menyebabkan terjadinya peningkatan efek enzim yang lebih baik. Aktivator merupakan molekul atau senyawa yang dapat mengaktifkan kerja suatu enzim. Reseptor merupakan molekul atau senyawa yang menyebabkan berkurangnya kecepatan reaksi enzim. Sementara inhibitor merupakan molekul atau senyawa yang dapat menginhibisi atau menghambat terjadinya suatu reaksi.

d) Faktor lingkungan

Faktor lingkungan dapat mempengaruhi terjadinya regulasi metabolisme. Contoh dari faktor lingkungan adalah suhu dan pH. Suhu merupakan salah satu faktor lingkungan penting dalam aktivitas suatu enzim. Sampai pada suatu titik, kecepatan suatu reaksi enzimatik meningkat sejalan dengan meningkatnya suhu. Setiap enzim memiliki suhu optimal, enzim juga memiliki nilai pH optimal untuk bekerja paling aktif. Nilai pH optimal untuk sebagian besar enzim adalah sekitas 6 sampai 8, akan tetapi terdapat beberapa perkecualian.

3. Mampu menganalisis cara kerja enzim dengan benar

Enzim merupakan senyawa organik atau katalis protein yang dihasilkan oleh sel dan berperan sebagai katalisator yang dinamakan biokatalisator. Jadi, enzim dapat mengatur kecepatan dan kekhususan ribuan reaksi kimia yang berlangsung di dalam sel. Perlu Anda ingat, walaupun enzim dibuat di dalam sel, tetapi untuk bertindak sebagai katalis tidak harus berada di dalam sel. Reaksi yang dapat dikendalikan oleh enzim antara lain respirasi, fotosintesis, pertumbuhan, dan perkembangan, kontraksi otot, pencernaan dan fiksasi nitrogen. Secara kimia enzim terdiri atas dua bagian (enzim lengkap/holoenzim), yaitu bagian protein (apoenzim) dan bagian bukan protein (gugus prostetik) yang dihasilkan dalam sel makhluk hidup.

a. Cara Kerja Enzim

Banyak enzim yang dapat bekerja bolak-balik. Enzim dapat mengubah substrat menjadi hasil akhir. Sebaliknya, enzim juga dapat mengembalikan hasil akhir menjadi substrat jika lingkungannya berubah. Contohnya enzim lipase dapat berfungsi sebagai katalisator

dalam perubahan lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Enzim bekerja spesifik artinya enzim mempunyai fungsi yang khusus. Untuk perubahan zat tertentu, diperlukan enzim tertentu. Jika enzimnya berbeda, maka hasil akhirnya akan berbeda pula. Cara kerja enzim ada dua yaitu dengan model kunci gembok dan kecocokan terinduksi.

1) Kunci Gembok (lock and key)

Enzim dimisalkan sebagai gembok karena memiliki sebuah bagian kecil yang dapat berikatan dengan substrat. Bagian tersebut disebut sisi aktif. Substrat dimisalkan sebagai kunci karena dapat berikatan secara pas dengan sisi aktif enzim (gembok).

2) Kecocokan terinduksi

Pada model ini penempelan substrat pada sisi aktif enzim akan menginduksi perubahan sisi aktif enzim menjadi sesuai dengan bentuk substrat.

b. Faktor yang Mempengaruhi Kerja Enzim

Ada empat faktor yang memengaruhi kerja enzim yaitu temperature, pH, konsentrasi, dan Inhibitor.

1) Temperatur

Karena enzim tersusun dari protein enzim sangat peka terhadap temperature. Temperature yang terlalu tinggi dapat menyebabkan denaturasi protein. Temperature yang rendah dapat menghambat reaksi.

2) Perubahan pH

Enzim juga sangat terpengaruh oleh pH. Perubahan pH dapat mempengaruhi perubahan asam amino kunci pada sisi aktif enzim sehingga menghalangi sisi aktif bergabung dengan substratnya. pH optimum yang diperlukan berbeda-beda, tergantung pada jenis enzimnya.

3) Konsentrasi Enzim dan Substrat

Agar reaksi berjalan optimum, maka perbandingan jumlah antara enzim dan substrat harus sesuai. Jika enzim terlalu sedikit dan substrat terlalu banyak, reaksi akan berjalan lambat dan bahkan ada substrat yang tak terkatalisasi. Semakin banyak enzim, reaksi akan semakin cepat

4) Inhibitor Enzim

Sering kali kerja enzim dihambat oleh suatu zat yang disebut inhibitor. Jika inhibitor ditambahkan kedalam campuran enzim dan substrat, kecepatan reaksi akan turun. Cara kerja inhibitor ini berikatan dengan enzim membentuk kompleks enzim-inhibitor yang masih mampu atau tidak mampu berikatan dengan substrat. Ada dua jenis inhibitor yaitu :

a) Inhibitor Kompetitif

Pada penghambatan ini, zat-zat penghambat mempunyai struktur yang mirip dengan struktur substrat. Dengan demikian, baik substrat maupun zat penghambat berkompetisi atau bersaing untuk bergabung dengan sisi aktif enzim. Jika zat penghambat lebih dulu berikatan dengan sisi aktif enzim substrat tidak dapat lagi berikatan dengan sisi aktif enzim.

b) Inhibitor nonkompetitif

Pada penghambatan ini, substrat sudah tidak dapat berikatan dengan kompleks enzim-inhibitor. Karena sisi aktif enzim berubah.

c) Nomenklatur dan Klasifikasi Enzim

Enzim diberi nama dengan menambah akhiran *-ase* pada nama substrat yang diubah oleh enzim tersebut. Misalnya substrat maltose diubah oleh enzim maltase menjadi glukosa, enzim yang mengubah lemak yaitu lipase, enzim yang mengubah karbohidrat merupakan kelompok karbohidrase. Ada pula nama enzim yang tidak berakhir *-ase* misalnya pepsin, tripsin, ptialin, dan erepsin. Berdasarkan peristiwa yang terjadi didalam suatu reaksi maka enzim dapat digolongkan menjadi dua golongan yaitu :

- (1) Golongan hidrolase yaitu enzim yang dengan penambahan air atau dengan adanya air dapat mengubah suatu substrat menjadi hasil akhir misalnya karboksilase, protease, dan lipase.
- (2) Golongan desmolase yaitu enzim yang dapat memecah ikatan C – C atau C – N. contohnya enzim-enzim peroksidase, dehidrogenase, katalase, karboksilase, dan transaminase.

5) Mampu Mengetahui Katabolisme Karbohidrat

Metabolisme dalam makhluk hidup dapat dibedakan menjadi katabolisme dan anabolisme. Katabolisme adalah proses penguraian atau pemecahan senyawa organik kompleks menjadi senyawa sederhana. Dalam proses katabolisme, terjadi pelepasan energi sebagai hasil pemecahan senyawa-senyawa organik kompleks tersebut. Adapun anabolisme adalah proses pembentukan atau penyusunan senyawa organik sederhana menjadi senyawa kompleks. Kebalikan dari katabolisme, proses anabolisme ini memerlukan energi. Kali ini akan dibahas mengenai proses katabolisme. Contoh dari proses katabolisme adalah respirasi selular. Berbeda dengan pengertian respirasi pada umumnya (proses pengikatan O₂), respirasi selular diartikan sebagai reaksi oksidasi molekul berenergi tinggi untuk melepaskan energinya. Respirasi selular terjadi pada semua sel tubuh hewan maupun tumbuhan terutama di mitokondria.

Pada respirasi selular, molekul glukosa (karbohidrat) dan bahan makanan lain diuraikan atau dipecah menjadi karbon dioksida (CO₂), air (H₂O), dan energi dalam bentuk ATP. Berdasarkan keterlibatan oksigen dalam prosesnya, respirasi selular terbagi menjadi respirasi **aerob** dan respirasi **anaerob**.

a. Respirasi Aerob

Respirasi aerob adalah proses respirasi yang menggunakan oksigen. Secara sederhana, proses respirasi aerob pada glukosa dituliskan sebagai berikut. $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6H_2O + 6CO_2 + \text{energi}$ Proses respirasi aerob melewati tiga tahap, yaitu:

1) Glikolisis

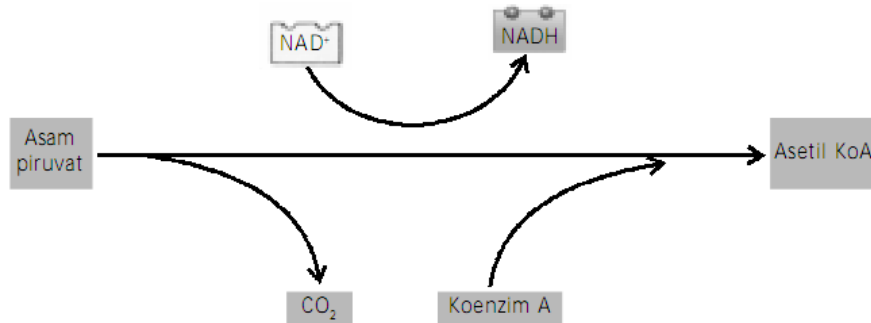
Glikolisis merupakan serangkaian reaksi yang terjadi di sitosol pada hampir semua sel hidup. Pada tahap ini, terjadi perubahan senyawa glukosa dengan 6 atom C, menjadi dua senyawa asam piruvat dengan 3 atom C, serta NADH dan ATP. Tahap glikolisis belum membutuhkan oksigen. Glikolisis yang terdiri atas sepuluh reaksi, dapat disimpulkan dalam dua tahap:

- a) Reaksi penambahan gugus fosfat. Pada tahap ini digunakan dua molekul ATP.
- b) Gliseraldehid-3-fosfat diubah menjadi asam piruvat. Selain itu, dihasilkan 4 molekul ATP dan 2 molekul NADH. Pada tahap glikolisis dihasilkan energi dalam bentuk

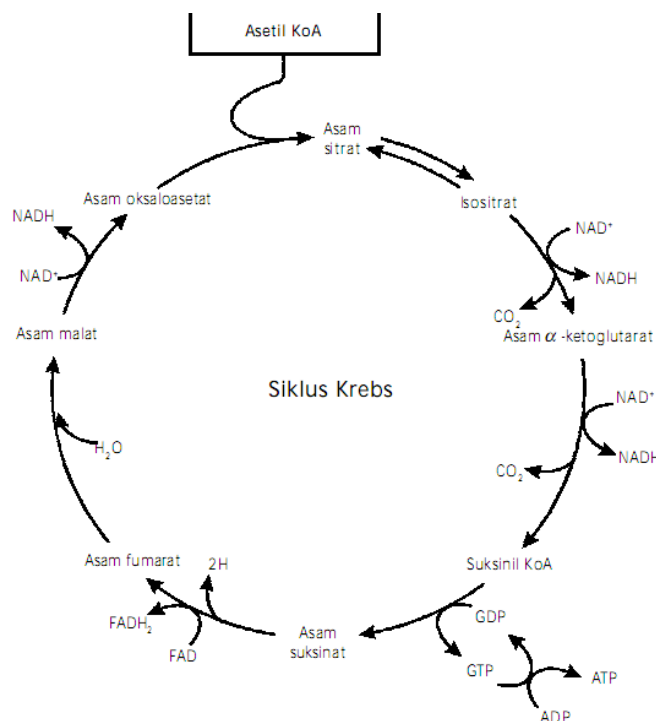
ATP sebanyak 4 ATP. Namun karena 2 ATP digunakan pada awal glikolisis maka hasil akhir energi yang didapat adalah 2 ATP.

2) Siklus Krebs

Dua molekul asam piruvat hasil dari glikolisis ditransportasikan dari sitoplasma ke dalam mitokondria, tempat terjadinya siklus Krebs. Akan tetapi, asam piruvat sendiri tidak akan memasuki reaksi siklus Krebs tersebut. Asam piruvat tersebut akan diubah menjadi asetil koenzim A (asetil koA). Tahap pengubahan asam piruvat menjadi asetil koenzim A ini terkadang disebut tahap transisi atau reaksi dekarboksilasi oksidatif. Berikut ini gambar proses pengubahan satu asam piruvat menjadi asetil koenzim A.



Siklus Krebs dijelaskan pertama kali oleh Hans Krebs pada sekitar 1930-an. Dalam siklus Krebs, satu molekul asetil KoA akan menghasilkan 4 NADH, 1 GTP, dan 1 FADH₂. GTP (guanin trifosfat) merupakan salah satu bentuk molekul berenergi tinggi. Energi yang dihasilkan satu molekul GTP setara dengan energi yang dihasilkan satu molekul ATP. Molekul CO_2 juga dihasilkan dari siklus Krebs ini.



Selain dihasilkan energi pada siklus Krebs, juga dihasilkan hidrogen yang direaksikan dengan oksigen membentuk air. Molekul-molekul sumber elektron seperti NADH dan

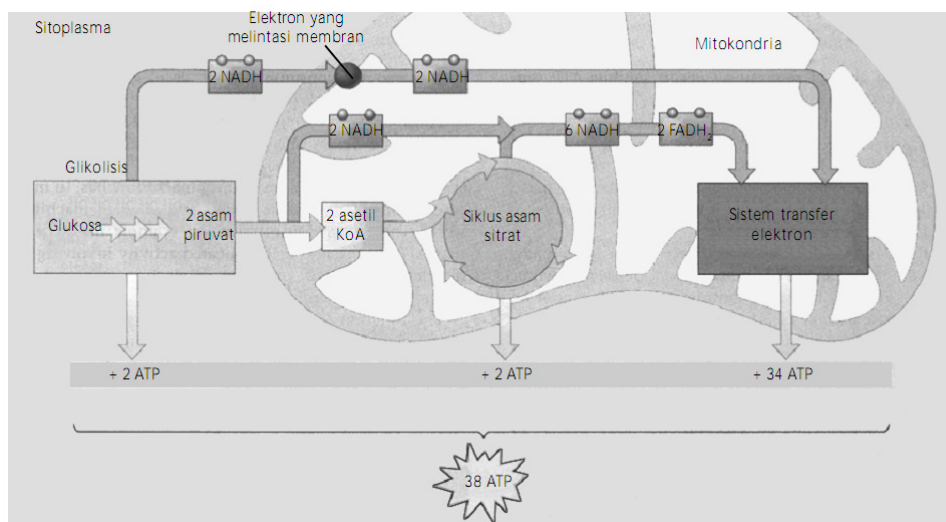
FADH₂ dari glikolisis dan siklus Krebs, selanjutnya memasuki tahap transpor elektron untuk menghasilkan molekul berenergi siap pakai.

3) Sistem Transfer Elektron

Tahap terakhir dari respirasi seluler aerob adalah sistem transfer elektron. Tahap ini terjadi pada ruang intermembran dari mitokondria. Pada tahap inilah ATP paling banyak dihasilkan. Seperti Anda ketahui, sejauh ini hanya dihasilkan 4 molekul ATP dari satu molekul glukosa, yaitu 2 molekul dari glikolisis dan 2 molekul dari siklus Krebs. Akan tetapi, dari glikolisis dan siklus Krebs dihasilkan 10 NADH (2 dari glikolisis, 2 dari tahap transisi siklus Krebs, dan 6 dari siklus Krebs) dan 2 FADH₂. Molekul-molekul inilah yang akan berperan dalam menghasilkan ATP. Akseptor terakhir dari rantai reaksi merupakan oksigen. Elektron berenergi tinggi dari NADH dan FADH₂ memasuki sistem reaksi. Dalam perjalanannya, energi elektron tersebut mengalami penurunan energi yang digunakan untuk proses fosforilasi ADP menjadi ATP sehingga satu molekul NADH setara dengan 3 ATP dan satu molekul FADH₂ setara dengan 2 ATP.

