

MODUL PBL ILMU BIOMEDIK DASAR

Disusun Oleh:

Erik Adik Putra Bambang Kurniawan, S.Kep., Ns., MSN

I Wayan Sudarta, S.Kep., Ns., M.Kep

Tri Wahyuni Ismoyowati, S.Kep., Ns., M.Kep

MODUL PBL
ILMU BIOMEDIK DASAR



PROGRAM STUDI DIPLOMA 3
STIKES BETHESDA YAKKUM
YOGYAKARTA
2020/2021

TIM PENYUSUN
MODUL PBL ILMU BIOMEDIK DASAR

Pengarah:

1. Ketua STIKES Bethesda Yakkum Yogyakarta
Vivi Retno Intening, S.Kep., Ns., MAN.
2. Wakil Ketua I Bidang Akademik
Nurlia I., S.Kep., Ns., M.Kep., Sp.Kep., MB.
3. Kepala Program Studi Diploma 3 Keperawatan
Enik Listyaningsih, SKM, MPH.

Tim Penyusun:

1. Erik Adik Putra Bambang Kurniawan. S.Kep., Ns., MSN
2. I Wayan Sudarta, S.Kep., Ns., M.Kep
3. Tri Wahyuni Ismoyowati, S.Kep., Ns., M.Kep

Desain Sampul:

Erik Adik Putra Bambang Kurniawan, S.Kep., Ns., MSN

Editor:

1. Erik Adik Putra Bambang Kurniawan. S.Kep., Ns., MSN
2. I Wayan Sudarta, S.Kep., Ns., M.Kep
3. Tri Wahyuni Ismoyowati, S.Kep., Ns., M.Kep

Diterbitkan oleh:

STIKES Bethesda Yakkum Yogyakarta
Jl. Johar Nurhadi No. 6 Yogyakarta 55224

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmatNya Modul PBL Ilmu Biomedik dasar ini dapat terselesaikan. Modul ini disusun dengan tujuan agar mahasiswa mempunyai panduan dalam mempersiapkan diri mempelajari Mata Kuliah Ilmu Biomedik Dasar baik aspek kognitif, afektif, maupun psikomotornya.

Kualitas mutu pelayanan perawat di masa depan sangat berkaitan erat dengan kualitas dosen saat menjalani proses pembelajaran. Oleh karena itu kami berharap melalui modul ini dosen lebih siap saat dalam memberikan materi Mata Kuliah Ilmu Biomedik .

Pembuatan modul ini tentunya masih jauh dari sempurna, baik secara konteks maupun konten, unuk itu kami membuka diri untuk saran dan kritik demi perbaikan.

Terima kasih kami ucapkan kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penyusunan. Semoga modul ini bermanfaat bagi peningkatan mutu lulusan Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Betheasda Yakkum.

Yogyakarta, September 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman sampul	i
Tim penyusun	ii
Prakata	iii
Daftar isi	iv
Deskripsi Mata Kuliah	1
Kompetensi yang Akan Dicapai	1
Panduan <i>Problem Based Learning</i> (PBL)	2
Daftar kelompok <i>Small Group Discussion</i> (SGD).....	3
Jadwal Kegiatan Tentatif	4
Kasus PBL	9
Referensi	19
Lampiran	

MODUL
PBL ILMU BIOMEDIK DASAR

A. Deskripsi Mata Kuliah

Mata kuliah ini membahas tentang anatomi dan fisiologi tubuh manusia yang menguraikan struktur, komponen tubuh manusia dan perkembangannya serta fungsi tubuh manusia dan mekanisme fisiologinya. Prinsip fisika dan biokimia digunakan sebagai dasar dalam memahami fisiologi tubuh manusia. Pembelajaran dirancang untuk memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk menyelesaikan capaian pembelajaran melalui kegiatan ceramah, diskusi, dan praktika.

B. Kompetensi Yang Akan Dicapai

1. Sikap dan Tata Nilai
 - a. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik
 - b. Bekerjasama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan
 - c. Menjunjung sikap bertanggungjawab atas pekerjaan dibidang keahliannya secara mandiri
 - d. Memiliki sikap dan perilaku promotif dalam bidang kesehatan

2. Penguasaan Pengetahuan
 - a. Menguasai anatomi dan fisiologi tubuh manusia, patofisiologi
 - b. Menguasai Prinsip Fisik & Biokimia

3. Keterampilan Khusus
 - a. Mampu memahami dasar-dasar anatomi tubuh manusia
 - b. Mampu menjelaskan struktur dan fungsi sel
 - c. Mampu menjelaskan jaringan dan system tubuh manusia
 - d. Mampu memahami struktur dan fungsi system integument
 - e. Mampu memahami struktur dan fungsi system musculoskeletal
 - f. Mampu memahami struktur dan fungsi system persyarafan
 - g. Mampu memahami struktur dan fungsi system sensori
 - h. Mampu memahami struktur dan fungsi system endokrin

- i. Mampu memahami struktur dan fungsi kardiovaskuler
 - j. Mampu memahami struktur dan fungsi sistem limfatik dan kekebalan tubuh
 - k. Mampu memahami struktur dan fungsi pernafasan
 - l. Mampu memahami struktur dan fungsi pencernaan
 - m. Mampu memahami metabolisme dan pengaturan suhu tubuh
 - n. Mampu memahami struktur dan fungsi perkemihan
 - o. Mampu memahami struktur dan fungsi reproduksi
4. Keterampilan Umum
- Menyelesaikan pekerjaan berlingkup luas dengan menganalisis data serta metode yang sesuai dan dipilih dari beragam metode yang sudah maupun belum baku dan dengan menganalisis data

C. Panduan *Problem Based Learning*

1. Langkah 1:

Mahasiswa mempelajari kasus yang telah disediakan di modul pembelajaran sesuai kompetensi yang akan dicapai di setiap pertemuan. Mahasiswa menulis hasil pembelajaran pada Buku laporan PBL. Hasil laporan tersebut akan dinilai oleh tutor dan sebagai syarat untuk mengikuti langkah 2

2. Langkah 2:

Pertemuan pertama mahasiswa diberi kesempatan untuk menentukan 1 orang mahasiswa menjadi *chair*, dan 1 orang *scribe*. *Scribe* yang akan menulis laporan. Kemudian *chairman* memulai dengan :

- a. Mengajak seluruh anggota kelompok membaca kasus
- b. Memperhatikan apakah semua anggota sudah membaca kasus
- c. Menanyakan pada anggota istilah mana yang perlu dijelaskan
- d. Mengajak diskusi mengenai teori terkait dengan kasus.

3. Langkah 3:

Bersama kelompok lain mengikuti review kasus yang akan dilaksanakan oleh penanggung jawab masing-masing kasus.

D. Daftar Nama Kelompok

KELOMPOK 1

Tutor: Bp. Erik Adik Putra Bambang Kurniawan. S.Kep., Ns., MSN.

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

KELOMPOK 2

Tutor: Bp. I Wayan Sudharta, S.Kep., Ns., M.Kep

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

KELOMPOK 3

Tutor: Ibu Tri Wahyuni Ismoyowati, S.Kep., Ns., M.Kep.

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

E. JADWAL KULIAH TENTATIF

Mata Kuliah	: Ilmu Biomedik Dasar
Semester	I
Beban Studi	: 4 (T:3 SKS, P: 1 SKS)
Persyaratan Mata Kuliah	: -
Program Studi	: Diploma 3 Keperawatan
Dosen Pengampu	: 1. Erik Adik Putra BK. S.Kep., Ns., MSN 2. I Wayan Sudarta, S.Kep., Ns., M.Kep. 3. Tri Wahyuni Ismoyowati, S.Kep., Ns., M.Kep.
Capaian Pembelajaran	: 1. Menguasai anatomi dan fisiologi tubuh manusia, patofisiologi 2. Menguasai Prinsip Fisik & Biokimia

Tanggal	Bahan Kajian	Waktu	Metode	Pengampu
Rabu, 9/9/2020 07.30-09.10	Pengenalan RPS Pengenalan materi dasar-dasar anatomi dan fisiologi tubuh manusia Pembagian Kasus 1. struktur dan fungsi sel	2 x 50 menit	Ceramah	Erik Adik Putra BK. S.Kep., Ns., MSN.
Jumat, 11/9/2020 07.30-09.10 09.10- 10.50	Step 2 kasus 1: Struktur dan fungsi sel Step 3 kasus 1: Struktur dan fungsi sel & Pembagian kasus 2. jaringan dan system tubuh manusia	2x50 menit 2x50 menit	PBL Ceramah & Diskusi	Tutor Erik Adik Putra BK. S.Kep., Ns., MSN.
Rabu, 16/9/2020 07.30-09.10 09.10- 10.50	Step 2 kasus 2. Jaringan dan system tubuh manusia Step 3 kasus 2. Jaringan dan system tubuh manusia & Pembagian kasus 3. sistem integument	2x50 menit 2x50 menit	PBL Ceramah & Diskusi	Tutor Erik Adik Putra BK. S.Kep., Ns., MSN.
Jumat, 18/9/2020 07.30-09.10 09.10- 10.50	Step 2 kasus 3 sistem integument Step 3 kasus 3 sistem integument & Informasi simulasi Osca Kasus 1-3	2x50 menit 2x50 menit	PBL Ceramah & Diskusi	Tutor Tri Wahyuni Ismoyowati, S.Kep., Ns., M.Kep.
Rabu, 23/9/2020 07.30-08.20 08.30- 09.20	Simulasi Osca kasus 1-3 Pembahasan soal osca kasus 1-3 & Pembagian kasus 4. system muskuloskeletal	1x50 menit 1x50 menit	Osca Ceramah & Diskusi	Erik Adik Putra BK. S.Kep., Ns., MSN
Jumat, 25/9/2020 07.30-09.10 09.10- 10.50	Step 2 kasus 4. system muskuloskeletal Step 3 kasus 4. system muskuloskeletal & Pembagian kasus 5. system persyarafan	2x50 menit 2x50 menit	PBL Ceramah & Diskusi	Tutor I Wayan Sudarta, S.Kep., Ns., M.Kep.

Rabu, 30/9/2020 07.30-09.10 09.10-10.50	Step 2 kasus 5. system persyarafan Step 3 kasus 5. system persyarafan dan Pembagian kasus 6. Sistem sensori	2x50 menit 2x50 menit	PBL Ceramah & Diskusi	Tutor Tri Wahyuni Ismoyowati, S.Kep., Ns., M.Kep.
Jumat, 2/10/2020 07.30-09.10 09.10-10.50	Step 2 kasus 6. Sistem sensori Step 3 kasus 6. Sistem sensori & Pembagian kasus 7. Sistem endokrin	2x50 menit 2x50 menit	PBL Ceramah & Diskusi	Tutor Erik Adik Putra BK. S.Kep., Ns., MSN.
Rabu, 7/10/2020 07.30-09.10 09.10-10.50	Step 2 kasus 7. Sistem endokrin Step 3 kasus 7. Sistem endokrin & Informasi simulasi Osca Kasus 4-7	2x50 menit 2x50 menit	PBL Ceramah & Diskusi	Tutor Erik Adik Putra BK. S.Kep., Ns., MSN.
Jumat, 9/10/2020 07.30-08.20 08.30- 09.20	Simulasi Osca kasus 4-7 Pembahasan soal osca kasus 4-7 & Pembagian kasus mikro teaching (memilih materi dari kasus 1-7)	1x50 menit 1x50 menit	Osca Ceramah & Diskusi	Tri Wahyuni Ismoyowati, S.Kep., Ns., M.Kep.
Rabu, 14/10/2020 07.30-09.10	Mikro teaching, Pembagian kasus 8. Sistem kardiovaskuler & Informasi Penugasan Video (Fisika Kesehatan)	2 x 50 menit	PBL	Tutor
Jumat, 16/10/2020	Penyelesaian Tugas Pembuatan Video			
Rabu, 21/10/2020	Pengumpulan Video			
UTS (Kasus 1-7)				
Rabu, 4/11/2020 07.30-09.10 09.10-10.50	Step 2 Kasus 8. Sistem kardiovaskuler Step 3 kasus 8. Sistem kardiovaskuler & Pembagian Kasus 9. Sistem limpatik dan kekebalan tubuh	2x50 menit 2x50 menit	PBL Ceramah & Diskusi	Tutor I Wayan Sudarta, S.Kep., Ns., M.Kep.
Jumat, 6/11/2020 07.30-09.10 09.10-10.50	Step 2 kasus 9: Sistem limpatik dan kekebalan tubuh Step 3 kasus 9: Sistem limpatik dan kekebalan tubuh & Pembagian kasus 10. Sistem pernafasan	2x50 menit 2x50 menit	PBL Ceramah & Diskusi	Tutor Erik Adik Putra BK. S.Kep., Ns., MSN.
Rabu, 11/11/2020 07.30-09.10 09.10-10.50	Step 2 kasus 10. Sistem pernafasan Step 3 kasus 10. Sistem pernafasan & Pembagian kasus 11. Sistem pencernaan	2x50 menit 2x50 menit	PBL Ceramah & Diskusi	Tutor I Wayan Sudarta, S.Kep., Ns., M.Kep.
Jumat, 13/11/2020 07.30-09.10 09.10-10.50	Step 2 kasus 11. sistem pencernaan Step 3 kasus 11. sistem pencernaan & Informasi simulasi Osca Kasus 8-11	2x50 menit 2x50 menit	PBL Ceramah & Diskusi	Tutor Tri Wahyuni Ismoyowati, S.Kep., Ns., M.Kep.
Rabu, 18/11/2020 07.30-08.20	Simulasi Osca kasus 8-11	1x50 menit	Osca	I Wayan Sudarta, S.Kep.,

08.30-09.20	Pembahasan soal osca kasus 8-11 & Pembagian kasus 12. Metabolisme dan pengaturan suhu	1x50 menit	Ceramah & Diskusi	Ns., M.Kep.
Jumat, 20/11/2020 07.30-09.10 09.10-10.50	Step 2 kasus 12. Metabolisme dan pengaturan suhu Step 3 kasus 12. Metabolisme dan pengaturan suhu & Pembagian kasus 13. Sistem perkemihan	2x50 menit 2x50 menit	PBL Ceramah & Diskusi	Tutor Erik Adik Putra BK. S.Kep., Ns., MSN.
Rabu, 25/11/2020 07.30-09.10 09.10-10.50	Step 2 kasus 13. Sistem perkemihan Step 3 kasus 13. Sistem perkemihan & Pembagian kasus 14. Sistem reproduksi	2x50 menit 2x50 menit	PBL Ceramah & Diskusi	Tutor Tri Wahyuni Ismoyowati, S.Kep., Ns., M.Kep.
Jumat, 27/11/2020 07.30-09.10 09.10-10.50	Step 2 kasus 14. Sistem reproduksi Step 3 kasus 14. Sistem reproduksi & Informasi simulasi Osca Kasus 12-14	2x50 menit 2x50 menit	PBL Ceramah & Diskusi	Tutor Erik Adik Putra BK. S.Kep., Ns., MSN.
Rabu, 2/12/2020 07.30-08.20 08.30-09.20	Simulasi Osca kasus 12-14 Pembahasan soal osca kasus 12-14 & Pembagian kasus mikro teaching (memilih materi dari kasus 8-14)	1x50 menit 1x50 menit	Osca Ceramah & Diskusi	Erik Adik Putra BK. S.Kep., Ns., MSN
Jumat, 4/12/2020 07.30- 09.10	Mikro teaching & Informasi Penugasan Video (Sistem reproduksi)	2 x 50 menit	PBL	Tutor
Rabu, 9/12/2020	Penyelesaian Tugas Pembuatan Video			
Jumat, 11/12/2020	Pengumpulan Penugasan Video			
UAS (Kasus 8-14)				
Praktik Lab UKDW				

DAFTAR TOPIK PBL ILMU BIOMEDIK DASAR

No	Capaian Pembelajaran	Topik dan sub Topik	PJ	Ket
1	<p>1. Menguasai anatomi dan fisiologi tubuh manusia, patofisiologi; (CP.P.01)</p> <p>2. Menguasai prinsip fisika dan biokimia; (CP.P.02)</p>	<p>1. Dasar-dasar anatomi dan fisiologi tubuh manusia</p> <p>a. Posisi dan Istilah dalam anatomi</p> <p>b. Bidang anatomi tubuh</p> <p>2. Struktur dan fungsi sel</p> <p>a. Struktur sel</p> <p>b. Replikasi, transkripsi, dan translasi</p> <p>c. Mitosis dan meiosis</p> <p>d. Fungsi sel</p> <p>e. Kimiawi sel</p> <p>3. Jaringan dan sistem tubuh manusia</p> <p>a. Struktur jaringan tubuh</p> <p>b. Macam jaringan tubuh</p> <p>i. Jaringan epitel</p> <p>ii. Jaringan connective</p> <p>iii. Jaringan otot</p> <p>iv. Jaringan saraf</p> <p>c. Organ pembentuk sistem tubuh</p> <p>4. Sistem integumen</p> <p>a. Struktur kulit</p> <p>b. Fungsi jaringan kulit</p> <p>c. Fungsi kulit dalam pengaturan keseimbangan cairan</p> <p>d. Fungsi kulit dalam pengaturan keseimbangan temperatur</p> <p>5. Sistem muskuloskeletal</p> <p>a. Sistem muskulo</p> <p>i. Struktur otot mikroskopis</p> <p>ii. Struktur otot makroskopis</p> <p>iii. Otot-otot tulang aksial</p> <p>iv. Otot-otot tilang appendikular</p> <p>v. Kontraksi otot</p> <p>b. Sistem skeletal</p> <p>i. Struktur dan fungsi tulang</p> <p>ii. Pembentukan tulang</p> <p>iii. Tulang-tulang aksial</p> <p>iv. Tulang-tulang appendikular</p> <p>v. Persendian</p> <p>vi. Pergerakan sendi</p> <p>vii. Pengukuran rentang gerak sendi</p> <p>6. Sistem persarafan</p> <p>a. Sistem saraf pusat</p> <p>b. Susunan saraf perifer</p> <p>c. Susunan saraf otonom</p> <p>d. Proses terjadinya refleks</p> <p>e. Pengujian fungsi saraf kranial</p> <p>f. Pengujian refleks</p> <p>7. Sistem sensori</p> <p>a. Macam organ sensori</p>	<p>Erik Adik Putra BK. S.Kep., Ns., MSN.</p> <p>Erik Adik Putra BK. S.Kep., Ns., MSN.</p> <p>Erik Adik Putra BK. S.Kep., Ns., MSN.</p> <p>Tri Wahyuni Ismoyowati, S.Kep., Ns., M.Kep..</p> <p>I Wayan Sudarta, S.Kep., Ns., M.Kep.</p> <p>Tri Wahyuni Ismoyowati, S.Kep., Ns., M.Kep.</p> <p>Erik Adik Putra BK. S.Kep., Ns., MSN.</p>	<p>Pengenalan/ Kuliah umum</p> <p>Kasus 1</p> <p>Kasus 2</p> <p>Kasus 3</p> <p>Kasus 4</p> <p>Kasus 5</p> <p>Kasus 6</p>