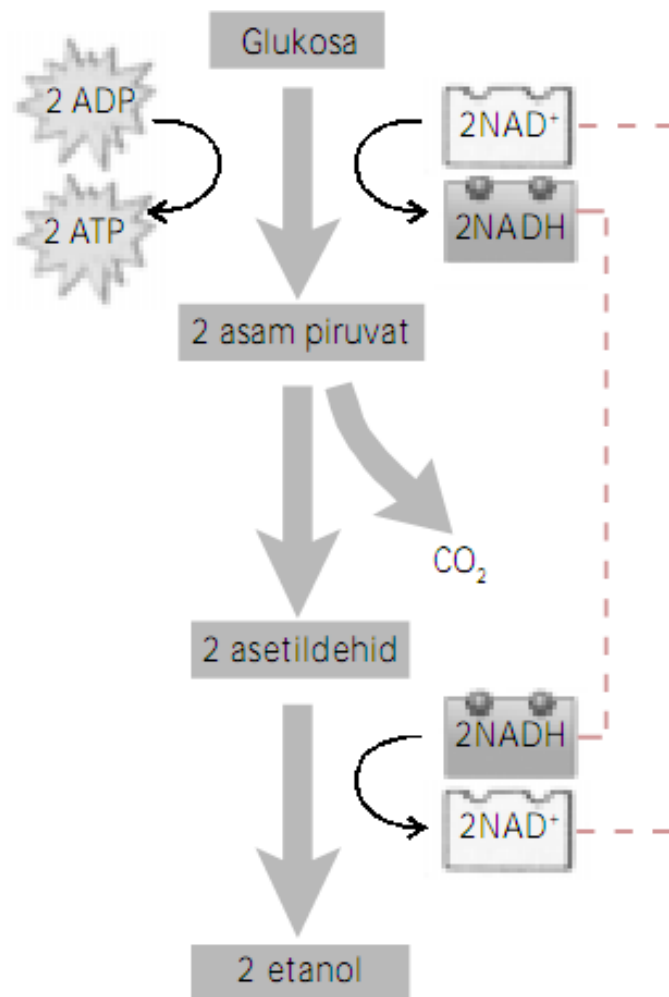
b. Respirasi Anaerob

Respirasi anaerob adalah proses respirasi yang tidak memerlukan oksigen. Salah satu contoh proses ini adalah proses fermentasi. Respirasi anaerob dapat terjadi pada manusia dan hewan jika tubuh memerlukan energi secara cepat. Pada mikroorganisme seperti bakteri dan jamur, respirasi anaerob dilakukan karena keadaan lingkungan yang tidak memungkinkan dan belum memiliki sistem metabolisme yang kompleks. Pada tahap tersebut, glukosa dapat dipecah untuk menghasilkan total 2 ATP dan tidak memerlukan oksigen. Meskipun energi yang dihasilkan jauh lebih kecil daripada respirasi aerob, jumlah ini cukup bagi mikroorganisme dan energi awal bagi hewan. Selain menghasilkan ATP, glikolisis juga menghasilkan NADH dan NAD⁺. Tanpa suplai NAD⁺ yang memadai, proses glikolisis pada respirasi anaerob dapat terhenti. Oleh karena itu, organisme yang melakukan respirasi anaerob harus mampu mengoksidasi NADH menjadi NAD⁺ kembali. Berdasarkan hal tersebut terdapat dua cara respirasi anaerob yang dilakukan organisme.



1) Fermentasi alkohol

Beberapa organisme seperti khamir (*Saccharomyces cereviceace*) melakukan fermentasi alkohol. Organisme ini mengubah glukosa melalui fermentasi menjadi alkohol (etanol).



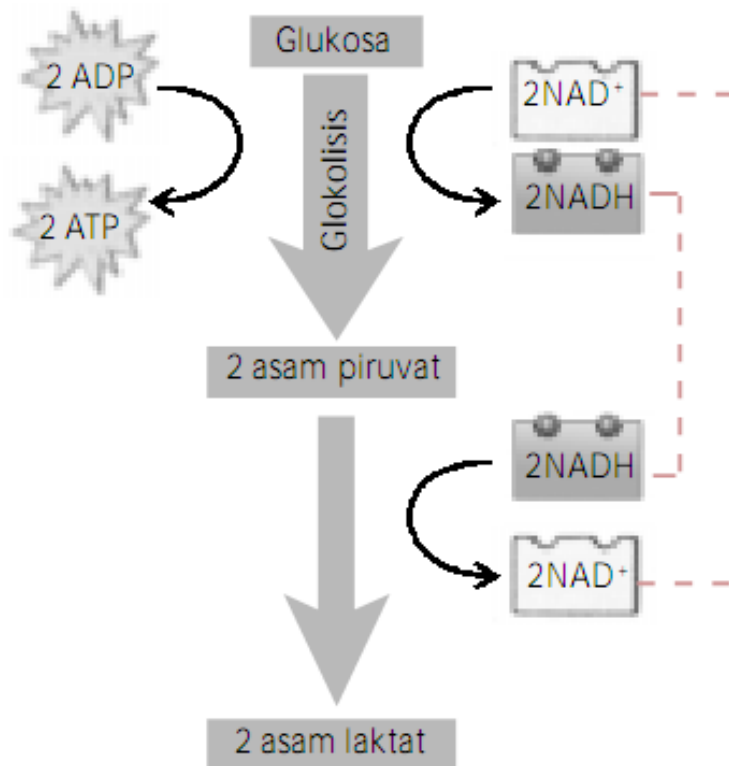
Proses fermentasi alkohol diawali dengan pemecahan satu molekul glukosa menjadi dua molekul asam piruvat. Pada proses tersebut, dibentuk juga 2 ATP dan 2 NADH. Setiap asam piruvat diubah menjadi asetildehid dengan membebaskan CO₂. Asetildehid diubah menjadi etanol dan NADH diubah menjadi NAD⁺ untuk selanjutnya digunakan dalam glikolisis kembali.

Fermentasi alkohol merupakan jenis fermentasi yang banyak digunakan manusia selama ribuan tahun dalam pengolahan bahan makanan. Khamir banyak digunakan dalam pembuatan roti dan minuman beralkohol, (Campbell, 2009).

2) Fermentasi Asam Laktat

Sama halnya dengan fermentasi alkohol, fermentasi asam laktat dimulai dengan tahap glikolisis. Fermentasi asam laktat dilakukan oleh sel otot dan beberapa sel lainnya, serta beberapa bakteri asam laktat. Pada otot, proses ini dapat menyediakan energi yang dibutuhkan secara cepat. Akan tetapi, penumpukan asam laktat berlebih dapat menyebabkan otot lelah. Asam laktat berlebih dibawa darah menuju hati untuk diubah kembali menjadi asam piruvat. Industri susu menggunakan fermentasi asam laktat oleh bakteri untuk membuat keju dan yoghurt. Glukosa akan dipecah menjadi 2 molekul asam piruvat melalui glikolisis, membentuk 2 ATP dan 2 NADH.

NADH diubah kembali menjadi NAD⁺ saat pembentukan asam laktat dari asam piruvat. Fermentasi asam laktat tidak menghasilkan CO₂, seperti halnya fermentasi alkohol.



4. Mampu Mengetahui Anabolisme Karbohidrat

Anabolisme adalah proses pembentukan atau penyusunan senyawa organik sederhana menjadi senyawa organik kompleks. Senyawa kompleks tersebut dapat berupa karbohidrat, lemak, dan protein. Senyawa kompleks tersebut merupakan zat makanan yang diperlukan makhluk hidup. Anabolisme dapat terjadi melalui fotosintesis dan kemosintesis.

a. Fotosintesis

Fotosintesis adalah proses pembentukan karbohidrat dari karbon dioksida (CO₂) dan air (H₂O) pada kloroplas dengan bantuan cahaya matahari. Fotosintesis dapat dilakukan oleh tumbuhan, alga, dan bakteri yang memiliki kloroplas. Hasil dari fotosintesis adalah molekul glukosa yang disimpan dalam bentuk pati, amilum, atau tepung. Secara garis besar, reaksi fotosintesis dapat dituliskan sebagai berikut: $6\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 + \text{cahaya} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (glukosa) + 6O_2 . Pada beberapa aspek, proses fotosintesis dapat dikatakan sebagai kebalikan proses respirasi seluler. Fotosintesis membentuk glukosa dan menggunakan energi matahari, sedangkan respirasi memecah glukosa untuk menghasilkan energi.

b. Cahaya Matahari

Cahaya matahari merupakan salah satu bentuk energi. Mata manusia dapat melihat cahaya tampak dengan panjang gelombang 400 nm (ungu) hingga 730 nm (merah). Cahaya matahari sebenarnya merupakan campuran panjang gelombang yang berbedadad cahaya tampak hanyalah sebagian kecil gelombang yang dipancarkan matahari. Cahaya tampak terdiri atas warna pelangi dari ungu hingga merah. Permukaan benda akan tampak hitam jika menyerap semua panjang gelombang cahaya tampak. Adapun benda yang tampak putih memantulkan semua panjang gelombang cahaya tampak. Benda yang berwarna menyerap sebagian warna dan memantulkan warna yang terlihat mata. Jika benda berwarna merah, ia memantulkan cahaya merah dan menyerap cahaya lainnya.

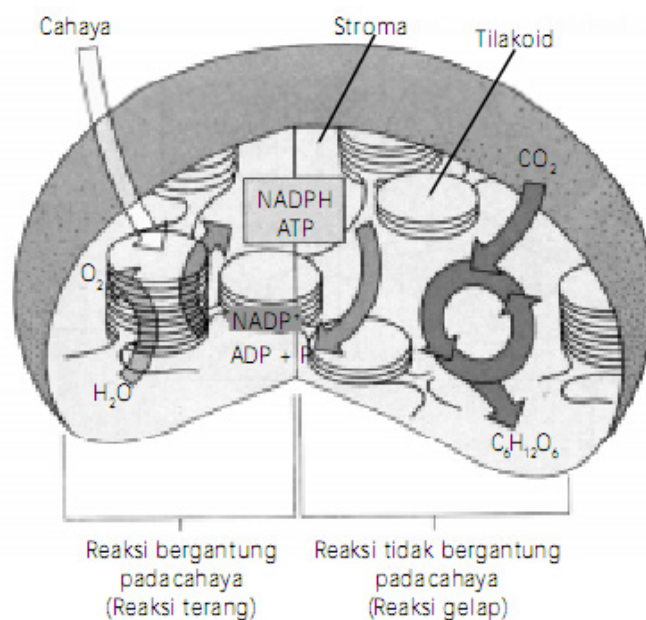
c. Pigmen Fotosintesis

Pada sel eukariot, proses fotosintesis terjadi dalam organel yang disebut kloroplas. Organel ini memiliki dua lapis membran luar. Di dalam kloroplas terdapat tumpukan membran yang disebut tilakoid. Tilakoid merupakan membran yang mirip kantung dan pada beberapa bagian tersusun bertumpuk membentuk grana. Bagian matriks dari kloroplas disebut stroma.

Membran tilakoid memiliki protein penting dan berperan sebagai pembawa elektron. Akan tetapi, fungsi penting dari membran ini dalam fotosintesis adalah kandungan pigmen yang terdapat di dalamnya, yakni pigmen klorofil. Klorofil adalah pigmen yang menyerap cahaya dengan efisiensi tinggi. Seperti pigmen lainnya, klorofil hanya dapat menyerap sebagian cahaya tampak. Klorofil dapat menyerap cahaya merah dan biru sangat baik, sedangkan cahaya hijau sangat sedikit diserap.

d. Mekanisme Fotosintesis

Pada awal abad ke-20, para ilmuwan menyadari bahwa fotosintesis dapat dibedakan menjadi dua proses reaksi yang memerlukan cahaya dan reaksi yang tidak memerlukan cahaya. Reaksi yang memerlukan cahaya disebut juga reaksi terang. Reaksi ini secara langsung berhubungan dengan pigmen dan tilakoid di kloroplas. Adapun reaksi yang tidak memerlukan cahaya disebut juga reaksi gelap, terjadi di stroma dan matriks klorofil.



1) Reaksi Terang

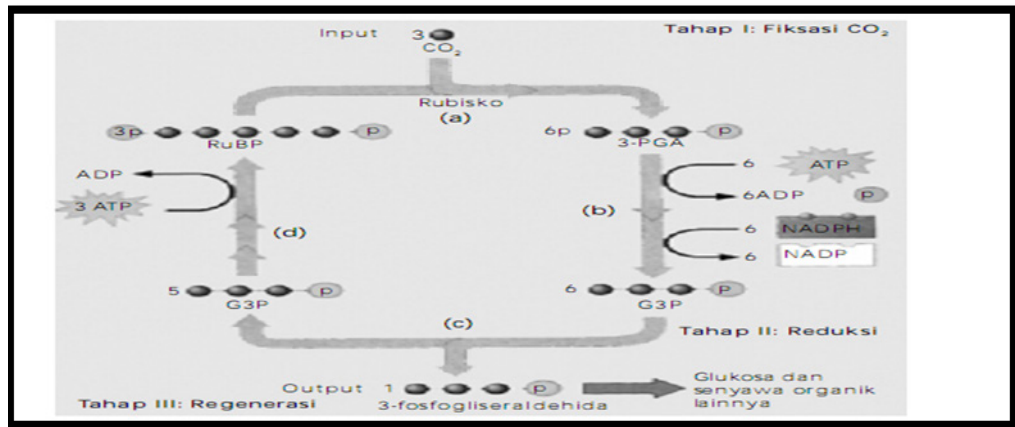
Proses dari reaksi terang adalah pusat fotosintesis. Pusat reaksi tersusun atas molekul klorofil yang dikelilingi oleh molekul lain yang mampu menerima elektron. Pusat reaksi terang disebut fotosistem yang terdiri atas kompleks protein, klorofil, dan pigmen lain yang menyerap cahaya. Fotosistem ini terdapat di membran tilakoid. Pada tumbuhan dan alga terdapat dua pusat reaksi yang bekerja secara teratur. Pusat reaksi ini ditemukan karena memiliki penyerapan panjang gelombang cahaya yang berbeda.

2) Reaksi Gelap

Reaksi gelap merupakan langkah selanjutnya setelah reaksi terang. Reaksi ini terjadi di stroma kloroplas. Reaksi terang telah menyediakan energi kimia pada stroma kloroplas

dalam bentuk ATP dan NADPH. Energi ini akan digunakan untuk menghasilkan glukosa, yaitu hasil akhir reaksi fotosintesis. Reaksi gelap memerlukan ATP, NADPH, CO₂, rangkaian enzim, serta kofaktor yang dapat ditemukan pada stroma kloroplas. Reaksi ini dijelaskan pertama kali oleh *Melvin Calvin dan Andrew Benson*. Oleh karena itu, reaksi ini disebut juga siklus *Calvin-Benson*.

siklus *Calvin-Benson*



a) Fase fiksasi

Berdasarkan gambar tersebut, langkah pertama siklus *Calvin-Benson* adalah fiksasi CO₂ dari udara oleh ribulosa bifosfat (RuBP) dengan bantuan enzim rubisko. Fiksasi ini membentuk senyawa beratom C₆. Hasil yang tidak stabil tersebut dipecah menjadi 2 senyawa C₃ (3-fosfogliserat). Oleh karena itu, setiap 3 molekul CO₂ yang masuk akan menghasilkan enam molekul 3-fosfogliserat.

b) Fase reduksi

Pada fase reduksi, NADPH mereduksi 3-fosfogliserat menjadi 3-fosfogliseraldehid (G3P) dengan bantuan ATP. Untuk membuat 1 molekul G3P, siklus tersebut memerlukan atom karbon dari tiga molekul CO₂. Sebenarnya siklus ini mengambil satu karbon setiap satu siklusnya. Namun pada awal reaksi, digunakan 3 molekul CO₂ sehingga satu siklus reaksi ini menghasilkan 1 molekul G3P utuh.

c) Pelepasan satu molekul G3P

Lima molekul G3P dari langkah kedua tetap berada dalam siklus. Satu molekul G3P yang dilepaskan dari siklus merupakan hasil bersih fotosintesis. Sel tumbuhan menggunakan dua molekul G3P untuk membentuk satu molekul glukosa.

d) Fase regenerasi RuBP

Rangkaian reaksi kimia menggunakan energi ATP untuk menyusun kembali atom pada lima molekul G3P (total 15 atom C). Hal tersebut untuk membentuk tiga molekul RuBP yang akan digunakan kembali dalam siklus *Calvin-Benson*.

e. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Fotosintesis

Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi fotosintesis padatumbuhan. Faktor tersebut dapat dikelompokkan menjadi faktor genetis dan faktor lingkungan. Faktor genetis menentukan sifat dasar fotosintesis suatu tumbuhan. Faktor genetis mengatur lebar daun, jumlah daun, serta konsentrasi klorofil suatu tumbuhan. Faktor lingkungan memengaruhi fotosintesis suatu tumbuhan sehingga daun tumbuhan dari spesies yang sama dapat

memiliki laju fotosintesis yang berbeda. Faktor lingkungan dapat memengaruhi fotosintesis tumbuhan, di antaranya sebagai berikut.