	<ul style="list-style-type: none"> b. Fungsi organ sensori c. Proses akomodasi d. Proses mendengar e. Pengujian fungsi penglihatan f. Pengujian fungsi pendengaran 		
	<ul style="list-style-type: none"> 8. Sistem endokrin <ul style="list-style-type: none"> a. Macam kelenjar endokrin b. Fungsi kelenjar endokrin c. Mekanisme kerja hormon d. Mekanisme kerja enzim 9. Sistem kardiovaskuler <ul style="list-style-type: none"> a. Darah <ul style="list-style-type: none"> i. Fungsi darah ii. Komposisi darah iii. Eritrosit iv. Platelet v. Lekosit vi. Plasma b. Jantung <ul style="list-style-type: none"> i. Struktur jantung ii. Sirkulasi darah ke jantung jantung iii. Sirkulasi fetal iv. Sirkulasi koroner v. Sistem konduksi dan inervasi vi. Siklus jantung vii. Elektrokardiogram c. Pembuluh darah <ul style="list-style-type: none"> i. Pembuluh arteri, kapiler, dan vena ii. Prinsip sistem arteri iii. Prinsip sistem vena iv. Pengisian kapiler v. Tekanan darah 	<p>I Wayan Sudarta, S.Kep., Ns., M.Kep.</p> <p>I Wayan Sudarta, S.Kep., Ns., M.Kep.</p>	<p>Kasus 7</p> <p>Kasus 8</p>
	<ul style="list-style-type: none"> 10. Sistem limpatik dan kekebalan tubuh <ul style="list-style-type: none"> a. Struktur limfatik b. Nonspecific defenses c. Antibody-Mediated Immunity d. Cell-Mediated Immunity e. Reaksi penolakan transfusi 11. Sistem pernafasan <ul style="list-style-type: none"> a. Pernafasan b. Komponen sistem pernafasan c. Mekanisme pernafasan d. Volume pernafasan e. Transport gas f. Pengaturan pernafasan g. Spirometri 12. Sistem pencernaan <ul style="list-style-type: none"> a. Proses pencernaan b. Peritoneum c. Histologi dari saluran pencernaan d. Struktur dan fungsi dari saluran 	<p>Erik Adik Putra BK. S.Kep., Ns., MSN.</p> <p>I Wayan Sudarta, S.Kep., Ns., M.Kep.</p> <p>Tri Wahyuni Ismoyowati, S.Kep., Ns., M.Kep.</p>	<p>Kasus 9</p> <p>Kasus 10</p> <p>Kasus 11</p>

		<ul style="list-style-type: none"> pencernaan e. Organ-organ asesoris f. Metabolisme dan pengaturan temperatur 		
		<ul style="list-style-type: none"> 13. Metabolisme dan pengaturan suhu <ul style="list-style-type: none"> a. Metabolisme b. Metabolisme karbohidrat c. Metabolisme lemak d. Metabolisme protein e. Pengaturan hormonal dalam metabolisme f. Pengaturan suhu g. Pengukuran suhu tubuh h. Pengukuran BMR 	Erik Adik Putra BK. S.Kep., Ns., MSN.	Kasus 12
		<ul style="list-style-type: none"> 14. Sistem perkemihan <ul style="list-style-type: none"> a. Komponen sistem perkemihan b. Nephron dan fungsinya c. Konsentrasi urin d. Keseimbangan asam — basa e. Micturition f. Pengaturan keseimbangan cairan dan elektrolit dalam tubuh <ul style="list-style-type: none"> i. Distribusi air didalam tubuh ii. Konsentrasi cairan iii. Keseimbangan cairan iv. Elektrolit g. Pengukuran berat jenis urin 	Tri Wahyuni Ismoyowati, S.Kep., Ns., M.Kep.	Kasus 13
		<ul style="list-style-type: none"> 15. Sistem reproduksi <ul style="list-style-type: none"> a. Gamate formation b. Organ sex primer dan sekunder c. Sistem reproduksi laki-laki d. Sistem reproduksi perempuan e. Siklus hormonal perempuan f. Fertilisasi dan kehamilan 	Erik Adik Putra BK. S.Kep., Ns., MSN.	Kasus 14

F. Kasus PBL Ilmu Biomedik Dasar

1. Struktur dan Fungsi Sel

Seorang pasutri datang ke poli obsgyn untuk periksa kandungan. Usia kandungan memasuki trimester ke-3. Pasutri menginginkan untuk dilakukan pemeriksaan USG karena ingin melihat perkembangan janin yang ada di dalam kandungannya. Ini pertama kalinya pemeriksaan USG dilakukan karena faktor ekonomi. Hasil pemeriksaan USG terlihat tampak kepala janin kecil tidak sesuai dengan tahap tumbuh kembangnya. Dokter menggali informasi apakah di keluarga pasutri ada yang mengalami kelainan genetik? Terdapat keluarga pria yang mengalami down sindrom. Dokter menyatakan bahwa kemungkinan Janin tersebut mengalami mikrosefali yang

disebabkan karena adanya kelainan kromosom X.

Dokter memberikan edukasi kepada pasutri terkait tumbuh kembang janin yang ada di kandungannya, dokter menjelaskan jika nanti lahir, anak tersebut kemungkinan besar mengidap sindrom Down. Dokter menjelaskan secara detail terkait kelainan kromosom dari proses mitosis maupun meiosis. Pasutri dapat menerima edukasi yang dijelaskan oleh dokter dan mengatakan bahwa pasutri tersebut menerima apapun kondisi janin yang dikandungnya.

Sebagai seorang mahasiswa keperawatan tuliskan teori terkait struktur dan fungsi sel, antara lain:

- a. Struktur sel
- b. Replikasi, transkripsi, dan translasi
- c. Mitosis dan meiosis
- d. Fungsi sel
- e. Kimiawi sel

2. Jaringan dan Sistem Tubuh Manusia

Seorang atlet (Tn. A) usia 20 tahun mengalami keseleo saat pertandingan karate kejuaraan timnas berlangsung. Tim medis membawa Tn. A ke ruang fasilitas kesehatan untuk dilakukan penanganan segera untuk mengurangi masalah pada jaringan ototnya. Tn. A diberikan analgesic spray, di kompres es dan dilakukan pembidaian. Saat dilakukan pengkajian, Tn. A mengatakan rasa nyeri yang tak tertahankan, dengan skala nyeri 7, tampak bengkak dari pergelangan kaki sampai ke punggung kaki. Tim medis (dokter) menyarankan untuk istirahat supaya tidak menambah rasa nyeri, bengkak, atau rasa tidak nyaman.

Sebagai seorang mahasiswa keperawatan tuliskan teori terkait Jaringan dan sistem tubuh manusia, antara lain:

- a. Struktur jaringan tubuh
- b. Macam jaringan tubuh
 - 1) Jaringan epitel
 - 2) Jaringan connective
 - 3) Jaringan otot
 - 4) Jaringan saraf
- c. Organ pembentuk sistem tubuh

3. Sistem Integument

Seorang perempuan berumur 56 tahun datang ke poliklinik dengan keluhan bintil kemerahan di paha kiri sejak 2 minggu yang lalu. Awalnya timbul satu bintil kecil seperti bekas gigitan nyamuk, kemudian semakin hari semakin besar dan jumlahnya bertambah menjadi banyak. Bintil kemerahan dirasakan nyeri dan kadang kadang terasa gatal. Sudah diberi salep yang dibelinya di apotek tetapi keluhan tetap dirasakan.

Pada saat dilakukan pemeriksaan fisik oleh perawat didapatkan kemerahan pada paha, dan ditengahnya terdapat pustule dan jumlahnya banyak dengan ukuran bervariasi antara 1-2 cm. Pasien juga mengatakan nyeri dengan skala 7 (1-10). Nyeri dirasakan terus-menerus dan teraba hangat. Hasil pemeriksaan tanda-tanda vital didapatkan tekanan darah 130/80 mmHg, suhu tubuh 39°C, frekuensi nadi 90x/menit, dan frekuensi napas 24x/menit.

Sebagai seorang mahasiswa keperawatan tuliskan teori terkait sistem integument, antara lain :

- a. Struktur kulit
- b. Fungsi jaringan kulit
- c. Fungsi kulit dalam pengaturan keseimbangan cairan
- d. Fungsi kulit dalam pengaturan keseimbangan temperature

4. Sistem Muskuloskeletal

Ny. P (52 tahun) seorang karyawan perusahaan swasta, masuk di UGD RS Y diantar suaminya mengeluh tulang kering / patella kaki kanan sakit sekali, setelah tertabrak sepeda motor saat pulang kerja. Seorang perawat UGD melakukan pemeriksaan di dapatkan : Kaki kanan di bawah lutut bengkak, agak kebiru biruan, tidak bisa digerakan. Dilakukan pengukuran Vital sign : Tensi 130 x/ 80 mmhg, Nadi : 80 x/mt, Respirasi : 20 x/ mt, suhu : 37 derajat selcius. Kemudian diperiksa foto kaki, ada patah pada tulang patella kaki kanan. dokter : mengintruksikan diberi obat penahan rasa sakit, di anjutrkan modok di ruang bedah rumah sakit tersebut.

Sebagai mahasiswa keperawatan tuliskan teori terkait sistem muskuloskeletal, antara lain:

- a. Sistem Muskulo:
 - 1) Struktur otot mikroskopis
 - 2) Struktur otot makroskopis
 - 3) Otot-otot tulang aksial
 - 4) Otot-otot tulang appendikular
 - 5) Kontraksi otot

b. Sistem skeletal

- 1) Struktur dan fungsi tulang
- 2) Pembentukan tulang
- 3) Tulang-tulang aksial
- 4) Tulang-tulang apendikular
- 5) Persendian
- 6) Pergerakan sendi
- 7) Pengukuran rentang gerak sendi

5. Sistem Persarafan

Seorang pasien Ny. D usia 43 tahun dibawa ke RS karena stroke. Sebelum dibawa ke RS Pasien mengalami pusing hebat kemudian kejang. Pasien sudah mampu untuk mengunyah dan menelan makanan melalui oral, tetapi minum masih susah. Ny. D mengalami kelumpuhan sebelah kanan. Keluarga Ny. D mengatakan sebelumnya menderita tekanan darah tinggi. Ny. D mendapatkan diet bubur CVA, makan 3x sehari, 1 porsi habis, dari pagi sudah minum 4 gelas air belimbing. Keluarga mengatakan Ny. D selama diberi makan dan minum tidak muntah dan bisa menelan makanan. Pemeriksaan Foto kepala tanda infark di kedua lobus frontalis dan lobus temporalis. Sebagai mahasiswa keperawatan tuliskan teori terkait sistem persarafan, antara lain:

- a. Sistem saraf pusat
- b. Susunan saraf perifer
- c. Susunan saraf otonom
- d. Proses terjadinya reflex
- e. Pengujian fungsi saraf kranial
- f. Pengujian reflex

6. Sistem Sensori

Seorang anak usia 10 tahun dibawa orangtuannya ke poli THT dengan keluhan telinga terasa berdenging, pendengaran kurang jelas, serta keluar serumen warna kuning di telinga kanan. Orang tua mengatakan 2 hari yang lalu berenang di sungai yang airnya kotor. Pada saat di dilakukan pemeriksaan tampak adanya peradangan pada telinga kanan dan adanya serumen. Saat dilakukan cek pendengaran dengan tes bisping, pasien tidak jelas mendengar, saat dilakukan pemeriksaan tes garpu tala dengan tes Rinne, dengan hasil pasien mengalami gangguan pendengaran konduksi. Dokter meresepkan obat antibiotic tetes telinga dan obat tablet analgesik untuk mengurangi rasa nyeri/ ketidaknyamanan.

Sebagai seorang mahasiswa keperawatan tuliskan teori terkait Sistem Sensori, antara lain:

- a. Macam organ sensori
- b. Fungsi organ sensori
- c. Proses akomodasi
- d. Proses mendengar
- e. Pengujian fungsi penglihatan
- f. Pengujian fungsi pendengaran

7. Sistem Endokrin

Pasien Ny. Asih 65 tahun di antar anaknya ke rumah sakit X, akhir akhir ini sering gliyer kalau bangun dari duduk, badan lemes, walaupun banyak makan, sering haus dan sering kencing, sejak 1 minggu yang lalu ibu jari kaki kesandung, ada luka agak menghitam, kemudian di lakukan pemeriksaan vital sign : Tensi : 150 mmhg, Nadi : 100x/ mt, Suhu : 37 derajat Celsius, Respirasi : 20x/mt. dilakukan pemeriksaan Gula darah : 300 mg/dl . dokter mendiagnosa : Pasien menderita DM . dianjurkan opname di ruang peyakit dalam.

Sebagai mahasiswa keperawatan coba uraikan teori tentang system endokrin, antara lain :

- a. Macam kelenjar endokrin
- b. Fungsi kelenjar endokrin
- c. Mekanisme kerja hormon
- d. Mekanisme kerja enzim

8. Sistem Kardiovaskuler

Tn. Budi usia 56 tahun datang ke rumah sakit Ken Saras dengan keluhan nyeri dada sebelah kiri yang menjalar ke lengan kiri, leher dan rahang sebelah kiri. Selain nyeri Tn. Budi juga mengeluh sesak nafas dan dada berdebar-debar, keluar keringat dingin yang berlebihan sampai membasahi pakaian. Tn Budi juga merokok sejak usia muda dengan jumlah 2 bungkus setiap hari. Hasil pemeriksaan tanda vital didapatkan TD: 160/100 mmHg, HR: 68 x/mnt, RR: 26 x/mnt dan suhu 36,5 °C. Dokter menduga Tn Budi menderita penyakit Jantung.

Sebagai mahasiswa keperawatan tuliskan teori terkait Sistem kardiovaskuler, antara lain:

- a. Darah
 - 1) Fungsi darah
 - 2) Komposisi darah

- 3) Eritrosit
- 4) Platelet
- 5) Lekosit
- 6) Plasma

b. Jantung

- 1) Struktur jantung
- 2) Sirkulasi darah ke jantung
- 3) jantung
- 4) Sirkulasi fetal
- 5) Sirkulasi koroner
- 6) Sistem konduksi dan inervasi
- 7) Siklus jantung
- 8) Elektrokardiogram

c. Pembuluh darah dan darah

- 1) Pembuluh arteri, kapiler, dan vena
- 2) Prinsip sistem arteri
- 3) Prinsip sistem vena
- 4) Pengisian kapiler
- 5) Tekanan darah

9. Sistem Limpatik dan Kekebalan Tubuh

Seorang mahasiswa usia 22 tahun datang ke poli umum dengan keluhan utama demam hingga mengigil. Pasien mengatakan demam sudah dirasakan sejak 2 hari yang lalu. Keluhan tambahan saat dikaji, pasien mengatakan muntah, nyeri pada persendian, sakit kepala, dan sariawan sudah 1 bulan tidak sembuh. Dokter menginstruksikan Perawat untuk melakukan pemeriksaan fisik, didapatkan adanya pembengkakan kelenjar getah bening pada axila dan adanya ruam di kulit. Dokter curiga pasien terinfeksi virus HIV dan melakukan pengkajian lebih lanjut. Pasien mengatakan selama kuliah di Yogyakarta, pasien sering melakukan hubungan seks bebas sejak 2 tahun yang lalu dengan berganti pasangan.

Hasil pemeriksaan laboratorium dengan jenis pemeriksaan ELISA (*enzyme-linked immunosorbent assay*) didapatkan hasil HIV positif. Dokter merencanakan langkah dan jenis terapi pengobatan yang akan dijalani pasien.

Sebagai seorang mahasiswa keperawatan tuliskan teori terkait sistem limfatik dan kekebalan tubuh, antara lain :

- a. Struktur limfatik
- b. Nonspecific defenses
- c. Antibody-Mediated Immunity
- d. Cell-Mediated Immunity
- e. Reaksi penolakan transfusi

10. Sistem Pernafasan

Tn. Dodi (40 tahun) dirawat di Rumah Sakit (RS) sudah sejak 1 minggu yang lalu. Pada waktu masuk ke RS, datang dengan keluhan sesak nafas dan batuk berdahak. Tn. Dodi mengatakan bahwa batuk yang dialaminya sudah terjadi selama >3 minggu, dahak kental yang disertai darah dan tidak kunjung sembuh. Pada waktu malam hari Tn. Dodi juga mengeluhkan demam dan sering keluar keringat dingin pada malam hari . Sejak 1 bulan yang lalu Tn. Dodi menjadi tidak nafsu makan dan berat badannya semakin menurun. Hasil Vital sign : Tensi : 130/80 mmhg, Nadi : 110/x mt. Suhu : 37,5 derajat Celsius, Respirasi : 24x /mt. Dilakukan foto Thorax : ditemukan gambaran paru ada infiltrate pada lobus atas. Dokter mendiagnosa pasien mendrita TBC.

Sebagai mahasiswa keperawatan tuliskan teori terkait sistem pernafasan, antara lain:

- a. Pengertian Pernafasan
- b. Komponen sistem pernafasan
- c. Mekanisme pernafasan
- d. Volume pernafasan
- e. Transport gas
- f. Pengaturan pernafasan
- g. Spirometri

11. Sistem Pencernaan

Seorang Ibu memeriksakan anaknya yang bernama An. M (6 bulan) ke IGD dengan keluhan sulit BAB dan muntah – muntah. BB An. M saat ini 5,1 kg (BB Sebelumnya 5,5 kg). An. M mengalami sulit BAB sudah berlangsung sejak lama, bahkan menurut ibunya, saat An. Molly dilahirkan mekonium baru keluar setelah 2 hari dan itupun sedikit. Ibu An. M merasa bingung kenapa saat ini anaknya mengalami sulit BAB dan muntah – muntah, padahal An. M belum diberi makanan lain selain ASI. Selama ini setiap BAB selalu dibantu dengan obat pencahar.

Setelah itu feces dapat keluar kadang mencret, tetapi terkadang bentuk gepeng seperti pita. Pada pemeriksaan didapatkan distensi abdomen (+), pada foto abdomen tampak bayangan colon yang membesar (megacolon) pada colon desenden. Dokter merencanakan untuk melakukan pembedahan korektif pada An. M. Ibu An. M sangat gelisah setiap kali dokter dan perawat mendekati anaknya

Sebagai mahasiswa keperawatan tuliskan teori terkait sistem pencernaan, antara lain :

- a. Proses pencernaan
- b. Peritoneum
- c. Histologi dari saluran pencernaan
- d. Struktur dan fungsi dari saluran

12. Metabolisme dan Pengaturan Suhu

Seorang anak (laki-laki) usia 6 tahun di bawa ke IGD oleh orangtuanya dengan keluhan lemas. Orang tua mengatakan sudah 1 Minggu nafsu makan anak berkurang, muntah, demam dan sering mengeluh nyeri di bagian perut. Berat badan anak 18Kg (turun 2 Kg). Hasil pemeriksaan didapatkan data : Nadi 60x/menit, Respirasi 16x/menit, Suhu: 37,8⁰ C, pasien tampak lemas. Pasien mendapatkan terapi cairan NaCL 0.9 % 40tetes/menit. Untuk mengetahui kesetimbangan energi dokter mneginstruksikan perawat untuk menghitung *Body Mass Index* (BMI) atau Indeks Massa Tubuh (IMT) dan menghitung kebutuhan energy pasien dengan Basal Metabolic Rate (BMR).