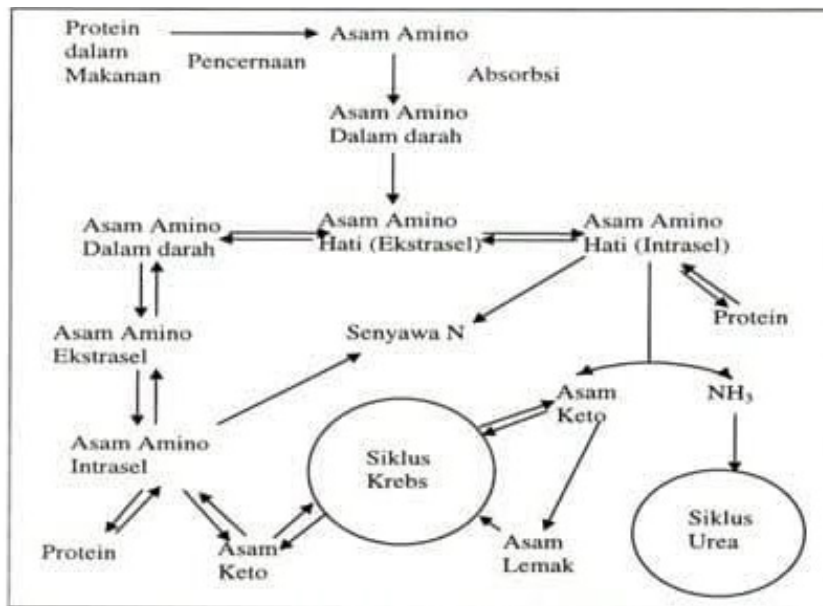
- 1) Faktor cahaya, sangat mempengaruhi fotosintesis. Jika tidak terdapat cahaya, fotosintesis tidak terjadi. Ketika cahaya mulai tampak dan intensitasnya semakin naik, fotosintesis pun mulai terjadi dan lajunya naik seiring intensitas cahaya. Laju intensitas maksimum umumnya terjadi mendekati tengah hari. Ketika cahaya matahari bersinar sangat terang.
- 2) Faktor suhu, memengaruhi fotosintesis dengan adanya rentang suhu optimal bagi fotosintesis. Suhu optimal tersebut berkisar antara 28–30°C. Fotosintesis umumnya tidak dapat berlangsung pada suhu di bawah 5°C dan di atas 50°C.
- 3) Konsentrasi CO₂, pada tingkat di bawah 0,15 % dapat meningkatkan laju fotosintesis. Akan tetapi, jika konsentrasi CO₂ 0,15% atau lebih, stomata akan menutup dan fotosintesis terhenti. Bahkan pada beberapa tumbuhan, konsentrasi CO₂ di atas normal (0,04%) tidak lagi meningkatkan laju fotosintesis.
- 4) Ketersediaan air berperan dalam fotosintesis. Fotosintesis dapat terhenti jika tidak tersedia air yang menyebabkan stomata menutup dan menghentikan laju fotosintesis.
- 5) Ketersediaan nutrisi, berhubungan dengan pembentukan klorofil serta faktor enzim-enzim fotosintesis. Jika nutrisi tersebut tidak tersedia dapat menghambat fotosintesis.

5. Mampu Mengetahui Metabolisme Protein

Protein dalam sel hidup terus menerus diperbaharui melalui proses pertukaran protein, yaitu suatu proses berkesinambungan yang terdiri atas penguraian protein yang sudah ada menjadi asam amino bebas dan resintesis selanjutnya dari asam-asam amino bebas menjadi protein. Dalam tubuh sekitar 1-2 % protein mengalami peruraian setiap hari. Sekitar 75- 80 % dari asam amino yang dibebaskan akan digunakan kembali untuk sintesis protein yang baru. Nitrogen sisanya akan dikatabolisasi menjadi urea (pada mamalia) dan kerangka karbon bagi senyawa-senyawa amfibolik.

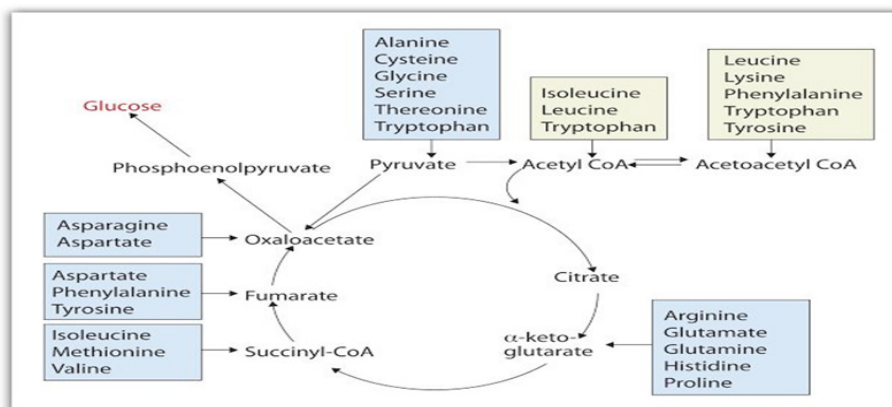
Untuk mempertahankan kesehatan, manusia memerlukan 30- 60 g protein setiap hari atau ekuivalen dalam bentuk asam amino bebas. Secara umum metabolisme protein Asam-asam amino yang berlebih tidak akan disimpan, tetapi diuraikan dengan cepat. Di dalam sel, protein akan diuraikan menjadi asam-asam amino oleh protease dan peptidase. Protease intrasel akan memutus ikatan peptida internal protein sehingga terbentuk senyawa peptida.

Selanjutnya, oleh peptidase, peptida tersebut akan diuraikan menjadi asam-asam amino bebas. Endopeptidase akan memutus ikatan peptida internal sehingga terbentuk peptida-peptida yang lebih pendek, selanjutnya amnopeptidase dan karboksipeptidase akan membebaskan asam-asam amino masing-masing dalam gugus terminal-N dan -C pada peptida-peptida tersebut. Penguraian protein seperti yang disebutkan di atas adalah untuk protein ekstrasel dan intrasel yang mana penguraiannya tidak memerlukan ATP. Untuk protein yang berusia pendek dan yang abnormal penguraiannya terjadi pada sitosol dan memerlukan ATP atau ubikuitin. Asam amino yang terbentuk dari katabolisme protein ini akan dimetabolisasi menjadi ammonia dan kerangka karbon. Selanjutnya kerangka karbon akan ikut dalam siklus asam sitrat (TCA) dan glukoneogenesis. Sedangkan ammonia akan mengalami sintesis membentuk urea atau membentuk asam amino baru.



Hanya sedikit organisme yang dapat mengubah nitrogen bebas (N₂) menjadi senyawa biologis yang berguna seperti NH₃, oleh karenanya organisme umumnya menggunakan nitrogen dari asam amino. Pada umumnya, asam amino dimetabolisasi di hepar. Ammonia yang dihasilkan didaur ulang dan digunakan untuk bermacam-macam proses biosintesis, kelebihanannya akan dibuang sebagai urea.

Kelebihan ammonia yang dihasilkan oleh jaringan ekstrahepatik akan diangkut ke hepar (dalam bentuk gugus amino) untuk diubah menjadi senyawa yang bisa diekskresi. Di dalam katabolisme ini, asam amino glutamat dan glutamin berperan penting, Gugus amino dari asam amino akan dialihkan ke keto glutamat membentuk glutamat (terjadi disitosis). Selanjutnya, glutamat akan diangkut ke mitokondria dan gugus amino dilepaskan berupa NH₄. Kelebihan ammonia jaringan lain akan diubah menjadi glutamin lalu diangkut ke mitokondria hepar. Kelebihan gugus amino di jaringan otot dialihkan ke piruvat, karenanya piruvat berubah menjadi alanin yang selanjutnya akan dibawa ke mitokondria hepatosit untuk dilepas gugus NH₄. Manusia merupakan makhluk ureotelik artinya dapat mengubah nitrogen asam amino menjadi urea yang tidak toksik dan mudah larut dalam air. Biosintesis urea (Gb.2.4) dibagi menjadi 4 tahap: (1), Transaminasi, (2), Deaminasi oksidatif, 3) Pengangkutan ammonia dan (4) Reaksi siklus urea. Asam-asam amino yang telah kehilangan gugus amino, kerangka karbonnya akan mengikuti siklus glukoneogenesis. Asam-asam amino yang demikian ini disebut sebagai asam amino glukogenik (ala, ser, cys, gly, thre, glu, arg, pro, his, val, meth, dan asp)



6. Mampu Mengetahui Metabolisme Lemak

a. Absorpsi Lemak pada Tractus Digestivus

Lipida yang terdapat dalam makanan terutama berupa triasilgliserol /trigliscrida (TG), di samping kolesterol dan lipida- lipida lainnya. Di sini hanya disinggung mengenai absorpsi TG; Absorpsi kolesterol akan dibicarakan pada metabolisme kolesterol (Stryer., 1996). Untuk pencernaan dan absorpsi lipida mutlak diperlukan asam-asam (garam-uaram) empedu yang mengemulsifikasikan lipida dalam traktus digestivus dan melarutkannya dalam misel yang dibentuk oleh asam-asam (garam-garam empedu tersebut). Mula-mula enzim lipase pankreas menghidrolisis ikatan ester asam-asam lemak (\square -TG) menghasilkan 2-monoasil gliserol yang sebagian diabsorpsi ke dalam sel epitel mukosa intestinum. Sisa dan 2-monoasil gliserol yang tidak diabsorpsi diisomersasikan menjadi 1-monoasil-gliserol. Sebagian kecil 1-monoasil gliserol diabsorpsi dan sisanya dihidrolisis lebih lanjut oleh lipase pankreas menghasilkan gliserol (Stryer,1966). Sintesis de novo adalah pembentukan asam lemak (palmitat) dari asetil KoA Asetil-KoA ini berasal dari glikolisis (Embden- Meyerhof) dan dari katabolisme asam-asam amino. Sintesis de novo terjadi terutama di dalam hati untuk kemudian sebagian besar diangkut dan disimpan dalam jaringan lemak dalam bentuk trigliserida (Murray,K., 2002).

1) Sistem Pemanjangan rantai

Tubuh memerlukan bermacam-macam asam lemak, dengan jumlah atom-C dan derajat kejenuhan yang berbeda-beda. Berbagai asam lemak ini selain diperoleh dari makanan yang disintesis di dalam tubuh sendiri dari asam palmitat yang dihasilkan sintesis de novo, atau dari asam-asam lemak yang lain (Murray,K., 2002). Tubuh manusia memiliki 2 sistem untuk pemanjangan rantai asam lemak:

a) Sistem pemanjangan rantai pada mikrosom

Reaksinya mirip dengan sintesis de novo. Hanya saja di sini enzim-enzim tidak membentuk kompleks multi enzim. Karena itu, senyawa-senyawa antara yang terbentuk selama reaksi tidak terikat pada ATP, melainkan bersenyawa dengan koenzim-A. Seperti sintesis de novo, penambahan unit-unit dengan 2 atom berasal dari malonat dan donor hidrogen untuk reaksi reduksi adalah NADPH. .

b) Sistem pemanjangan rantai mitokondria

Di samping lokasinya yang sama, reaksinya mirip dengan kebalikkan oksidasi- \square . Sebagian dari enzim-enzim yang berperan di dalamnya merupakan enzim-enzim dari proses oksidasi beta. Hanya saja di sini sebagai donor hidrogen dipakai NADPH. Untuk mereduksi senyawa \square,\square -unsaturatet asil-KoA dan NADH untuk mereduksi \square -ketoasil-KoA. Berlainan dengan sintesis denovo dan pemanjangan rantai pada mitokondria memakai asetil-KoA sebagai penambah 2 atom C.

b. Sintesis asam lemak tak jenuh (Desaturasi)

Dalam tubuh, asam lemak jenuh, selain diperoleh dari makanan, juga dapat disintesis dari asam lemak jenuh. Proses dikatalisis oleh serangkaian enzim yang dikenal sebagai sistem desaturasi asam lemak, yang terdapat pada mikrosom. Ikatan rangkap yang pertama selalu terbentuk di antara atom C-9 dan atom C-10. Pada mammalia sistem enzim desaturasi hanya bekerja pada asam-asam lemak dengan 16 atau atom C. Asam lemak monoenoat (= monounsaturated: asam lemak dengan 1 ikatan rangkap) tersebut selanjutnya dapat pula disintesis, dengan sistem enzim yang sama, menjadi asam lemak polienoat, dengan penambahan satu atau beberapa ikatan rangkap lagi. Ikatan rangkap kedua dan seterusnya

tersebut, pada hewan selain terbentuk kearah gugus karboksil, dengan jarak 3 atom C dari ikatan rangkap yang sebelumnya (pada tumbuh-tumbuhan, penambahan ikatan rangkap dapat terjadi karah gugus karboksil maupun kearah atom C-□). Akibatnya, selalu terbentuk asam polienoat dengan pola sbb: CH₃.- C = C - C - C = C - COOH. Ikatan rangkap yang terbentuk juga selalu dalam konfigurasi cis (Glenn,G., 2004).

1) Asam-asam Lemak Esensial

Beberapa asam lemak polienoat yang tak dapat disintesis dalam tubuh ternyata diperlukan oleh tubuh dan kekurangan asam- asam lemak tersebut dalam makanan dapat menimbulkan gejala- gejala defisiensi. Oleh karena itu, asam-asam lemak tersebut disebut sebagai asam-asam lemak esensial. Asam-asam lemak tersebut adalah asam lemak Imolenat (18:3 □-6), yang diperlukan tubuh untuk bahan bakar sintesis prostaglandin, untuk memelihara fungsi reproduksi yang normal, dan untuk menyusun membran sel dan lipoprotein (asam-asam lemak esensial ini diesterifikasi pada lipida-lipida penyusun membran sel dan lipoprotein).

2) Prostaglandin

Prostaglandin adalah golongan senyawa derivat asam polienoat yang mengalami siklisasi, yang memiliki sifat-sifat mirip hormon. Golongan senyawa ini sangatlah poten, dengan kadar yang sangat kecil saja telah dapat menunjukkan efeknya. Sampai saat ini ditemukan 14 prostaglandin, yang masing-masing dapat menunjukkan efeknya sendiri-sendiri pada berbagai fungsi faali tubuh, yang kadang-kadang saling bertentangan satu dengan yang lain. Akan tetapi, pada umumnya prostaglandin mempengaruhi kontraktilitas otot polos (Glenn, Groston, 2004).