Sebagai seorang mahasiswa keperawatan tuliskan teori terkait metabolisme dan pengaturan suhu, antara lain:

- a. Metabolisme
- b. Metabolisme karbohidrat
- c. Metabolisme lemak
- d. Metabolisme protein
- e. Pengaturan hormonal dalam metabolisme
- f. Pengaturan suhu
- g. Pengukuran suhu tubuh
- h. Pengukuran BMR

13. Sistem Perkemihan

Seorang pria berusia 52 tahun dibawa ke unit gawat darurat dengan nyeri pinggang kanan yang parah menjalar ke kuadran kanan bawah. Tekanan darahnya 154/96, denyut nadi 79 bpm, frekuensi pernapasan 24x/menit dan suhu 36,7 ° C. Skala Nyeri 8 / 10 setelah pemberian obat. Pasien tidak melaporkan mengalami nyeri dada, dispnea, demam atau gangguan fungsi usus dan kandung kemih. Riwayat kesehatannya termasuk rasa sakit yang sama di sisi kiri dua tahun sebelumnya yang didiagnosis sebagai batu ginjal. Dia keluar dari unit gawat darurat dengan harapan dia akan melewati batu itu secara alami. Hasil pemeriksaan UGD diperoleh yang menunjukkan batu 7mm di ureter proksimal kanan. Beberapa batu non-obstruksi berukuran 1-2mm juga ditemukan di parenkim ginjal kiri.

Sebagai seorang mahasiswa keperawatan tuliskan teori terkait sistem perkemihan

- a. Komponen sistem perkemihan
- b. Nephron dan fungsinya
- c. Konsentrasi urin
- d. Keseimbangan asam — basa
- e. Micturition
- f. Pengaturan keseimbangan cairan dan elektrolit dalam tubuh
 - 1) Distribusi air didalam tubuh
 - 2) Konsentrasi cairan
 - 3) Keseimbangan cairan
 - 4) Elektrolit
 - 5) Pengukuran berat jenis urin

14. Sistem Reproduksi

Sepasang pasutri usia subur datang ke rumah sakit dengan keluhan sudah 3 tahun menikah tetapi belum memiliki anak. Pasangan tersebut mengatakan bahwa mereka rutin melakukan hubungan seksual tetapi belum dikaruniai anak. Hasil pemeriksaan TTV pada pasangan tersebut menunjukkan hasil : Nadi (suami) 80x/menit, Nadi (istri) 85x/menit, Respirasi (suami) 18x/menit, Respirasi (istri) 18x/menit, TD (suami) 110/80 mmHg, TD (istri) 120/80 mmHg dan tidak ada kelainan fisik dan kelamin yang ditemukan. pasien menjelaskan ke dokter mendapatkan menstruasi pada tanggal 10 Oktober 2019 dengan daur menstruasi 28 hari. Dokter menyarankan untuk melakukan hubungan seksual kembali pada saat masa subur

Sebagai seorang mahasiswa keperawatan tuliskan teori terkait Sistem reproduksi, antara lain:

- a. Gamate formation
- b. Organ sex primer dan sekunder
- c. Sistem reproduksi laki-laki
- d. Sistem reproduksi perempuan
- e. Siklus hormonal perempuan
- f. Fertilisasi dan kehamilan

DASAR-DASAR ANATOMI DAN FISILOGI TUBUH MANUSIA

A. PENDAHULUAN

Anatomi berasal dari bahasa Latin, yaitu: ANA yang berarti bagian, memisahkan dan TOMI yang artinya iris atau potong. ANATOMI adalah ilmu yang mempelajari bentuk dan susunan tubuh, baik secara keseluruhan maupun bagian-bagian serta hubungan alat tubuh yang satu dengan yang lainnya.

Fisiologi berasal dari bahasa Latin, yaitu: FISIO yang artinya alam atau cara kerja dan LOGOS yang artinya ilmu pengetahuan. FISILOGI adalah ilmu yang mempelajari faal atau pekerjaan dari tiap-tiap jaringan tubuh atau bagian-bagian dari alat-alat tubuh dan sebagainya dalam keadaan normal.

Anatomi – Fisiologi memiliki arti ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang susunan atau potongan tubuh dan bagaimana alat tubuh tersebut bekerja.

Tujuan Pembelajaran Ilmu Anatomi dan Fisiologi yaitu untuk menjelaskan faktor-faktor fisika dan kimia yang bertanggung jawab terhadap asal-usul perkembangan dan kemajuan kehidupan virus/bakteri yang paling sederhana sampai manusia yang paling rumit dan mempunyai karakteristik fungsional sendiri. Fisiologi manusia berhubungan dengan sifat spesifik dan mekanisme tubuh manusia yang membuat manusia sebagai makhluk hidup mencari makanan sewaktu lapar, mencari perlindungan, mencari hubungan dengan orang lain dan berkembang biak, terjadi secara otomatis

B. ANATOMI DAN FISILOGI MANUSIA

1. Anatomi

a. Subdivisi Anatomi

1) Anatomi Makroskopik

Adalah ilmu mengenai struktur tubuh yang dipelajari melalui observasi atau pembedahan tanpa menggunakan mikroskop. Ada dua pendekatan untuk mempelajari anatomi makroskopik

- a) Pendekatan sistemik : tubuh manusia dipelajari dalam sistem yang berbeda-beda (osteologi, artrologi, miologi, sistem respirasi, sirkulasi, dll).
- b) Pendekatan regional : tubuh manusia dipelajari di bagian per bagian (kepala, tubuh, toraks, ekstremitas, dll).

2) Anatomi Histologi (Mikroskopik)

Ilmu mengenai struktur tubuh yang di pelajari melalui observasi dengan menggunakan mikroskop cahaya. (pembesaran 1,000-2000 kali)

Contoh : Sel, Jaringan, organ tubuh yang lain

3) Anatomi ultraskopik

Ilmu mengenai struktur tubuh yang di pelajari ultrastruktur sel menggunakan mikroskop elektron (Pembesaran 1.000.000 kali)

Contoh : Mitokondria, Ribosom, lisosom

4) Anatomi radiografi

Ilmu mengenai struktur tubuh dengan menggunakan sinar x atau tehnik penyinaran lain

Contoh : Melihat jenis fraktur, Melihat penyumbatan pembuluh darah otak
Ct. Scan.

5) Sitologi

Sitologi adalah ilmu mikroskopik mengenai struktur sel individu.

6) Embriologi dan Fetologi

Embrional dan Fetologi adalah ilmu mengenai pertumbuhan dan perkembangan dari saat konsepsi sampai kelahiran.

7) Anatomi Perkembangan

anatomi perkembangan adalah ilmu mengenai perkembangan dan diferensiasi struktur di sepanjang kehidupan suatu organism.

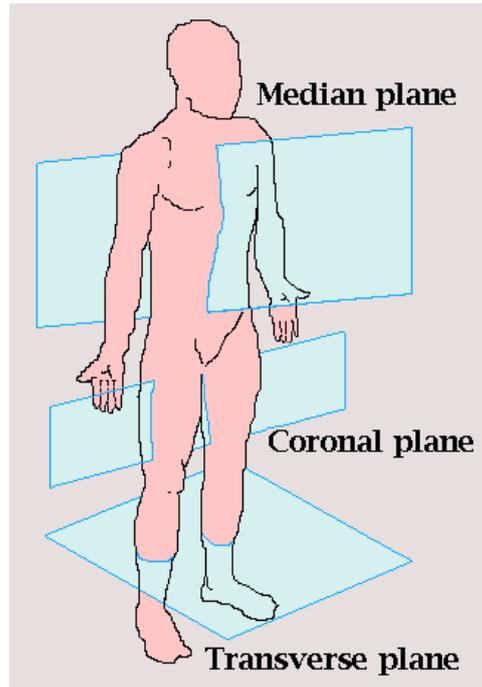
8) Patologi (anatomi patologis)

Patologi (anatomi patologis) adalah ilmu mengenai struktur tubuh dan perubahan yang berkaitan dengan penyakit atau cedera

b. Posisi Anatomi

Syarat posisi anatomi:

- 1) Berdiri dengan tegak, dengan kepala, kedua mata, dan jari kaki menghadap ke depan.
- 2) Kedua tangan di sisi tubuh dengan telapak tangan terbuka ke depan.
- 3) Kedua kaki rapat dan mengarah ke depan.



Gambar 1. Posisi Anatomi

c. Nomenklatur Anatomi (Istilah-istilah Anatomi)

Beberapa kata latin yang penting diketahui dalam anatomi seperti :

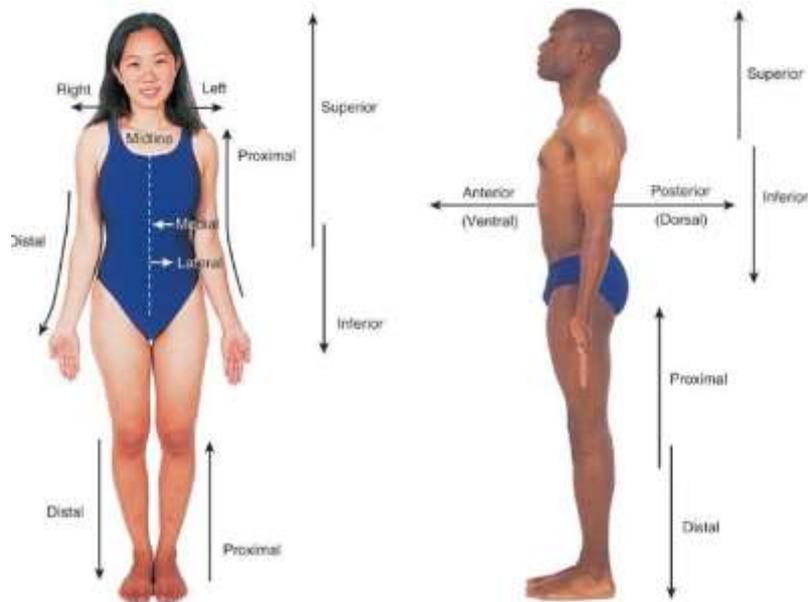
- 1) Kata sifat yang menyatakan bidang
 - a) Medianus : Bidang yang membagi tubuh dalam dua bagian yang sama (kiri dan kanan).
 - b) Sagitalis : Selalu dekat dengan bidang medianus
 - c) Frontalis : Bidang yang tegak lurus terhadap bidang sagitalis dan sejajar dengan permukaan perut.
 - d) Transversalis : Bidang yang melintang tegak lurus pada arah panjang badan



Gambar 2. Sifat yang menyatakan bidang

- 2) Kata sifat yang menyatakan arah
 - a) Superior(atas) atau kranial : lebih dekat pada kepala.
Contoh : Mulut terletak superior terhadap dagu.
 - b) Inferior(bawah) atau kaudal : lebih dekat pada kaki.
Contoh : Pusing terletak inferior terhadap payudara.
 - c) Anterior(depan) : lebih dekat ke depan. Posisi anatomi Sifat yang menyatakan bidang⁴
Contoh : Lambung terletak anterior terhadap limpa.
 - d) Posterior(=belakang) : lebih dekat ke belakang.
Contoh : Jantung terletak posterior terhadap tulang rusuk.
 - e) Superfisial : lebih dekat ke/di permukaan.
Contoh : Otot kaki terletak superfisial dari tulangnya.
 - f) Profunda : lebih jauh dari permukaan.
Contoh : Tulang hasta dan pengumpul terletak lebih profunda dari otot lengan bawah.
 - g) Medial(dalam) : lebih dekat ke bidang median.
Contoh : Jari manis terletak medial terhadap jari jempol.
 - h) Lateral(luar) : menjauhi bidang median.
Contoh : Telinga terletak lateral terhadap mata.
 - i) Proksimal(atas) : lebih dekat dengan batang tubuh atau pangkal.
Contoh : Siku terletak proksimal terhadap telapak tangan.

- j) Distal(bawah) : lebih jauh dari batang tubuh atau pangkal.
 Contoh : Pergelangan tangan terletak distal terhadap siku.



Gambar 3. Arah anatomi terhadap tubuh

- 3) Kata benda yang menyatakan bangunan 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
- 4) Kata benda yang menyatakan bangunan lengkung :
- Fossa : Nama umum
 - Fossula : Fossa yang kecil
 - Fovea : Fossa yang kecil
 - Foveola : Fovea yang kecil
 - Sulcus : Alur
 - Incisura : Takik
- 5) Kata benda yang menyatakan lobang, saluran dan ruangan :

- a) Foramen : Lubang
 - b) Fissura : Celah
 - c) Apertura : Pintu
 - d) Canalis : Saluran
 - e) Ductus : Pembuluh
 - f) Meatus : Liang
 - g) Cavum : Rongga
 - h) Cellula : Ruang kecil
- 6) Arah gerakan :
- a) Fleksi dan ekstensi
 - (1) Fleksi adalah gerak menekuk atau membengkokkan.
 - (2) Ekstensi adalah gerakan untuk meluruskan.
 - (3) Contoh: gerakan ayunan lutut pada kegiatan gerak jalan.
 - b) Adduksi dan abduksi
 - (1) Adduksi adalah gerakan mendekati tubuh.
 - (2) Abduksi adalah gerakan menjauhi tubuh.
 - (3) Contoh: gerakan membuka tungkai kaki pada posisi istirahat di tempat merupakan gerakan abduksi (menjauhi tubuh). Bila kaki digerakkan kembali ke posisi siap merupakan gerakan adduksi (mendekati tubuh).
 - c) Elevasi dan depresi
 - (1) Elevasi merupakan gerakan mengangkat.
 - (2) Depresi adalah gerakan menurunkan.
 - (3) Contohnya: Gerakan membuka mulut (elevasi) dan menutupnya (depresi) juga gerakan pundak keatas (elevasi) dan kebawah (depresi)
 - d) Inversi dan eversi
 - (1) Inversi adalah gerak memiringkan telapak kaki ke dalam tubuh.
 - (2) Eversi adalah gerakan memiringkan telapak kaki ke luar.
 - (3) Juga perlu diketahui untuk istilah inversi dan eversi hanya untuk wilayah di pergelangan kaki.
 - e) Supinasi dan pronasi
 - (1) Supinasi adalah gerakan menengadahkan tangan.
 - (2) Pronasi adalah gerakan menelungkupkan.
 - (3) Juga perlu diketahui istilah supinasi dan pronasi hanya digunakan untuk wilayah pergelangan tangan saja

f) Endorotasi dan eksorotasi

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

(2) Sedangkan eksorotasi adalah gerakan rotasi ke luar.

2. Fisiologi adalah ilmu mengenai fungsi dari tubuh yang hidup.

a. Seperti ilmu anatomi, ilmu fisiologi juga mencakup bidang-bidang khusus mengenai fungsi sistem organ tertentu. Misalnya neurofisiologi, kardiologi, atau fisiologi reproduksi.

b. Ilmu mengenai fisiologi didasarkan pada fungsi selular dan molekuler. Untuk mempelajarinya diperlukan pengetahuan mengenai prinsip dasar kimia dan fisika.

3. Beberapa tokoh historis di bidang anatomi dan fisiologi antara lain:

a. Hippocrates (460-375 SM), pendiri sekolah pengobatan tertua di Yunani. Juga dikenal sebagai "Bapak Pengobatan". Ia memberikan suatu dasar ilmiah di bidang praktik medis dan namanya dihubungkan dengan sumpah Hippocratic, yang menjadi pedomanetik profesi kedokteran.

b. Aristoteles (384-322 SM), adalah ahli anatomi komparatif pertama yang memahami hubungan antara struktur dan fungsi. Ia membuat klasifikasi sistematis tentang binatang.

c. Galen (131-201), dianggap sebagai tokoh terpenting dalam sejarah pengobatan setelah Hippocrates: ia adalah ahli fisiologi eksperimental pertama. Bukunya, *Uses of the Parts of the Body of Man*. Memperlihatkan bagaimana organ-organ tubuh terkonstruksi dengan sempurna dan beradaptasi sesuai dengan fungsinya.

d. Leonardo Da Vinci (1451-1519) adalah seorang seniman, insinyur, penemu, dan ilmuwan yang telah mewariskan gambar-gambar mengenai kerja otot dan aktivitas kardiovaskular.

e. Andreas Vesalius (1514-1564) adalah seorang guru dan ahli bedah yang menulis *Humani Corporis Fabrica Libri Septem* (Tujuh buku mengenai Struktur Tubuh Manusia) yang menjadi dasar anatomi dan fisiologi modern.

f. William Harvey (1578-1657) salah satu ahli anatomi yang paling terkenal di sepanjang sejarah. Menemukan proses sirkulasi darah suatu kejadian penting

KASUS I

STRUKTUR DAN FUNGSI SEL

A. PENGERTIAN SEL

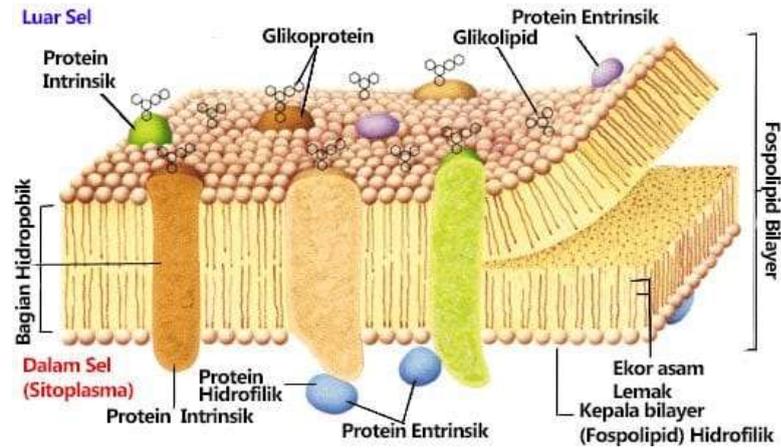
1. Sel berasal dari bahasa latin yaitu cellula yang berarti ruang kecil. Istilah tersebut diberikan oleh ahli fisika-matematika dan arsitek kebangsaan inggris, Robert Hooke pada tahun 1665, ia mula-mula menggunakan istilah tersebut ketika ia memeriksa irisan gabus botol dibawah mikroskop,ia melihat adanya unit-unit terkecil yang dibatasi oleh dinding-dinding pada penampang gabus tersebut.
2. Sel merupakan unit(satuan) terkecil dari makhluk hidup yang dapat melaksanakan kehidupan. Secara struktural,tubuh makhluk hidup tersusun atas sel-sel sehingga sel disebut satuan struktural makhluk hidup. Secara Fungsional, tubuh makhluk hidup dapat menyelenggarakan kehidupan jika sel-sel penyusun itu berfungsi. Karena itu sel juga disebut satuan fungsional makhluk hidup. Sel mengandung arti genetik, sifat makhluk hidup dapat diwariskan kepada keturunan (Cartono dan Hizqiyah, 2010,hlm. 7)
3. Sel merupakan dasar satuan hidup tubuh manusia, **setiap** sel berbeda digabungkan oleh struktur penyokong intrasel. Jumlah semua sel dalam tubuh lebih kurang 75 triliun. Umur kehidupan sel berbeda, misalnya leukosit bertahan selama hidup manusia, sedangkan eritrosit hanya dapat bertahan selama 14 hari. Tiap-tiap jenis sel secara khusus beradaptasi untuk melakukan fungsi tertentu yang berbeda satu dengan yang lain (Syaifudin, 2016).