Penggunaan medisnya, antara lain adalah untuk abortus (terapeutik), induksi persalinan, kontrasepsi, pengobatan tekanan darah tinggi, pengobatan serangan asthma bronchiole dll. Dalam garis besarnya ada 3 seri prostaglandin, yakni Seri PG1 (mis. PGE1 dan PGF1) yang disintesis linoleat, PG2 (mis. PGE2 dan PGF2) yang disintesis oleh arakhidonat dan PG3 (mis PGE3 dan PGF3) derivatnya linolenat. Tiga jalur prostaglandin (eikosapentaenoat) dari jalur siklooksigenase (Glenn, Groston, 2004).

Metabolisme Jaringan Lemak Jaringan lemak yang terdiri atas sel-sel adiposit, mempunyai peranan khusus dalam metabolisme lipida, yakni menyimpan TG sebagai bahan bakar cadangan yang sewaktu-waktu dapat diubah menjadi energi pada saat-saat dibutuhkan. Di samping itu, jaringan lemak juga berperan penting dalam mengatur metabolisme hati dan jaringan ekstrahepatik. Trigliserida (TG) disimpan dalam jaringan lemak disintesis dari asil-KoA yang diaktivasi dari asam-asam lemak Asam-asam lemak ini berasal dari asam lemak dalam TG yang disintesis di hati dan diangkut dalam VLDL, dan dari hasil lipogenesis dalam jaringan lemak.

Metabolisme pada jaringan adiposa Contoh keadaan mobilisasi asam lemak adalah bila dalam keadaan puasa (kelaparan), kadar glukosa darah menurun, hal ini menyebabkan berkurangnya sekresi insulin oleh pankreas. Sebaliknya, sekresi glukagon meningkat. Berkurangnya kadar glukosa dan insulin dalam darah mengakibatkan turunya jumlah glukosa yang masuk ke dalam adiposit, hingga menurunkan pembentukan gliserol-3-phospat (Murray, K., 2002).

Ketogenesis Selain disintesis sendiri, asam-asam lemak dalam hati juga diperoleh dan proses mobilisasi dari jaringan lemak. Asam-asam lemak yang masuk ke hati ini,

di dalam hati dapat mengalami beberapa kemungkinan (.Sebagian akan diesterifikasi sebagian lagi mengalami oksidasi -□ menghasilkan asetil-KoA (energi). Asetil KoA yang terbentuk dioksidasi lebih lanjut dalam siklus TCA. Akan tetapi, pada hati, sebagian asetil- KoA juga dapat membentuk senyawa-senyawa keton. Besarnya bagian asam lemak yang diesterifikasi dan alternatifnya, yang juga mengalami oksidasi-□, ternyata ditentukan oleh laju proses oksidasi-□ (Murray, K., 2002).

Bila karbohidrat (dan insulin) cukup sama-sama lemak dalam hati terutama diesterifikasi dan hanya sedikit saja yang mengalami oksidasi-□. Hal ini karena pada keadaan ini mobilisasi asam lemak dari jaringan lemak hanya sedikit. Maka, asam lemak yang masuk ke dalam hati pun sedikit. Dengan demikian, jumlah asil-KoA (rantai panjang) juga sedikit, sehingga hambatan terhadap aktivitas asetil-KoA karboksilase hanya sedikit/kecil lihat kuliah metabolisme jaringan lemak dan pengendalian lipogenesis. Akibatnya, lipogenesis berjalan baik. Juga, kadar insulin yang tinggi pada keadaan ini memacu lipogenesis, karena mengaktifkan asetil-KoA karboksilase (Murray, K., 2002).

Ketosis Dalam keadaan normal kadar senyawa-senyawa keton dalam darah tidak melebihi 1 mg/dL. Pada waktu puasa/dalam keadaan kelaparan dan pada keadaan lain di mana terjadi peningkatan kadar asam lemak dalam darah seperti pada diet tinggi lemak dan pada kegiatan jasmani yang berat tanpa disertai suplai karbohidrat yang cukup, produksi senyawa-senyawa keton meningkat. Hal yang sama bisa dijumpai pada keadaan-keadaan patologis tertentu seperti diabetes melitus. Keadaan di mana kadar senyawa- senyawa keton dalam darah meningkat melebihi 1 mg/dL ini disebut ketonemia. Peningkatan kadar senyawa-senyawa keton dalam darah ini diimbangi oleh bertambahnya oksidasi senyawa- senyawa tersebut oleh jaringan ekstra hepatic. Bila produksinya semakin bertambah sampai mencapai 70 g/dL maka kapasitas oksidasi dari jaringan-jaringan ekstra hepatic tersebut tidak dapat ditingkatkan lagi, sehingga peningkatan lebih lanjut produksi senyawa-senyawa keton akan sangat meningkatkan kadarnya dalam darah (Murry, K., 2002).

Perlemakan Hati Dalam keadaan normal, TG yang disintesis di dalam hati segera digabungkan dengan senyawa-senyawa lain membentuk VLDL dan dikeluarkan ke sirkulasi, menuju jaringan tubuh. Dengan demikian, tidak ada TG yang ditimbun di dalam hati (bandingkan dengan TG dalam jaringan lemak). Akan tetapi, pada beberapa keadaan tertentu, oleh sesuatu sebab, TG dapat mengumpul di dalam hati dan ditimbun dalam sel-sel parenchym hati. Keadaan ini disebut sebagai perlemakan hati. Bila keadaan ini berlangsung kronis, sebagian sel parenchym hati rusak dan diganti oleh jaringan ikat, terjadi cirrhosis (Murry, K., 2002).

Kategori Perlemakan hati ada 3 golongan, yaitu :

- a) Perlemakan hati yang berhubungan dengan kadar asam lemak yang tinggi dalam darah, ini terjadi karena esterifikasi asam lemak menjadi TG, di dalam hati (berasal dari lipogenesis karena asam lemak yang berasal dari mobilisasi tidak mencukupi), TG yang dibentuk dikeluarkan bersama VLDL (Very Low Density Lipoprotein). Pembentukan VLDL tak dapat mengimbangi sintesis TG ini, sehingga sebagian TG tak dapat di transport, dan ditimbun dalam sel- sel paranchym.

- b) Perlemakan hati yang terjadi akibat gangguan pembentukan lipoprotein. Pada keadaan ini, walaupun sintesis TG normal, terjadi penumpukan TG dalam hati akibat terganggunya pembentukan lipoprotein atau terganggu sekresinya ke sirkulasi, sebab-sebabnya.
- (1) Gangguan sintesis apoprotein, misalnya pada pemberian antibiotika puromisin yang berlebihan, keracunan karbon tetraklorida, kloroform atau etionin.
 - (2) Gangguan sintesis fosfolipid, misalnya pada: Defisiensi faktor lipotropik: terdapat 3 faktor lipotropik, yaitu kolin, metionin dan betain. Kolin penting untuk membentuk phospholipid penyusun membran sel membran organel dalam sel, termasuk retikulum endoplasma, tempat VLDL disintesis. Kolin dapat disintesis dari etanolamin dengan cara mediasi menggunakan metionin, menggunakan betain (lihat: metabolisme asam amino).
Kurangnya asam lemak esensial: asam lemak esensial dibutuhkan untuk sintesis phospholipida. Kadar kolesterol yang tinggi ini dikarenakan pengambilan sebagian asam-asam lemak esensial untuk diesterifikasi pada molekulnya, hal inilah yang menyebabkan terjadinya perlemakan hati.
 - (3) Gangguan penggabungan apoprotein dengan lipida- lipida pembentuk VLDL, terjadi misalnya akibat keracunan karbon tetraklorida. Di sini, kelainannya terletak pada proses perakitan (assembling) VLDL dari komponen-komponennya.
 - (4) Gangguan mekanisme sekresi VLDL, misalnya karena keracunan karbon tetraklorida Atau asam orotat. VLDL yang sudah terbentuk tidak dapat dikeluarkan ke sirkulasi, sehingga menumpuk di dalam sel parenchym hati.
- c) Perlemakan hati yang terjadi pada alkoholisme.
- Ini terjadi pada pengkonsumsian alkohol dalam jumlah banyak dan waktu yang lama, sehingga menghambat oksidasi- \square (sebagian asam lemak di hati diesterifikasi membentuk TG). Kolesterol merupakan salah satu bahan utama penyusun membran sel, sangat vital perannya dalam menentukan kelangsungan hidup dan pertumbuhan sel-sel tubuh. Selain itu, kolesterol juga ikut menyusun partikel lipoprotein (VLDL, LDL, IDL, HDL, kilomikron) di samping merupakan prekursor bagi hormon-hormon steroid dan asam-asam empedu (Agbaga, et.al. 2010).

Namun, kolesterol ini banyak dipermasalahkan karena hubungannya dengan beberapa keadaan patologis, seperti aterosklerosis dan batu empedu. Walaupun diperlukan bagi berbagai kebutuhan seperti diterangkan sebelumnya, ternyata kolesterol tidak mutlak harus diperoleh dari bahan makanan, sebab tubuh dapat mensintesis sendiri kolesterol yang dibutuhkannya, akan tetapi makanan kita sehari-hari sedikit banyak, mengandung kolesterol (kecuali orang vegetarian). Jadi, kolesterol tubuh, di samping disintesis sendiri (kolesterol endogen), juga diperoleh dari diet (kolesterol eksogen).

7. Mampu Mengetahui Keterkaitan Metabolisme Karbohidrat, Lemak, dan Protein

a. Keterkaitan Antara Anabolisme dengan Katabolisme Karbohidrat

Anabolisme merupakan proses pembentukan senyawa kompleks dari senyawa sederhana dengan memerlukan energi. Jadi, reaksi anabolisme bersifat endergonik. Sementara itu, katabolisme merupakan proses pemecahan atau penguraian senyawa kompleks menjadi

senyawa yang lebih sederhana dengan membebaskan energi. Jadi, reaksi katabolisme bersifat eksergonik. Salah satu proses anabolisme yaitu sintesis atau pembentukan karbohidrat melalui fotosintesis yang terjadi pada tumbuh-tumbuhan. CO₂ dan H₂O, dalam reaksi ini, dengan bantuan energi cahaya diubah menjadi karbohidrat yang di dalamnya mengandung energi dalam bentuk ikatan kimia. Sementara itu dalam sel-sel makhluk hidup, karbohidrat (dalam hal ini glukosa) akan mengalami serangkaian reaksi respirasi sehingga dihasilkan energi. Selain dibebaskan energi, reaksi pemecahan (katabolisme) glukosa ini juga menghasilkan CO₂ dan H₂O.

b. Keterkaitan Metabolisme Karbohidrat, Lemak, dan Protein

Karbohidrat bukanlah satu-satunya zat makanan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Zat makanan lain, seperti lemak dan protein dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Tentu saja tahap-tahap reaksinya tidak sama dengan metabolisme karbohidrat. Hidrolisis lemak menghasilkan asam lemak dan gliserol. Asam lemak akan mengalami beta-oksidasi menjadi asetil Co-A. Selanjutnya, asetil Co-A akan memasuki daur atau siklus Krebs. Sementara itu, gliserol akan diubah menjadi senyawa fosfogliseraldehid (G3P) agar dapat memasuki reaksi glikolisis. Bagaimana jika protein digunakan sebagai sumber energi?

Protein yang memiliki sistem pencernaan akan dipecah oleh enzim protease menjadi asam amino. Selanjutnya, asam amino mengalami reaksi deaminasi sehingga dihasilkan NH₃ atau gugus amin dan asam keto. Pada mamalia dan beberapa hewan pada umumnya, gugus Amin atau NH₃ diubah menjadi urea dan dikeluarkan sebagai urine. Sementara itu, asam keto dapat memasuki reaksi glikolisis atau daur Krebs.

8. Mampu Mengetahui Kelainan Metabolisme

Kelainan pada Metabolisme

a. Galaktosemia

Galaktosemia (kadar galaktosa yang tinggi dalam darah) biasanya disebabkan oleh kekurangan enzim galaktose 1-fosfat uridil transferase. Kelainan ini merupakan kelainan bawaan. Sekitar 1 dari 50.000-70.000 bayi terlahir tanpa enzim tersebut. Pada awalnya mereka tampak normal, tetapi beberapa hari atau beberapa minggu kemudian, nafsu makannya akan berkurang, muntah, tampak kuning (jaundice) dan pertumbuhannya yang normal terhenti. Hati membesar, di dalam air kemihnya ditemukan sejumlah besar protein dan asam amino, terjadi pembengkakan jaringan dan penimbunan cairan dalam tubuh.

b. Glikogenesis

Glikogenesis (Penyakit penimbunan glikogen) adalah sekumpulan penyakit keturunan yang disebabkan oleh tidak adanya 1 atau beberapa enzim yang diperlukan untuk mengubah gula menjadi glikogen atau mengubah glikogen menjadi glukosa (untuk digunakan sebagai energi).

Pada glikogenesis, sejenis atau sejumlah glikogen yang abnormal diendapkan di dalam jaringan tubuh, terutama di hati. Gejalanya timbul sebagai akibat dari penimbunan glikogen atau hasil pemecahan glikogen atau akibat dari ketidakmampuan untuk menghasilkan glukosa yang diperlukan oleh tubuh. Usia ketika timbulnya gejala dan beratnya gejala bervariasi, tergantung kepada enzim apa yang tidak ditemukan.

c. Penyakit Fenilketonuria

Fenilketonuria adalah suatu penyakit metabolisme dari salah satu jenis asam amino pembentuk protein yaitu, fenilalanin yang menyebabkan gangguan pertumbuhan dan retardasi mental. Fenilketonuria merupakan penyakit dimana penderita tidak dapat memetabolisme fenilalanin secara baik karena tubuh tidak mempunyai enzim yang mengoksidasi fenilalanin menjadi tirosin dan bisa terjadi kerusakan pada otak anak. Oleh karena itu orang tersebut perlu mengontrol asupan fenilalanin ke dalam tubuhnya. Penyakit ini tidak pernah ditemukan di Indonesia, tetapi pada orang kulit putih, itupun hanya terjadi satu banding 15.000 ribu orang.

d. Penyakit Histidinemia

Histidinemia merupakan kondisi yang diwariskan ditandai dengan darah tinggi tingkat asam amino histidin, sebuah blok bangunan protein paling. Histidinemia disebabkan oleh kekurangan (defisiensi) dari enzim yang memecah histidin.

Kelebihan lemak (Obesitas)
Kalori yg dibutuhkan menurun, sehingga berat badan naik, meskipun diberi makan tidak berlebihan. Lemak ditimbun pada jaringan subkutis, jaringan retroperitoneum, peritoneum, omentum, pericardium, pankreas. Obesitas akan memperberat hipertensi, diabetes, penyakit jantung.

C. Rangkuman

Metabolisme adalah seluruh reaksi biokimia yang bertujuan untuk mempertahankan kehidupan yang terjadi di dalam suatu organisme. Reaksi kimia terjadi akibat interaksi spesifik secara teratur antara molekul-molekul di dalam lingkungan sel beserta dengan perubahannya. Sel akan berhenti bekerja jika metabolisme tidak berlangsung di dalam tubuh. Metabolisme juga berperan melakukan detoksifikasi. Jenis reaksi yang terjadi selama proses metabolisme terbagi menjadi katabolisme dan anabolisme. Proses metabolisme memerlukan bantuan enzim sebagai aktivator. Tiga tujuan utama metabolisme yaitu mengonversi makanan menjadi energi untuk menjalankan proses pada tingkat seluler, mengonversi makanan menjadi bahan baku penyusun protein, lipid, asam nukleat dan beberapa jenis karbohidrat, serta mengeliminasi limbah metabolik.