B. STRUKTUR SEL

Sel mengandung struktur fisik yang sangat terorganisir yang dinamakan organel. Organel sel yang penting adalah membrane sel, plasma sel, inti sel (nucleus), inti dari inti sel (nukleolus), dan kromatin. Didalam sel terdapat 3 komponen utama, yaitu: membrane sel, plasma sel (sitoplasma), dan mitokondria (Syaifudin, 2016).

1. Membrane sel

membrane sel merupakan struktur elastis yang sangat tipis yaitu 7,5-10 nm. Hampir seluruhnya terdiri atas keping-keping halus yang merupakan gabungan protein dan lemak dan tempat lewatnya berbagai zat keluar-masuk sel (Syaifudin, 2016).



Gambar 1. Membran sel

a. Fungsi membrane sel

Syaifudin (2016), menjelaskan bahwa fungsi membrane sel terbagi menjadi tiga, yaitu sebagai berikut:

1) Komunikasi antar sel

Adanya transmitter, enzim, nutrient, dan antibodi dalam cairan ekstrasel memungkinkan adanya hubungan antarsel.

2) Merangsang dan mengakibatkan potensial aksi serta banyak reseptor yang dapat mengenali messenger kimia. pada cairan intrasel muatan kation (kalium = K^+) dan anion PO_4 dan asam amino. Cairan ekstrasel kation utama (natrium = Na^+) dan anion utama (Klorida = Cl^-)

3) permeabilitas selektif sebagai filter yang selektif dan alat transportasi aktif nutrient dan pengeluaran sisa metabolisme yang tergantung pada:

- a) Substansi lipid nonpolar dan hidrofobik lebih mudah melewati membrane
- b) Semakin besar molekul kimia, semakin sulit melewati membran sel seperti protein.
- c) Substansi membrane sel permeable untuk substansi polar dan bermuatan listrik, ion yang tidak melewati fosfolipid berlapis ganda dengan bantuan protein.

b. Mekanisme kerja membrane

Syaifudin (2016), menjelaskan pergerakan dari substansi melewati membrane sel melalui cara:

1) Proses aktif

Terjadi jika suatu substansi yang melewati membrane membutuhkan energy dari sel yang termasuk dalam proses aktif.

a) Transpor aktif primer

Pergerakan ion/ molekul melalui membrane permeable dari konsentrasi rendah ke konsentrasi lebih tinggi dengan menggunakan pompa protein dan energy dari pemecahan ATP.

b) Transpor aktif sekunder

Pergerakan simultan dari dua substansi melalui membrane dengan menggunakan perbedaan konsentrasi natrium atau potensial membrane.

c) Transpor vesikuler

Tergantung pada transport zat dalam ikatan membrane vesikel dan dapat dilalui molekul berukuran besar serta permeabilitas membrane menjadi rendah.

2) Proses pasif

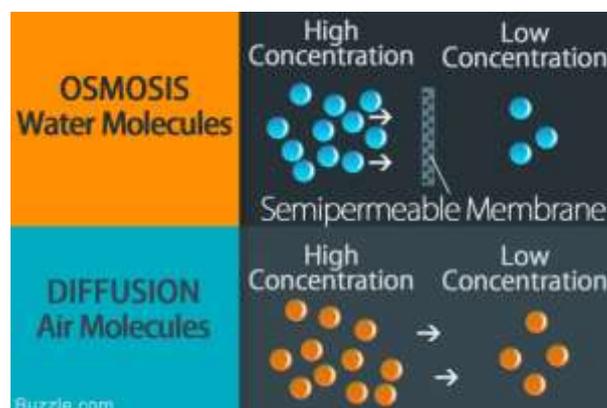
Terjadi apabila substansi menembus membrane sel tanpa membutuhkan energy dari sel. Jenis yang termasuk dalam proses ini adalah difusi dan osmosis.

a) Difusi

Pergerakan acak molekul dan ion dari lokasi dengan konsentrasi tinggi ke lokasi lebih rendah. kecepatan difusi dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi zat terlarut.

b) Osmosis

Difusi cairan kemembran semipermeable dari konsentrasi zat terlarut rendah atau konsentrasi air tinggi ke bagian konsentrasi air rendah, misalnya pergerakan air menuju dinding plasma untuk mempertahankan keseimbangan sel.



Gambar 2. Perbedaan Difusi dan Osmosis

2. Sitoplasma

Sitoplasma merupakan cairan koloid encer yang mengisi ruang diantara nucleus dan membrane sel. Plasma mengandung 80-90% air dan berbagai zat yang terlarut didalamnya.

a. Fungsi sitoplasma

Tugas utama sitoplasma adalah menyokong dan memastikan keamanan molekul seluler dan organel yang berada di dalamnya. Organel sendiri adalah struktur seluler kecil dalam sitoplasma yang melakukan fungsi spesifik pada sel prokariotik (bakteri) dan sel eukariotik (pada tanaman, hewan, dan manusia). Selain itu, sebagai bagian sel yang berbentuk cairan, sitoplasma juga memainkan peran sebagai berikut:

- 1) Membantu memindahkan senyawa-senyawa di dalam sel.
- 2) Melarutkan sisa metabolisme sel.
- 3) Menjadi area berkegiatan di dalam sel melalui proses yang disebut *streaming* sitoplasma. Hal ini disebabkan oleh adanya kandungan garam dalam sitoplasma sehingga cairan di dalamnya dapat mengonduksi sinyal listrik untuk menopang kegiatan sel dengan sangat baik.
- 4) Transportasi materi genetik. Dengan adanya sitoplasma, materi genetik tersebut dipastikan aman dan tidak rusak bahkan ketika mereka bertabrakan di dalam sel.

b. Bahan-bahan yang terdapat dalam plasma antara lain:

1) Bahan anorganik

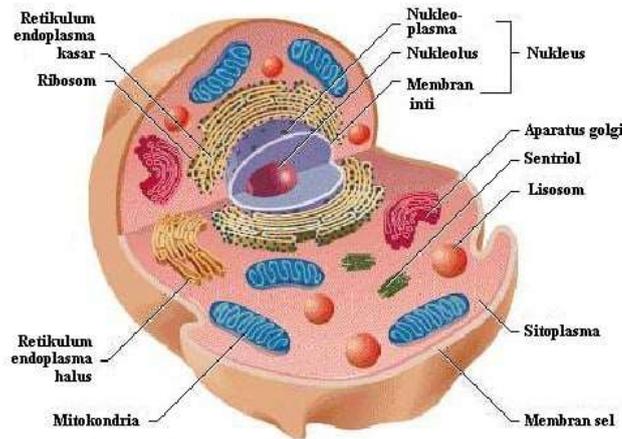
Yang termasuk dalam bahan anorganik adalah: garam, mineral, air, oksigen, karbondioksida, dan amoniak

2) Bahan organik

Yang termasuk dalam bahan organik adalah: karbohidrat, lemak, protein, vitamin, dan asam nukleat berupa asam ribosom nukleat (RNA)

3) Aparatus sel

Aparatus sel merupakan organel sel yang terdiri atas ribosom, retikulo endoplasma, mitokondria, sentrosom, aparatus golgi, dan lisosom.



Gambar 3. Sitoplasma

a) Retikulum endoplasma (RE)

Jika dilihat dengan mikroskop bagian dari sitoplasma ini berbentuk seperti membran yang berkelok-kelok dengan tujuan menghasilkan energi bagi sel. Retikulum endoplasma terdiri atas dua jenis, yaitu RE kasar (permukaannya dilapisi ribosom) dan RE halus (tidak dilapisi ribosom). Retikulum endoplasma berfungsi membentuk jaringan, menyediakan enzim-enzim di sepanjang RE, dan transportasi berbagai zat. Ia juga merupakan salah satu komponen sel yang dibutuhkan untuk membentuk fosfolipid, kolesterol, dan karbohidrat.

b) Aparatus golgi

Aparatus atau badan golgi memiliki bentuk lempengan cembung seperti kantung dan sangat aktif pada sel-sel sekresi, seperti pankreas maupun kelenjar ludah. Organel ini bertugas membawa zat-zat yang dihasilkan oleh RE (biasanya berbentuk protein) menuju membran sel.

c) Ribosom

Organel ini berbentuk butiran yang tersusun atas *ribonucleic acid* (RNA) dan protein serta memiliki fungsi sebagai sintesis protein. Ribosom dapat bergerak bebas di dalam sitoplasma ataupun melekat pada RE, kemudian membelah dan membentuk hemoglobin dalam eritroblas yang selanjutnya akan menjadi eritrosit.

d) Mitokondria

Bagian sitoplasma ini bisa dibilang sebagai pabrik energi sel karena ia bertugas mengubah lemak menjadi karbohidrat sehingga timbul energi dalam bentuk ATP. Pada mitokondria terdapat enzim yang mampu

melepas energi dalam bentuk makanan pada proses respirasi sel, menyaring energi dari zat gizi, dan menyediakan zat yang dibutuhkan oleh semua bagian sel.

e) Lisosom

Bentuk lisosom seperti kantong oval atau bulat serta dilapisi oleh membran. Lisosom mengandung enzim yang dapat mencerna fosfolipid, lipid, dan protein, serta berfungsi sebagai pengurai organel sel yang telah rusak.

f) Peroksisom

Ukuran peroksisom mirip dengan lisosom dan biasanya mengandung satu atau lebih enzim yang terlibat dalam reaksi oksidasi menghasilkan hidrogen peroksida (H_2O_2). Oleh peroksisom, hidrogen peroksida digunakan untuk reaksi oksidasi lain atau diuraikan menjadi air dan oksigen. Salah satu tugas organel pada sitoplasma ini adalah mengoksidasi asam lemak panjang menjadi lebih pendek. Setelah dipendekkan, asam lemak itu dibawa ke mitokondria untuk oksidasi sempurna. Pada sel hati dan ginjal manusia, peroksisom juga berfungsi mendetoksifikasi berbagai molekul beracun yang memasuki darah, misalnya alkohol.