Reaksi-reaksi yang dikatalisis enzim ini memungkinkan organisme untuk tumbuh, bereproduksi, mempertahankan struktur, dan merespons lingkungannya (kata metabolisme dapat diartikan sebagai semua reaksi kimia yang terjadi pada organisme hidup yang termasuk di antaranya pencernaan dan perpindahan zat di dalam dan di antara sel yang berbeda. Kelompok reaksi di atas yang terjadi pada tingkat sel dapat dikenal dengan nama metabolisme perantara atau metabolisme intermediet). Reaksi kimia pada proses metabolisme terbagi atas beberapa lintasan metabolis, di mana satu senyawa dapat berubah melalui beberapa proses menjadi senyawa lain. Tiap proses difasilitasi dengan enzim yang bersifat spesifik. Setelah mempelajari semua metabolisme sel hidup yang secara menyeluruh, maka dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu karbohidra, Protein, dan lemak, maka dapat disimpulkan:

1. Metabolisme Karbohidrat berubah menjadi glukosa, fruktosa, dan galaktosa yang merupakan produk pencernaan untuk memberi pada jaringan melalui proses glikolisis, glikogenesis, glikogenosis, dan glukoneogenesis melalui asetil- KoA proses lanjut ke siklus krebs untuk melayani jaringan ekstrahepatik.

2. Pada metabolisme Protein akan terurai menjadi asam amino, jika asam amino berlebihan, maka kerangka karbonnya akan dikatabolisasi menjadi intermediet amfibolik untuk digunakan sebagai sumber energi. Di mana enam asam amino membentuk piruvat, dua belas asam amino membentuk asetil-KoA akhirnya ke siklus krebs yang sebelumnya sudah terurai menjadi dua bagian urea untuk ke siklus urea, dan bagian yang menuju jaringan protein.
3. Lipid/Lemak mengalami lipogenesis akan terurai menjadi gliserol, dan asam lemak. Asam lemak esensial, yaitu eikosanoat akhir-akhir ini secara fisiologis dan farmakologis seperti prostaglandin, tromboksan, dan leukotrien.

D. Tugas

1. Sebutkan Pengertian metabolisme ?
2. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Anabolisme dan Katabolisme ?
3. Sebutkan secara singkat proses pembentukan energy ?
4. Bagaimana cara mempertahankan metabolisme tubuh ?
5. Sebutkan Kelainan pada Metabolisme ?

E. Daftar Pustaka

- Akhadi, Mukhlis. 2022. *Nuklir untuk ketahanan dunia*. Yogyakarta : penerbit deepublish
- Avivi Sholeh. 2021. *Fisiologi dan Metabolisme Benih*. Kalimantan. Percetakan Universitas Jember
- Baenrends, R.J.S. et al. 2000. *A stretch of positively charged Amino Acids at the N terminus Hansenula polymorpha PeX3p is involvd in Corporation of the Protein into the Peroxisomal Membran.*, Journal. Biochemistry 275 :9986 – 95.
- Bonetti PO, Lerman LO, Lerman A., 2003. *Endothelial Dysfunction Moleculer Biology of the Cell, Garland Science, UK., 4th, edition, hal:1279- 1280.*
- Brosnan, J.T. 2000. *Glutamat, at the interfoce between Amino Acid and Carbohydrate Metabolism, J. Nutritioan 130(Supl 9885-905).*
- Campbell, Neil A. 2010. *Biologi jilid 1 edisidelapan*. Jakarta : Erlangga
- Chen, S., Segal, M., Argawal, A., 2004. *Lumen Digestion Technique for Isolation of Aortic Endothel cells from Heme Oxygenase- I Knoukout Mice*. Bio Techniques, 37(1):84 –86.
- Clempus, P.M., Griending, K.K., 2006. *Reactive Oxygen Species Signaling in Vascular Smooth Muscle Cells. Cardiovascular Research, 71:216-225.*
- Coico, R., Li, Sunshine, J., Benyamin, E. 2003. *Element of innate and acquired immunity Immunology. In: immunology. A Short Course, 5th ed. New jersey, John Wiley & Sons p: 11 – 26.*
- Corey, E.J. 2002. *Short Syntheses of Π -Humulun Utilition of Four- Component Assembly and Palladium-Medium-Mediated Cyclization.*, Organic Letter 4 (14): 2241-244. doi :10.1021/ o 1026205p. PMID 12098267.
- Cook-Mills, J.M., Marschese, M.E., Abdala-Valencia, H., 2011. *Vascular cell Adhesion Molecul-1 Expression and Signaling During Disease: Regulating by Reactive Oxygen Species and Antioksidans. Antioksidan and Redox signaling, 00 (00): 1255-1262.*
- Droge, W. 2002. *Free Radicals in the Physiological Control of Cell Function. Physiolocal Review 82(2): 395-403.*
- Duke, J. 2005. *Phytochemical and Etnobotanical Database, Maryland Beltsuille Algricatural Reaseach center.*
- Friedman, M. 2002. *Tomato Glycoalkaloid: Role in Plant and in the Diet.*, J. Algriculture Foof Chem, 50:5751 – 75.

- Giannoudis,P.V.,Hildebrand,F.,Pape,H.C.2004.*In ammatoryserum markers in patient with multiple trauma: Can They Predict Outcome ? a Safe and Effective Insulin Infusion Protocol in a Medical Intensive Care Diabetes Care* 27 : 461 -467.
- Goldberg, A.C.2008. *Dyslipidemia (Hyperlipidemia)*.The merck Manuals America
- Han, X., Shen,T., and Lou,H., 2007. *Dietary Polyphenal and Their Biological Signi cance. IntJ. Mol.Scei*,8:950 – 988.
- Han,K.H.,Matsumoto,A.,Shimada,K.,Sekikawa,M.,Fukushima, M.,2007.*Effect of Anhocyanin – rich purple potato akes on antioxidant in F344 rats fes a cholesterol-rich diet. Br.J.Nutr.*98(5):914-921.
- Han. S. N., Leka, L. S., Lichtenstein, A. H., Ausman, L. M., Schaefer, E. J., and Meydani, S. N. 2002. *Effect of Hydrogenated and Saturated, Relative to Polyunsaturated, Fat on Immune and Inflammatory Responses of Adults with Moderate Hypercholesterolemia. Journal of Lipid Research.* 43(3): p. 445-52.
- Herrmann,J.,Sagunet,A.M.,Versari, D.,Peterson, T.E., Chade,A., Olson,M., Lerman, L.O., Lerman,A.2007. *Chronic Proteosome Inhibition Contributes to Coronary Atherosclerosis. Circulation Research*, 101 :865 -874.
- http://file.upi.edu/Direktori/FPOK/JUR._PEND._OLAHRAGA/196106121987031-SUCIPTO/Sistem_Energi.pdf
- Hyman Mark.2006.Ultra Metabolisme.Yogyakarta.B-First
- Hosoya,T.,Maruyama,A.,Kang,M.I.,Kawatani,Shibata,T.,Uchi da,K.,Itoh,K.,Yamamoto,M.,2005. *Differential Response of the Nrf2 – Keap1 system to Laminar and Oscillatory Shear Stresses in Endothelial cells.*The journal of Biochemistry chemistry.280 (29):27244 -27250.
- Kamajaya.2008.*Fisika untuk Kelas XII Semester 1 SMA.*Bandung : Grafindo Media Pratama
- Khila Novi.2017.*Metabolisme Karbohidrat.*Malang.UB Press
- L.Wolke.Robert.2002. *Kalo Einstein jadi koki. Jakarta : PT Gramedia Pustaka utama*
- Misnadiarly.2007.*Obestitas sebagai faktor resiko beberapa penyakit.*Jakarta.Pustaka Obor Populer
- Oman. 2008. *Biologi.*Grafindo Media Pratama. Bandung.
- Poedjiadi, Supriyanti. 2007. *Dasar-dasarBiokimia.* Bandung: UI Press.
- Sari Wening Dkk.2008.*Care Yourself Hepatitis.*Jakarta.Penebar plus
- Sumbono Aung.2021.*Metabolisme Energi dan Obesitas.*Yogyakarta.Deepublish Publisher
- Suprayitno.Eddy.2017.*Metabolisme Protein.*Malang.UB Press
- Sri Purwo.2021.*Metabolisme Energi dan Regulasi Suhu Tubuh.*Jawa Timur.Airlangga University Press
- Syahrizal.dedy.2020.*Metabolisme dan Bioenergetika.*Banda Aceh.Syiah Kuala University Press
- Toha. 2001. *Biokimia, MetabolismeBiomolekul.* Bandung: Alfabeta.
- Wijaya.2007. *Aktif Biologi Pelajaran Biologi Untuk kelas XII SMA/MA.* Jakarta: GanecaExact
- Wijayanti.Novita.*Fisiologi manusia dan metabolisme zat gizi.*Malang.Universitas Brawijaya press
- Wirahadikusumah. 1985. *MetabolismeEnergi, Karbohidratdan Lipid.* Bandung: ITB.

F. Glosarium

- ACP : *Protein pembawaasil*
- Asil-Koa : *Suatu deviratAsil Koenzim-A.*
- ADH : *Alkohol Dehidrogenase*
- ADH : *Hormon Antidiuretik (Vasopresin)*
- ADP : *Adenosin Difosfat*
- ALT : *Alanin aminotransferase*

ATP	:Adenosin tripfosfat
c-AMP	:3, 5 -adenosin monofosfat siklik, AMP-siklik Sitidin difosfat
CoA	:KoenzimA
CoS-SH	: KoenzimA bebas
D-	: Dkstrorotorik
dATP	: Deoksiadenosin trifosfat
FAD	: Flavin adenosindinukleotida
FADH2	: Flavin adenin dinukleotida
FAD	: Flavinadenosin dinukleotida
FADH2	: Flavin adenin dinukleotida
FDA	: Food & Drug Administration
Glikolisis	: Tahap Katabolisme glukosa yang dipecah Menjadi dua molekul asam piruvat.
mRNA	:RNA messenger
NAD +	:Nikotinamid adenin dinukleotida(teroksidasi)
NADH	:Nikotinamid adenin dinukleotida (tereduksi).
NADP+	: Nikotinamid adenin dinukleotida fosfat (teroksidasi)
NADPH	:Nikotinamid adenin dinukleotida fosfat (tereduksi)
NDP	:(semua) Nukleosida difosfat
RNA	:Asam ribonukleat
rRNA	:RNA ribosom
tRNA	: RNA transfer

G. Riwayat Hidup



Miskiyah SKM, .M.Bmd Lahir di Tanjung Enim Ibu dari Innas khanifah dan Istri dari Evi Sutrisno. Penulis Pernah bekerja sebagai Bidan Desa dan Puskesmas pada Tahun 1993-2013, Pendidikan terakhir Penulis S2Magister Biomedik di Universitas Sriwijaya saat ini menekuni profesi sebagai Dosen Poltekkes Kemenkes Palembang Mempunyai Motto Jangan Lelah berbuat baik.

BAB XVII

ANATOMI SISTEM PANCA INDERA

Rika Hairunisyah, S.Si.T.M.Bmd

Pendahuluan

Setiap makhluk hidup di bumi diciptakan berdampingan dengan alam, karena alam sangat penting untuk kelangsungan makhluk hidup. Karena itu setiap makhluk hidup, khususnya manusia harus dapat menjaga keseimbangan alam. Untuk dapat menjaga keseimbangan alam dan untuk dapat mengenali perubahan lingkungan yang terjadi, Tuhan memberikan indera kepada setiap makhluk hidup. Indera ini berfungsi untuk mengenali setiap perubahan lingkungan, baik yang terjadi di dalam maupun di luar tubuh. Indera yang ada pada makhluk hidup, memiliki sel-sel reseptor khusus. Sel-sel reseptor inilah yang berfungsi untuk mengenali perubahan lingkungan yang terjadi. Berdasarkan fungsinya, sel-sel reseptor ini dibagi menjadi dua, yaitu interoreseptor dan eksoreseptor. Interoreseptor ini berfungsi untuk mengenali perubahan-perubahan yang terjadi di dalam tubuh. Sel-sel interoreseptor terdapat pada sel otot, tendon, ligamentum, sendi, dinding pembuluh darah dinding saluran pencernaan dan lain sebagainya. Sel-sel ini dapat mengenali berbagai perubahan yang ada di dalam tubuh seperti terjadi rasa nyeri di dalam tubuh, kadar oksigen menurun, kadar glukosa, tekanan darah menurun/naik dan lain sebagainya.

Eksoreseptor adalah kebalikan dari interoreseptor, eksoreseptor berfungsi untuk mengenali perubahan-perubahan lingkungan yang terjadi di luar tubuh. Yang termasuk eksoreseptor yaitu:

1. Indera penglihat (mata), indera ini berfungsi untuk mengenali perubahan lingkungan seperti sinar, warna dan lain sebagainya.
2. Indera pendengar (telinga), indera ini berfungsi untuk mengenali perubahan lingkungan seperti suara.
3. Indera pengecap (lidah), indera ini berfungsi untuk mengenali perubahan lingkungan seperti mengecap rasa manis, pahit dan lain sebagainya.
4. Indera pembau (hidung), indera ini berfungsi untuk mengenali perubahan lingkungan seperti mengenali/mencium bau. Kelima indera ini biasa kita kenal dengan sebutan panca indera.

A. Tujuan Pembelajaran

Adapun tujuan dari penulisan buku ini sesuai dengan rumusan masalah di atas adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bagaimana sistem indera penglihat (mata) pada manusia.
2. Untuk mengetahui bagaimana sistem indera pendengar (telinga) pada manusia.
3. Untuk mengetahui bagaimana sistem indera pengecap (lidah) pada manusia.
4. Untuk mengetahui bagaimana sistem indera pembau (hidung) pada manusia.

B. Materi

1. Indera Penglihat (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.

a. Bagian-Bagian Mata:

Alat tambahan pada mata terdiri dari alis, palpebra atau kelopak mata, bulu mata dan aparatus lakrimalis.

- 1) Alis mata, adalah rambut kasar yang terdapat di atas mata secara melintang dan tersusun rapi, alis mata ini berfungsi untuk memperindah dan melindungi mata dari keringat.
- 2) Kelopak mata, adalah bagian mata yang dapat digerakkan untuk membuka dan menutup mata. Kelopak mata ini ada bagian atas dan bagian bawah. Kelopak mata bagian atas mempunyai otot yang disebut *levator palpebrae* yang dapat menarik mata untuk terbuka, sedangkan kelopak mata bawah mempunyai otot orbikularis okuli untuk menutup mata.
- 3) Bulu mata, ialah bulu yang terletak pada ujung kelopak mata yang berfungsi untuk memperindah mata.
- 4) Aparatus lakrimalis, adalah saluran yang mengalirkan air mata menuju konjunktiva kelopak mata atas. Air mata ini berfungsi untuk membasahi dan membersihkan bola mata, kedipan mata pun dapat membantu penyebaran air mata. Sebagian air mata akan menguap dan sebagian lagi masuk ke dalam punkta lakrimalis di kelopak mata atas dan bawah di sudut dalam mata. Air mata ini mengalir ke kanalis lakrimalis dan bermuara di rongga hidung, maka apabila seseorang sedang menangis akan mengeluarkan cairan dari hidung.

b. Bola Mata

Bola mata manusia berbentuk bulat dan agak pipih dari atas ke bawah. Hal ini disebabkan oleh selama berhubungan sejak bayi bola mata selalu tertekan oleh kelopak mata atas dan bawah. Bola mata mempunyai diameter 24 – 25 mm, 5/6 bagiannya terbenam dalam rongga mata dan hanya 1/6 bagian yang tampak dari luar.

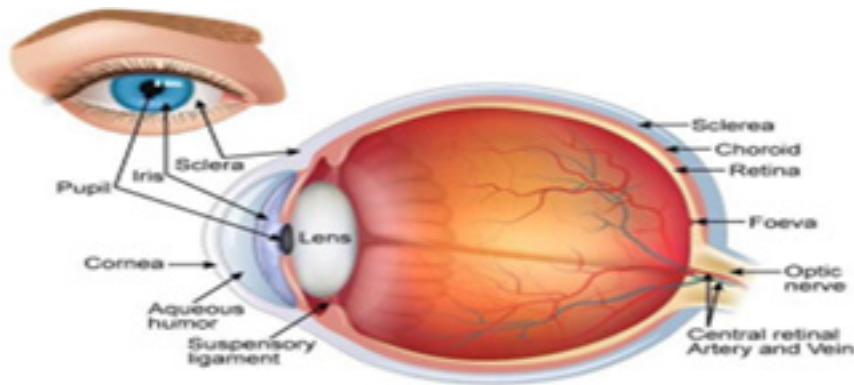
Bola mata dilindungi oleh pelupuk mata atas dan bawah. Untuk melihat mata dapat terbuka dan bila tidur mata akan menutup. Bola mata ini dapat bergerak ke kiri, ke kanan, dan ke bawah. Gerakan ini dilakukan oleh otot mata.

Bola mata ini terdiri dari dua lengkung lingkaran :

- 1) Lengkung lingkaran bahagian depan yang disebut kornea, bersifat transparan (bening) dan tembus cahaya.
- 2) Lengkung lingkaran bahagian belakang yang disebut jaringan pengikat atau padat tidak tembus cahaya dan berfungsi untuk penyokong bola mata yang disebut dengan *sclera*.

Bola mata dibagi dua oleh suatu sumbu yang disebut sumbu Anatomis (Anatomical Axis). Bila suatu cahaya masuk ke bola mata, cahaya tersebut tidak mengikuti sumbu anatomis, melainkan mengikuti suatu sumbu yang jatuh tepat pada bintik kuning. Sumbu tersebut dinamakan sumbu penglihatan (Visual axis). Sumbu anatomis dengan sumbu

penglihatan tidak berhimpitan, tapi keduanya perpotongan membentuk sudut penglihatan sebesar 1' (satu menit) dan disebut sumbu penglihatan Minimal. Pada mata normal dengan sudut 1' seseorang mempunyai sudut penglihatan secara jelas.



Gambar 3: Bagian-bagian Bola Mata

Bola mata itu adalah :

- 1) Selaput tanduk (kornea) yaitu selaput bening di bagian depan bola mata yang berguna untuk melewatkan cahaya yang masuk dari luar.
- 2) Selaput pelangi (iris) adalah bagian mata yang mengandung zat warna (hitam, cokelat, hijau, atau biru).
- 3) Anak mata (pupil) yaitu lubang pada bagian tengah iris yang berguna dalam mengatur besar kecilnya cahaya yang masuk.
- 4) Lensa mata, dapat menjadi cembung atau pipih berguna dalam mengatur pembentukan bayangan.
- 5) Selaput keras (sklera) yaitu bagian terluar dari bola mata yang berguna untuk melindungi bagian dalam bola mata.
- 6) Selaput koroid yaitu bagian tengah bola mata yang berupa selaput tipis, di dalamnya terdapat banyak saluran darah. Berwarna cokelat karena banyak mengandung zat warna (pigmen). Selaput jala (retina) yaitu bagian terdalam dari bola mata, berguna untuk menangkap bayangan.
- 7) Bintik kuning yaitu daerah yang sangat mudah menerima cahaya yang masuk.

c. Dinding Bola Mata

Terdiri dari tiga lapisan, yaitu :

- 1) *Tunica Fibrosa* (lapisan Bagian luar), adalah merupakan suatu jaringan pengikat, terdiri dari 2 bahagian yaitu :
 - a) bagian depan disebut Cornea yang tembus cahaya, dan
 - b) bahagian belakang disebut *sclera* yang tidak tembus cahaya. Keduanya merupakan pelindung bola mata serta membentuk bola mata.
- 2) *Tunica Vasculosa* (Lapisan bahagian tengah)

Lapisan ini banyak mengandung pembuluh darah. Bahagian belakang disebut *koroid* yang banyak mengandung pigmen. Ke arah depan koroid melanjutkan diri sebagai *iris* dan *korpus siliare* yang mengandung otot polos dinamakan *muskulus ciliaris*. Kedua ujung iris membatasi lubang yang dinamakan pupil yang berfungsi sebagai diafragma pada alat kamera untuk mengatur banyaknya cahaya yang masuk ke dalam bola mata.

Dari *korpus siliaris* kita dapatkan batang jaringan ikat yang dinamakan *zonula zoonii* yang berfungsi untuk mengikat lensa mata.

3) *Tunica nervosa* (Lapisan bagian dalam)

Merupakan lapisan yang terpenting terdiri dari jaringan saraf. Didalamnya ada reseptor penglihatan yaitu : sel batang (*bacili*) yang berfungsi melihat senja/gelap dan sel kerucut (*coni*) berfungsi untuk melihat terang/warna. Kedua ini terletak dalam suatu lapisan yang dinamakan *Retina*. Lapisan retina terbentang dari bagian depan tepat pada *corpus ciliares* yang dinamakan *ota serata* dan ke arah belakang akan keluar dari bola mata melalui *papila nervopici* sebagai *nervus opticus*.

Pada bagian retina ini ada dua yang terpenting, yaitu :

a) Bintik kuning (*fovea centralis*)

Bagian ini merupakan yang paling peka terhadap kemampuan melihat atau kemampuan menerima reaksi penglihatan paling cepat.

b) Bintik buta (*blind spot*)

Disebut demikian karena bagian ini tidak mengandung reseptor penglihatan baik sel batang maupun sel kerucut sehingga tidak berfungsi untuk melihat. Nama lain dari bintik buta adalah *papila nervus optice* yaitu tempat keluarnya *nervus opticus*.

d. Cairan Bola Mata

Sebab-sebab bola mata selalu mempunyai bentuk yang bulat karena di dalam bola mata berisi cairan yang selalu konstan atau tetap volumenya (7 cc).

Ada 2 macam cairan, yaitu :

1) Cairan yang terletak di depan lensa

Cairan ini jernih dan encer seperti air disebut juga dengan "humor aqueus atau AH" yang selama produksinya selalu konstan. Bila suatu hal produksi dari sekresi ini terganggu maka HA akan tertimbun dalam bola mata mengakibatkan tekanan *intra okuler* meninggi. Kelainan ini disebut "Gloucoma".

2) Cairan yang terletak di belakang lensa

Cairan yang disebut *corpus vitreum* ini jernih tapi konsistensinya atau kepekatannya seperti agar-agar. Agar cahaya atau benda yang dilihat dapat sampai ke retina (bintik kuning) maka cahaya tadi harus melalui : "*Cornea – humor aqueus – lensa - corpus citreum - Bintik kuning*". Instrumen tersebut harus bening dan tembus cahaya. Media yang bening tembus cahaya ini disebut media refraksi. Humor aqueus atau cairan yang terletak di depan lensa diproduksi oleh *corvus coliare*, dibuang melalui "*Cannal of schleman*".

e. Saraf penglihatan (*nervus opticus*)

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

Dari *Chiasma Opticus*, saraf optikus (saraf penglihatan) melanjutkan diri sebagai *traktus opticus*. Secara anatomi fisiologi, *traktus opticus* berbeda dengan *nervus opticus*.

Kalau nervus opticus unsur-unsur sarafnya hanya berasal dari satu bola mata bila ini mengalami kerusakan, maka hanya satu bola mata yang mengalami kerusakan. Sedangkan tractus opticus unsur-unsur sarafnya berasal dari kedua bola mata. Bila ini mengalami gangguan maka kedua bola mata akan mengalami kerusakan.

Traktus opticus akan berganti saraf pada *cospus geniculatum (CGL)*, dari CGL akan keluar suatu saraf yang menyebar berbentuk kipas yang dinamakan "Radiatio Optical Gratiolet (ROG)". ROG akan berakhir di otak pada *cortex cerebri occipitalis Area Broadman 17,18,19* pada *fissura calcarina*. Apabila rangsang penglihatan sampai pada pusat ini maka kita akan sadar dengan apa yang kita lihat. Nama lain dari jalan tersebut adalah *Tractus Geniculo Calcarina*.

f. 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 ya itu 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 adap tasi rodopsin). Pada waktu adaptasi, mata sulit untuk melihat.

Pigmen lembayung dari sel konus merupakan senyawa lodopsin 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 ke cil 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 un tuk 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.

2. Indera 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.

a. Bagian-Bagian Telinga

1) 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.

2) Telinga tengah

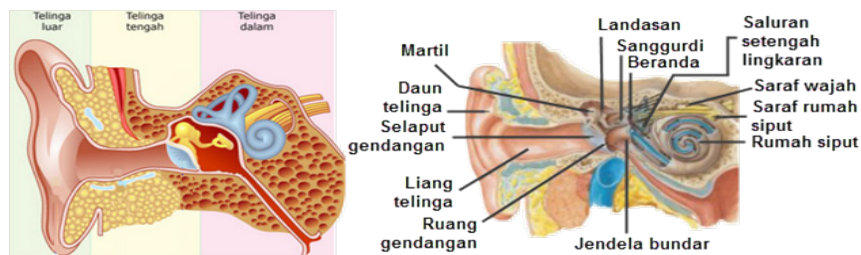
Bagian ini merupakan rongga yang berisi udara untuk menjaga tekanan udara agar seimbang. Telinga tengah meliputi gendang telinga, 3 tulang pendengaran yaitu martil (malleus) menempel pada gendang telinga, tulang landasan (incus), kedua tulang ini terikat erat oleh ligamentum sehingga mereka bergerak sebagai satu tulang, dan tulang sanggurdi (stapes) yang berhubungan dengan jendela oval. Muara tuba eustachii 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.

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

- a) Tiga saluran setengah lingkaran.
- b) Ampula.
- c) Utrikulus
- d) Sakulus
- e) Koklea atau rumah siput.

Sakulus berhubungan dengan utrikulus melalui saluran sem pit. 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.



Gambar 2. Telinga

b. 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 basiler 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.

c. **Susunan dan Cara Kerja Alat Keseimbangan**

Bagian dari alat vestibulum atau alat keseimbangan berupa tiga saluran setengah lingkaran yang dilengkapi dengan organ ampulla (kristal) dan organ keseimbangan yang ada di dalam utri kulus dan sakulus. Ujung dari setiap saluran setengah lingkaran membesar dan disebut ampulla yang berisi reseptor, sedangkan pangkalnya berhubungan dengan utrikulus yang menuju ke sakulus. Utrikulus maupun sakulus berisi reseptor keseimbangan. Alat keseimbangan yang ada di dalam ampulla 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 yang memiliki rambut. Posisi kepala mengakibatkan desakan otolith pada rambut yang menimbulkan impuls yang akan dikirim ke otak.

3. Indera Pengecap (Lidah)

Lidah adalah kumpulan otot rangka pada bagian lantai mulut 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.

a. **Bagian-Bagian Lidah**

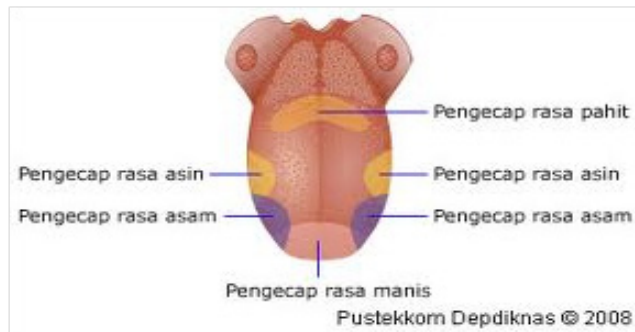
Sebagian besar lidah tersusun atas otot rangka yang terlekat pada tulang hyoideus, tulang rahang bawah dan processus styloideus di tulang pelipis. Terdapat dua jenis otot pada lidah yaitu otot ekstrinsik dan intrinsik. Lidah memiliki permukaan yang kasar karena adanya tonjolan yang disebut papila. Terdapat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

- 1) Papila filiformis berbentuk seperti benang halus.
- 2) Papila sirkumvalata berbentuk bulat, tersusun seperti huruf V di belakang lidah.
- 3) Papila fungiformis berbentuk seperti jamur.

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:

- 1) Bagian depan lidah, fungsinya untuk mengecap rasa manis.
- 2) Bagian pinggir lidah, fungsinya untuk mengecap rasa asin dan asam.
- 3) 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.



Gambar 3. Bagian –bagian Lidah

b. 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.

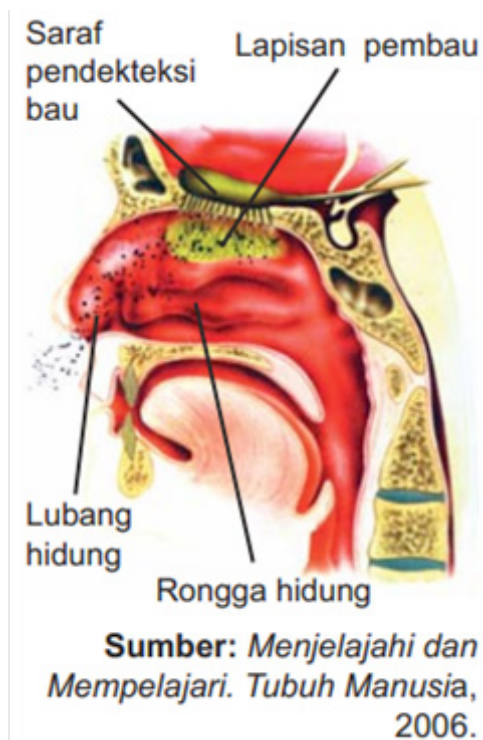
4. Indera Pembau (Hidung)

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.

a. Bagian-Bagian Hidung

Hidung manusia di bagian menjadi dua bagian rongga yang sama besar yang disebut dengan nostril. Dinding pemisah disebut dengan septum, septum terbuat dari tulang yang sangat tipis. Rongga hidung dilapisi dengan rambut dan membran yang mensekresi lendir lengket.

- 1) Rongga hidung (nasal cavity) berfungsi untuk mengalirkan udara dari luar ke tenggorokan menuju paru paru. Rongga hidung ini dihubungkan dengan bagian belakang tenggorokan. Rongga hidung dipisahkan oleh langit-langit mulut kita yang disebut 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.
- 2) 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.



Gambar 4. Bagian-bagian Hidung

b. 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.

C. Tugas

1. Jelaskan bagian-bagian dari mata
2. Jelaskan cara kerja Anatomi Mata
3. Jelaskan bagian-bagian dari telinga
4. Jelaskan cara kerja Anatomi telinga
5. Jelaskan bagian-bagian dari hidung
6. Jelaskan cara kerja hidung
7. Jelaskan bagian-bagian lidah
8. Jelaskan cara kerja lidah

D. Rangkuman

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.

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.

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

E. Glosarium

Albino	: Sejenis penyakit keturunan dimana dalam kulit tidak Terdapat pigmen (zat warna), ciri-cirinya adalah kulit Putih, tidak ditumbuhi rambut pada seluruh permukaan kulit, dan tidak tahan terhadap cahaya matahari.
Alergi	: kulit terasa gatal-gatal dan panas, terjadinya akibat pengaruh beberapa jenis makanan, obat-obatan, atauBahan kimia tertentu.
Astigmatisme	: kesalahan refraksi yang terjadi karena berkas-berkas cahaya yang jatuh pada garis-garis di atas retina, bukan pada titik-titik tajam.
Bintik Kuning	: Tempat yang paling peka terhadap rangsang cahaya,Paling banyak mengandung sel-sel saraf penglihatan.
Endodermis	: Kulit jangat, lapisan kulit dalam yang terdapat jaringanLemak, kelenjar keringat, pembuluh darah, dan ujung saraf
Eidermis	: kulit ari, lapisan luar yang terdiri atas stratum korneum yang mati dan selalu mengelupas; stratum lusidum; stratum granulosum yang mengandung pigmen; dan stratum germinatium yang ter
Glositis	: peradangan lidah yang menahun, gejalanya terdapat benjolan-benjolan dan lendir yang menutupi lidah.us-menerus membentuk Sel-sel baru ke arah luar.
Genital herpes	: kumpulan lepuhan kulit di daerah alat kelamin luar yang disebabkan oleh virus tertentu, dapat menular melalui hubungan seksual.
Hemeralopia	: rabun ayam (kurang awas di waktu senja), akibat Herpes simpleks
Kekurangan vitamin A:	sejenis penyakit kulit dimana terjadi kumpulan lepuhandi sekitar hidung, mulut, dan bagian muka, timbul rasa nyeri, panas/rasa kesemutan, dan akhirnya terasa gatal
Hipermetropi	: mata hanya mampu melihat jelas jarak jauh, sedangkan benda-benda dekat tidak tampak jelas.
Iris	: Tirai berwarna di depan lensa yang memberi warna mata, berfungsi untuk mengatur sedikit banyaknya cahaya yang masuk ke retina

Katarak	Mengaburnya sebagian atau keseluruhan lensa, akibat mata sering kemasukan asap, atau usia tua.
Konjungtivitis	Peradangan pada konjungtiva (selaput lendir yang melapisi sisi dalam kelopak mata).
Kornea	Selaput hening yang terdapat pada bagian bola mata, berfungsi untuk melewatkan rangsang cahaya dari luar.
Koroid	Lapisan tengah bola mata, suatu lapisan jaringan tipis yang banyak mengandung pembuluh darah, berwarna coklat karena banyak mengandung pigmen (zat warna).
Labirintitis	Infeksi bagian telinga tengah, gejalanya kepala pening pening, muntah-muntah, dan akhirnya menjadi tuli.
Lekopalakia	Bercak-bercak putih yang tebal pada permukaan lidah, gejala ini terjadi pada perokok berat
Miopi	Mata hanya mampu melihat jarak dekat, tetapi benda Benda jauh tidak tampak jelas.
Papilla	Tonjolan-tonjolan pada permukaan indera pengecap (lidah)
Papilla circumvalata	Tonjolan-tonjolan pada permukaan lidah bagian Belakang yang berbentuk bola, tersusun seperti huruf V terbalik.
Papilla filliformis	Tonjolan-tonjolan pada permukaan lidah bagian ujung depan yang berbentuk benang-benang halus.
Papilla fungiformis	Tonjolan-tonjolan pada permukaan lidah bagian sisi yang berbentuk seperti jamur.
Pupil	Bagian tengah selaput pelangi yang berlubang, berfungsi dalam pengaturan besar kecilnya cahaya yang masuk
Retina	Lapisan terdalam dari bola mata, banyak mengandung sel-sel saraf berfungsi untuk menangkap bayangan.
Rinitis	Peradangan pada bagian hidung
Saluran Eustachius	Saluran yang menghubungkan rongga telinga tengah dengan rongga mulut
Sinusitis	Peradangan disebelah atas rongga hidung
Sklera	Selaput keras bagian terluar bola mata, berfungsi untuk melindungi bagian bola mata.
Trakhoma	Sejenis peradangan konjungtivitis sebagai akibat infeksi virus pada konjungtiva

F. Daftar Pustaka

- Anonim, 2010. Alat Indera pada manusia 9.1. http://www.crayonpedia.org/mw/Alat_Indra_Pada_Manusia_9.1
- Heni Puji Wahyuningsih Dan Yuni Kusmiyati (2017) Anatomi Fisiologi Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan Sadan Pengembangan Dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan
- Imron Riyanti dkk, 2016 Biologi Dasar Manusiian dilengkapi dengan panduan Praktikum Biologi Dasar manusia/ Riyanti Imron, SST.M.Kes,Hj.Supriatiningsih,AK.,M.Kes,Siska Firdaus,SST. Jakarta TIM
- Iswary mega dan Nurhastuti, (2018) Anatomi Fisiologi dan Genetika Padang
- Trihardimantho Andi (2013) Keajaiban Sistem Indra Manusia Cetakan Pertama,Allaudin university press

Nurchahyo, 2010. Kelainan telinga, hidung, tenggorokan. [http:// www.indonesiaindonesia.com/f/12853-kelainan-telinga hidung-tenggorokan](http://www.indonesiaindonesia.com/f/12853-kelainan-telinga-hidung-tenggorokan).

Iswary mega dan Nurhastuti, (2018) Anatomi Fisiologi dan Genetika Padang

Iswari, Mega dan Nurhastuti. (2010). Anatomi Fisiologi dan Neurologi Dasar. Padang : UNP Press.

Surtiretna, Nina, dkk. (2012). Mengenal Sistem Indera. Bandung : Kiblat Buku Utama

Aris Setiawan TarwotoWartona (2009) Fisiologi Tubuh Manusia. Jakarta Trans Info Media

Rosi. (2009). Mengenal Sistem Indera dan Saraf Manusia. Solo : Graha Printama Seleras.

Riwayat Hidup



Rika Hairunisyah, S.Si., T.M., Bmd. Lahir di Tanjung Karang 27 Juli 1974 ibu dari lima orang anak 3 putra dan 2 putri dan suami yang penuh cinta. Pernah bekerja sebagai bidan Desa tahun 1993-1997 kemudian kuliah di D4 Kebidanan Ngudi Waluyo Semarang dan Pendidikan terakhir Magister Biomedik di Universitas Sriwijaya saat ini menekuni profesi sebagai dosen poltekkes kemenkes Palembang motto bekerja dengan Ikhlas.

XVIII SISTEM ENDOKRIN

Ns. Lalu Rodi Sanjaya, S.Kep.,M.Kep

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, para pembaca pada umumnya dan khususnya mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan tentang sistem endokrin meliputi; anatomi, fisiologi, hormon-hormon yang dihasilkan dan fungsinya bagi tubuh.

B. Materi

1. Definisi Sistem Endokrin

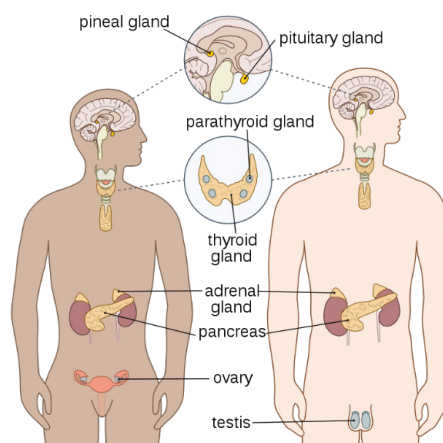
Sistem Endokrin merupakan suatu sistem tubuh yang berfungsi sebagai organ penghasil hormon. Dalam kondisi normal hormone endokrin memiliki aktivitas sebagai penghantar pesan kimia, yang disekresikan oleh organ endokrin dan dibawa ke sel target, tempat hormone berikatan dengan area reseptor tertentu dan bekerja pada sel. Hormone tidak menyebabkan reaksi, sebaliknya hormone mengatur respon jaringan. Kadar hormone diatur oleh kelenjar hipofisis dan serangkaian sistem umpan balik, baik negative maupun positif. (Hurst 2016).

Menurut LeMone (2017) bahwa sistem endokrin merupakan organ internal penting yang ada dalam tubuh yang memiliki fungsi beragam, seperti; pertumbuhan, produksi, metabolisme, keseimbangan cairan dan elektrolit, dan pembedaan jenis kelamin melalui hormone-hormon yang disekresikan oleh kelenjarnya.

Sistem endokrin merupakan jaringan kelenjar tanpa saluran yang membawa pesan kimia (hormon) dari saluran pembuluh darah yang akan disampaikan kepada berbagai organ, jaringan/ sel target (Kumar et al. 2020).

2. Anatomi Fisiologi dan Fungsi Sistem Endokrin

Sistem Endokrin terdiri dari beberapa organ, yaitu: kelenjar hipofisis, kelenjar tiroid, kelenjar paratiroid kelenjar adrenal, pankreas, dan gonad (kelenjar reproduksi) (LeMone 2017). Organ-organ sistem endokrin dapat dilihat pada gambar berikut ini:

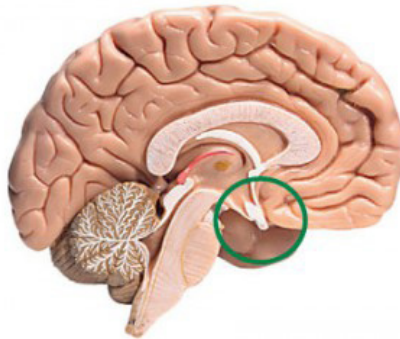


Gambar 1. Sistem Endokrin (Wikipedia.org)

Agar dapat lebih memahami sistem endokrin, maka kita perlu membahas setiap organ atau kelenjar yang termasuk di dalamnya meliputi anatomi, fisiologi dan fungsinya serta hormon-hormon yang dihasilkannya.

a. Kelenjar Hipofisis (Pituitari)

Kelenjar hipofisis terletak di dalam tengkorak di bawah hipotalamus dan otak. kelenjar ini menghasilkan hormon yang berfungsi mengatur banyak fungsi tubuh, sehingga sering disebut juga sebagai "*Master of Gland*" atau "Kelenjar Master" (LeMone 2017). kelenjar hipofisis dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Kelenjar Hipofisis (Pituitary)

Kelenjar hipofisis terbagi menjadi dua bagian yaitu:

1) Hipofisis anterior (adenohipofisis)

Merupakan jaringan glandular yang memiliki beberapa jenis sel endokrin dan mengeluarkan sekitar enam jenis hormon yang berfungsi menstimulasi beberapa jaringan tubuh. Adapun jenis sel, hormone yang diproduksi dan fungsinya dapat dilihat pada tabel 1. berikut ini:

Tabel 1. Hormone-hormon hipofisis anterior (adenohipofisis)

Jenis Sel	Hormon Yang Dihasilkan	Fungsi
Somatotropik/ Somatotropin	<i>Growth Hormone</i> (GH)	Menstimulasi pertumbuhan tubuh dengan memberikan sinyal pada sel untuk meningkatkan produksi protein dan dengan menstimulasi epifiseal tulang panjang.
Laktotropik	<i>Prolactin</i> (PRL)	Menstimulasi produksi ASI
Tirotropik	<i>Thyroid Stimulating Hormone</i> (TSH)	Menstimulasi sintesis dan pelepasan hormone tiroid dari kelenjar tiroid.
Kortikotropik	<i>Adrenocorticotropic Hormone</i> (ACTH)	Menstimulasi pelepasan hormone, khususnya glukokortikoid dari korteks adrenal
Gonadotropik	<i>Gonadotropin Hormone, Follicle Stimulating Hormone</i> (FSH) dan <i>Luteal Hormone</i> (LH).	Menstimulasi ovarium dan testes pada organ reproduksi.

Sumber: (LeMone 2017)

2) Hipofisis posterior (neurohipofisis)

Hipofisis posterior merupakan pelebaran dari hipotalamus. Terbuat dari jaringan saraf dan memiliki fungsi utama adalah menyimpan dan melepaskan hormone antidiuretic

dan oksitosin yang diproduksi di hipotalamus. Jenis hormone dan fungsinya dijelaskan pada tabel 2. berikut ini:

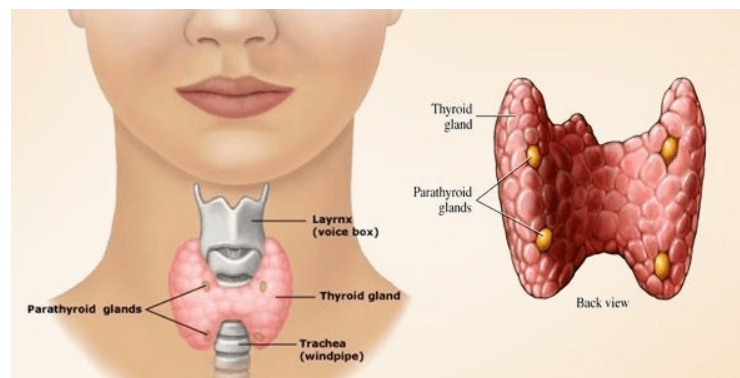
Tabel 2. Hormon-hormon Hipofisis Posterior (Neurohipofisis)

Hormon yang Dihasilkan	Fungsi
<i>Antidiuretic Hormone</i> (ADH) atau Vasopresin	Menurunkan produksi urine dengan menyebabkan tubulus ginjal mereabsorpsi air dari urine dan mengembalikannya ke sirkulasi darah
Oksitosin	Memacu kontraksi otot polos pada organ reproduksi, Menstimulasi myometrium uterus untuk berkontraksi selama persalinan, dan memacu pengeluaran ASI

Sumber: (LeMone 2017)

3) Kelenjar Tiroid

Secara anatomis kelenjar tiroid terletak di anterior bagian atas trakea dan tepat di bawah laring, berbentuk seperti kupu-kupu dan memiliki dua lobus yang terhubung oleh sebuah struktur yang disebut istmus (Gambar 3).



Gambar 3. Kelenjar Tiroid (Fredikurniawan.com)

Kelenjar tiroid berfungsi memproduksi hormon-hormon yang dapat membantu proses metabolisme dalam tubuh. Adapun jenis hormone dan fungsinya adalah sebagai berikut:

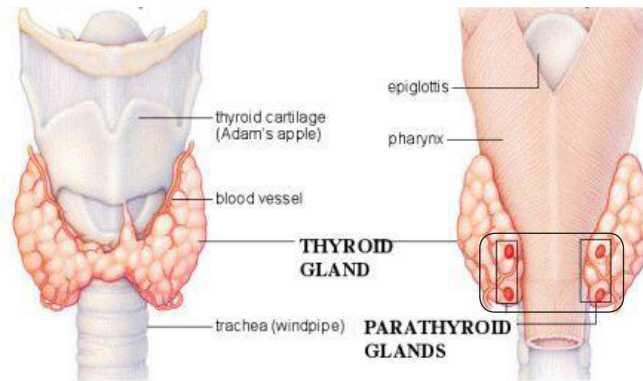
Hormon yang Dihasilkan	Fungsi
<i>Triiodotironin</i> (T_3) dan <i>Tiroksin</i> (T_4)	Meningkatkan laju metabolic, pertumbuhan sel dan jaringan, serta secara tidak langsung meningkatkan kadar glukosa darah.
Kalsitonin	Menurunkan kemampuan usus untuk menyerap kalsium, mengurangi pelepasan kalsium dalam darah, menurunkan aktivitas osteoklas pada tulang, dan menurunkan reabsorpsi kalsium dari tubulus ginjal, serta menyebabkan ekskresi.

Sumber: (Hurst 2016; LeMone 2017)

Secara fisiologis, ketika hormone tiroid rendah, hipotalamus dipicu untuk melepaskan hormone pelepas tiroid yaitu Thyroid Releasing hormone (TRH). Selanjutnya TRH memacu hipofisis anterior untuk melepaskan hormone penstimulus tiroid yaitu thyroid-stimulating hormone (TSH). Hormone TSH menstimulasi kelenjar tiroid untuk memproduksi hormone tiroid yang dilepaskan ke dalam darah sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan metabolisme dan energi.

4) Kelenjar Paratiroid

Secara anatomis, kelenjar paratiroid terletak di dalam kelenjar tiroid, tepatnya berada dibawah permukaan kelenjar tiroid. Kelenjar ini memiliki jumlah yang sedikit yaitu sekitar empat atau enam. Paratiroid berfungsi menghasilkan hormon paratiroid/*parathyroid hormone* (PTH). Kelenjar paratiroid dapat dilihat pada gambar 4. Berikut ini:

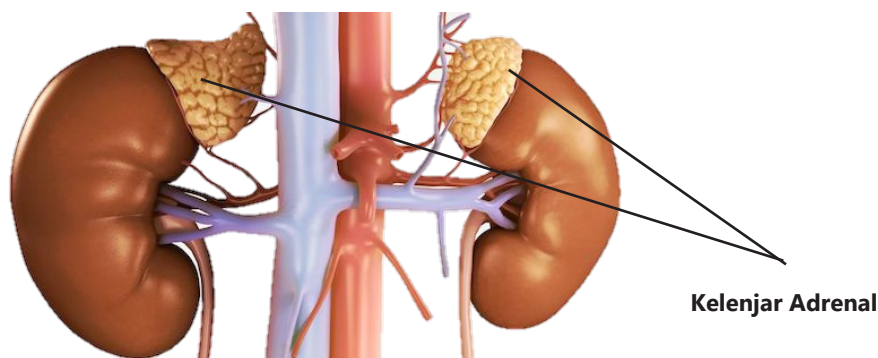


Gambar 4. Kelenjar Tiroid dan Paratiroid (Biologiedukasi.com)

Secara fisiologi, jika kadar kalsium plasma turun maka akan dapat mengakibatkan peningkatan sekresi PTH. PTH juga dapat mengendalikan metabolisme fosfat yang dilakukan dengan cara meningkatkan ekskresi fosfat ginjal dalam urine, dengan menurunkan ekskresi kalsium, dan dengan meningkatkan reabsorpsi tulang yang menyebabkan pelepasan kalsium dari tulang. Normalnya kadar vitamin D dalam tubuh dibutuhkan oleh PTH untuk menghasilkan efek-efek tersebut di ginjal dan tulang (LeMone 2017).

5) Kelenjar Adrenal

Kelenjar adrenal terdiri dari dua buah berbentuk seperti piramid, terletak di atas ginjal (di bagian atas) dan memiliki lapisan dalam dan lapisan luar. Lapisan dalam disebut medulla adrenal, sedangkan bagian luar disebut korteks adrenal. Dapat dilihat pada gambar 5. Berikut ini:



Gambar 5. Kelenjar Adrenal (TopDoctor.com)

6) Kelenjar Pankreas

Pankreas (artinya semua daging) terletak di perut bagian atas di belakang perut. Pankreas adalah bagian dari sistem pencernaan yang membuat dan mengeluarkan enzim pencernaan ke dalam usus, dan juga merupakan organ endokrin yang membuat dan mengeluarkan hormon ke dalam darah untuk mengontrol metabolisme energi dan penyimpanan di seluruh tubuh (Yu et al. 2020).

Secara anatomi, Pankreas, merupakan kelenjar memanjang, beratnya sekitar 82.117 g. Ini lembut dan merah muda keabu-abuan selama hidup, dan biasanya panjang 1720 cm, lebar 35 cm dan tebal 1,52,5 cm. Itu terletak retroperitoneal, terutama di dasar kantung yang lebih rendah di daerah epigastrium dan hipokondrium kiri, di atasnya dan melintang melintasi tubuh vertebra L1 dan L2 (pada tingkat bidang transpyloric) di dinding perut posterior. Dari anterior, tanda permukaan margin inferior dan superior pankreas masing-masing terletak kira-kira 5,0 dan 10 cm di atas bidang umbilikal. Pankreas secara anterior dipisahkan dari lambung oleh bursa omentalis. Peritoneum menutupi aspek anteriornya, tetapi peritoneum telanjang di posterior, kecuali untuk ekor pankreas. Posisi pankreas dapat berubah sebagai akibat dari gerakan diafragma selama respirasi, isi lemak perut, dan posisi orang tersebut. Kepala pankreas lebih rendah dan melengkung oleh duodenum, sedangkan ekor pankreas lebih tinggi dan berjalan ke hilus limpa. Karena pankreas berhubungan erat dengan dinding posterior abdomen dan posterior ke lambung, kolon transversal, dan bursa omentalis, tanda fisik awal pada dinding abdomen anterior tidak terlihat saat pankreatitis. Akibatnya, sulit untuk mendiagnosisnya secara dini (Yuan et al. 2021).

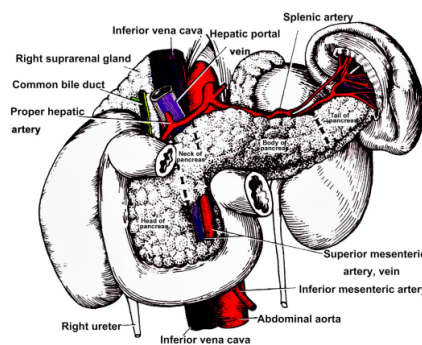


FIGURE 1.1 Appearance and relationship of pancreas.

Gambar 8. Pankreas (Yuan et al. 2021)

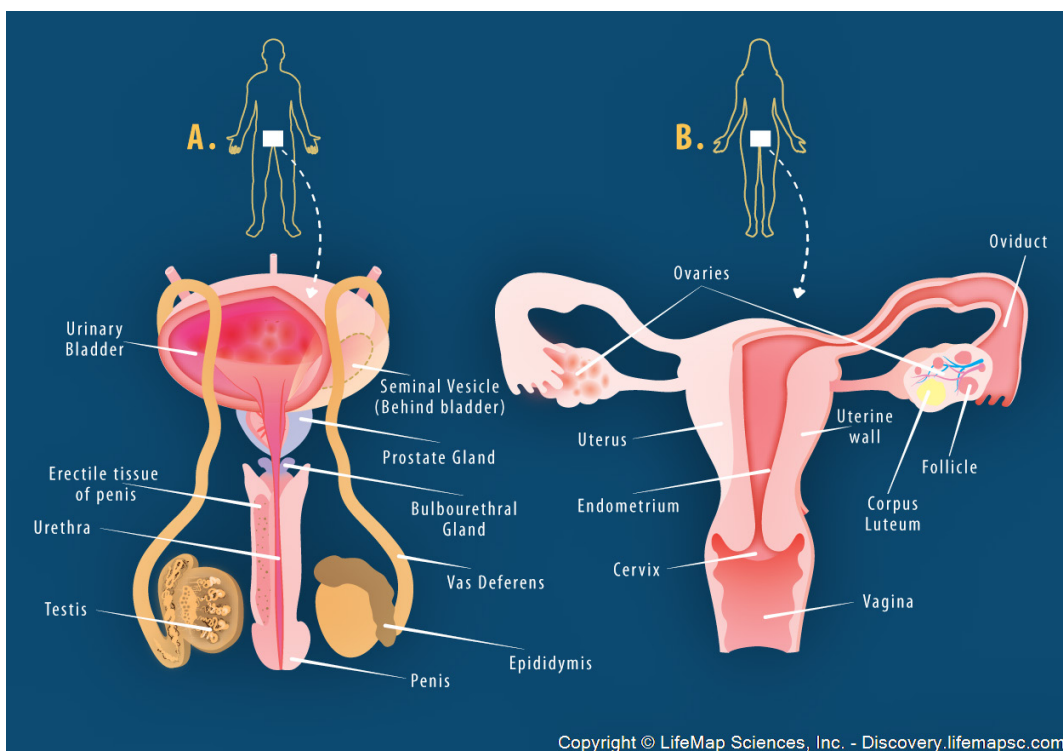
Pankreas dibagi menjadi empat bagian: kepala, leher, badan, dan ekor, yang tidak memiliki batas yang jelas. Kepala dan leher terletak di sebelah kanan garis median anterior; sedangkan badan dan ekor terletak di sebelah kiri garis median anterior.

Secara fisiologis, pankreas terdiri dari komponen eksokrin dan endokrin: komponen eksokrin sebesar 84% dan komponen endokrin sebesar 2%. Bagian eksokrin pankreas adalah kelenjar tubuloasinar majemuk, dengan sejumlah besar vesikel plasma dan saluran parsial di lobulus dan saluran, pembuluh, limfatik dan saraf yang melewati jaringan ikat interlobular. Sel-sel kelenjar dalam vesikel kelenjar berbentuk kerucut. Nukleus berbentuk bulat, terletak di dasar dasar sel, nukleus bersandar pada membran basal. Vesikel kelenjar ditandai dengan adanya beberapa sel datar berwarna terang di lumen, yang disebut sel centroacinar, yang dibentuk oleh perluasan sel epitel duktus interkalasi ke dalam lumen vesikel kelenjar. butiran zymogen hadir dalam sitoplasma sel kelenjar. Jumlahnya bervariasi tergantung pada keadaan fungsional sel. Saluran pankreas panjang dan terdiri dari satu lapisan epitel pipih. Salah satu ujung duktus interkalasi jauh ke dalam lumen kelenjar alveolar untuk membentuk sel sentroasinar. ujung lain dari duktus interkalasi, duktus intrafolikular yang bertemu langsung menjadi satu lapisan epitel kubik. Duktus keluar dari lobulus dan bertemu di jaringan ikat interlobular untuk membentuk duktus interlobularis, diameter duktus secara bertahap menebal, dinding duktus secara bertahap bergeser dari epitel kuboid sederhana ke

epitel kolumnar sederhana, duktus dominan pankreas menjalankan seluruh panjang pankreas, sepanjang jalan ada banyak saluran interlobular, saluran pankreas utama dan saluran empedu bertemu dan terbuka bersama di papila duodenum. Saluran pankreas utama adalah epitel kolumnar sederhana, diselingi dengan sel goblet dan sel endokrin yang tersebar. Beberapa sel epitel duktus juga berperan dalam mensekresi air dan elektrolit (Yuan et al. 2021).

7) Kelenjar Gonad (Reproduksi)

Gonad yaitu, ovarium dan testis (Lihat gambar 6) melayani dua fungsi utama. Pertama, mereka menghasilkan sel germinal (yaitu, ovum di ovarium dan spermatozoa di testis). Kedua, gonad mensintesis hormon seks steroid yang diperlukan untuk perkembangan dan fungsi organ reproduksi wanita dan pria dan karakteristik seks sekunder (misalnya, distribusi rambut tubuh pada orang dewasa, seperti rambut wajah pada pria) serta untuk kehamilan, persalinan, dan laktasi.



Gambar 6. Organ reproduksi laki-laki (Testis) dan perempuan (Ovarium)

Ada tiga jenis hormon seks; masing-masing dengan fungsi yang berbeda: (1) estrogen (misalnya, estradiol), yang memberikan efek feminisasi; (2) progesteron (misalnya, progesteron), yang mempengaruhi rahim dalam persiapan untuk dan selama kehamilan; dan (3) androgen (misalnya, testosteron), yang memberikan efek maskulinisasi. Selain fungsi reproduksi, hormon seks memainkan banyak peran penting di seluruh tubuh. Misalnya, mereka mempengaruhi metabolisme karbohidrat dan lipid, sistem kardiovaskular, dan pertumbuhan dan perkembangan tulang (Stark and Walter 2011). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Organ	Jenis Hormon	Fungsi
Ovarium	Estrogen	Mengkoordinasikan perkembangan dan fungsi normal dari alat kelamin dan payudara wanita. Selama masa pubertas, estrogen mendorong pertumbuhan rahim, payudara, dan vagina; menentukan pola penimbunan dan distribusi lemak di dalam tubuh yang menghasilkan bentuk khas perempuan; mengatur percepatan pertumbuhan pubertas dan penghentian pertumbuhan pada tinggi dewasa; dan mengontrol perkembangan karakteristik seksual sekunder. Pada wanita dewasa, fungsi utama estrogen termasuk mengatur siklus menstruasi, berkontribusi pada pengaturan hormonal kehamilan dan menyusui, dan mempertahankan libido wanita.
Ovarium	Progestogen (Produk utamanya adalah Progesteron)	Progestogen menyebabkan perubahan pada lapisan rahim sebagai persiapan untuk kehamilan dan—bersama dengan estrogen—merangsang perkembangan kelenjar susu di payudara sebagai persiapan untuk menyusui.
Testis	Androgen (produk utamanya adalah Testosteron)	Merangsang perkembangan dan pertumbuhan saluran genital pria, elain itu, testosteron memiliki aktivitas anabolik protein yang kuat yaitu, mendorong pembentukan protein, yang mengarah pada peningkatan massa otot. Fungsi spesifik testosteron bervariasi selama tahap perkembangan yang berbeda, sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none"> • Pada janin, testosteron terutama memastikan perkembangan alat kelamin pria internal dan eksternal • Selama masa pubertas, testosteron mendorong pertumbuhan organ seks pria dan bertanggung jawab untuk pria lain karakteristik perkembangan, seperti percepatan pertumbuhan pubertas dan akhirnya berhentinya pertumbuhan pada ketinggian dewasa; pendalaman suara; pertumbuhan rambut wajah, kemaluan, ketiak, dan tubuh; dan peningkatan otot dan kekuatan • Pada pria dewasa, testosteron terutama berfungsi untuk mempertahankan kejantanan, libido, dan potensi seksual serta mengatur produksi sperma.

C. Rangkuman

Setelah mempelajari materi di atas dapat disimpulkan bahwa Sistem endokrin merupakan jaringan kelenjar tanpa saluran yang membawa pesan kimia (hormon) dari saluran pembuluh darah yang akan disampaikan kepada berbagai organ, jaringan/sel target (Kumar et al. 2020). Sistem endokrin merupakan organ-organ penghasil hormone yang dapat membantu proses berbagai metabolisme dalam tubuh. Adapun organ-organ sistem endokrin itu terdiri dari: kelenjar hipofisis (pituitary), tiroid, paratiroid, pancreas, adrenal, dan Gonad. Apabila salah satu dari organ ini terganggu baik organ maupun fungsinya maka akan berdampak pada fungsi tubuh, seperti; hipertiroid, hipotiroid, diabetes mellitus, gangguan ginjal, reproduksi dan gangguan pertumbuhan lainnya.

D. Tugas

Setelah mempelajari anda diminta untuk melakukan observasi atau pengamatan pada pasien di rumah sakit atau lingkungan sekitar tempat tinggal anda yang mengalami gangguan sistem endokrin. Selanjutnya buatlah laporan hasil pengamatan terhadap fisik dan psikologisnya dalam lembar kerja.

E. Referensi

- Hurst, Marlene. 2016. *Keperawatan Medikal Bedah*. ed. Fruriolina Ariani...[et Al]. Jakarta: EGC.
- Kumar, Ashutosh, Maheswari Kulandhasamy, Chiman Kumari, and Kishore Sesham. 2020. "Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior." *Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior* (June).
- LeMone, Priscilla. 2017. *Keperawatan Medikal Bedah-Gangguan Endokrin*. 5th ed. ed. Bhetsy [et al] Angelina. Jakarta: EGC.
- Stark, Claudia, and Jakob Walter. 2011. "The Endocrine System." *The Minipig in Biomedical Research*: 277–82.
- Yu, Dao-Yi, Stephen J. Cringle, Paula K. Yu, and Er-Ning Su. 2020. "Anatomy and Histology of the Macula." *Macular Surgery*: 3–14.
- Yuan, Qionglan, Aihua Pan, Yuanshan Fu, and Yalei Dai. 2021. Integrative Pancreatic Intervention Therapy *Anatomy and Physiology of the Pancreas*. INC. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-819402-7.00001-2>.
- Dorgan, J.F.; Reichman, M.E.; Judd, J.T.; Brown, C.; Longcope, C.; Schatzkin, A.; Campbell, W.S.; Franz, C.; Kahle, L.; And Taylor, P.R. Relation of reported alcohol ingestion to plasma levels of estrogens and androgens in premenopausal women (Maryland, United States). *Cancer Causes and Control* 5(1):53–60, 1994.