3. Inti sel

Inti sel sebagai pengawasan sel, berfungsi mengawasi reaksi kimia yang terjadi dalam sel dan reproduksi sel. Tiap-tiap sel menerima satu dari dua pasang gen. Fungsi inti sel mengatur pembelahan sel dan memproduksi ribosom bersama asam nukleat yang disebut ARN ribosom. Inti sel juga mengandung enzim berupa DNA polimerase (enzim dalam sel darah putih) dan enzim yang digunakan dalam proses glikolisis. Inti dari intisel atau dikenal sebagai nukleolus merupakan suatu struktur protein sederhana yang mengandung RNA (asam ribonukleat) dalam jumlah yang besar. nukleolus akan membesar bila sel aktif menyintesis protein (Syarifudin, 2016).

4. Kromatin

Kromatin adalah jalinan benang-benang halus dalam plasma inti, benang ini berpilin longgar diselaputi oleh protein. Sel mengalami pembelahan kromatin memendek dan membesar yang disebut kromosom. Kromosom terdiri atas serat-serat (fibrin) halus yang dibentuk oleh dua macam molekul asam deokiribosa nukleat (DNA) dan protein berupa histon (Syarifudin, 2016).

C. REPLIKASI, TRANSKRIPSI, DAN TRANSLASI

DNA, Deoxyribose Nucleic Acid adalah asam nukleotida, biasanya dalam bentuk heliks ganda yang mengandung instruksi genetik yang menentukan perkembangan biologis dari seluruh bentuk kehidupan sel. DNA berbentuk polimer panjang nukleotida, mengkode barisan residu asam amino dalam protein dengan menggunakan kode genetik, sebuah kode nukleotida triplet.

1. Replikasi DNA

Replikasi atau duplikasi atau disebut juga sintesis DNA artinya satu untai (single strand) DNA mencetak satu untai pasangannya. Replikasi berlangsung dalam inti pada saat fase S dari siklus sel. Replikasi DNA biasanya terjadi secara semikonservatif. Hal ini yang menyebabkan DNA baru membawa informasi yang persis sama dengan DNA induk atau cetakan. Pertumbuhan rantai atau sintesis DNA terjadi dari arah ujung 5 ke ujung 3 (dengan lambang 5'-->3') dan dari arah ujung 3 ke ujung 5 (dengan lambang 3'-->5') dari untai DNA.

Pertumbuhan rantai yang berlawanan tersebut menandakan bahwa dua untai anak disintesis pada masing-masing garpu replikasi dan berjalan ke arah yang berlawanan. Oleh karena itu arah pertumbuhan rantai harus dari arah 5'--> 3' untuk satu untai anak dan dari 3'-->5' untuk untai anak yang lainnya. Utas-utas pendek pada untai anak tersebut dihubungkan oleh enzim ligase DNA. Sintesis untai anak pada arah 5'--> 3' dan 3'--> 5' memiliki perbedaan laju pertumbuhan, dimana arah 5' -->3' merupakan untai cepat atau untai yang disintesis secara kontinyu atau untai utama (leading strand) dan 3'--> 5' merupakan untai lambat atau untai yang disintesis secara pendek-pendek seutas demi seutas (lagging strand) yang dibangun oleh *fragmen Okazaki* yang dibuat oleh kelompok enzim khusus yang disebut primase. Pada arah 5'-->3' untai anak langsung ditambahkan ke polinukleotida sehingga proses pertumbuhan rantai berlangsung cepat. Sedangkan pada arah 3'-->5' untai anak tidak langsung ditambahkan ke polinukleotida sehingga proses pertumbuhan rantai akan berlangsung lebih lambat.

2. Transkripsi

Transkripsi merupakan proses pengkopian atau penyalinan molekul DNA menjadi utas RNA yang komplementer atau merupakan tahap awal dari kompleksitas ekspresi gen. Prosesnya berlangsung didalam inti. Transkripsi

diatur oleh enzim RNA polimerase. RNA polimerase menghubungkan nukleotida bersama-sama dengan mengkatalisis pembentukan ikatan fosfodiester internukleotida. RNA polimerase dalam membuat RNA menggunakan DNA untai tunggal. Setiap gen hanya mengendalikan satu protein, maka dianggap hanya satu untai RNA yang dibuat. Sintesis RNA terjadi dalam satu arah yaitu rantai RNA tumbuh hanya dari arah 5' -->3'.

RNA polimerase dapat mengenal promotor. Sub unit (sigma) berfungsi untuk mengenal sinyal awal sepanjang molekul DNA yang disebut promotor. Jika sub unit ini tidak ada, sintesis RNA terjadi secara random sehingga terjadi kesalahan memulainya. Jika sub unit ini ada, tempat memulai sintesis RNA menjadi benar. DNA dibuka dan dililitkan kembali oleh RNA polimerase. RNA polimerase membuka DNA dan langsung melakukan pemanjangan rantai RNA. Bagian awal rantai RNA yang sedang tumbuh masih merupakan hibrid RNA-DNA sepanjang 12 pasangan basa dan kemudian berakhir bila rantai-rantai RNA meninggalkan DNA "template". Setelah itu dua unit DNA melilit kembali menjadi heliks ganda pada terminator. Pada terminator itu RNA polimerase dan RNA dilepaskan dari kompleks enzim-DNA-RNA.

Laju transkripsi dari gen tertentu berubah menurut kebutuhan sel dalam bermacam kondisi pertumbuhan. Pada *E. coli*, regulasi transkripsi sering dikendalikan oleh protein yang mengikat pada DNA dekat atau dalam bagian promotor. Kehadiran protein tersebut dapat meningkatkan atau menurunkan laju sintesis RNA. Protein tersebut dapat sebagai represor atau aktivator. Kedua protein tersebut dihasilkan oleh gen regulator. Protein reseptor akan berikatan pada DNA dekat atau dalam bagian promotor yang sifatnya menghambat pelekatan RNA polimerase pada promotor sehingga menghambat inisiasi transkripsi, sedangkan protein aktivator akan berada pada DNA dekat atau dalam bagian promotor yang sifatnya merangsang aktivitas RNA polimerase sehingga inisiasi transkripsi dapat berlangsung.

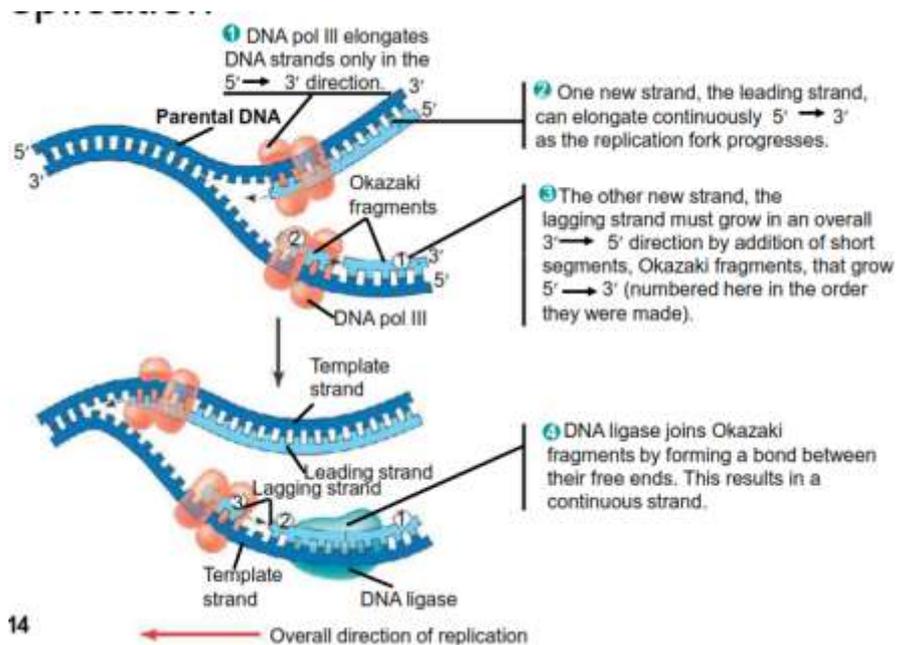
3. Translasi

Translasi merupakan proses penerjemahan kodon-kodon pada mRNA menjadi polipeptida. Hanya mRNA yang akan disintesis menjadi protein sedangkan tRNA dan rRNA tidak disintesis menjadi protein. Translasi berlangsung pada ribosom, didalam proses translasi kode-kode genetik merupakan aturan yang penting. Urutan nukleotida mRNA dibawa dalam gugus tiga – tiga. Setiap gugus tiga disebut kodon. Dalam translasi, kodon dikenali oleh lengan antikodon yang

terdapat pada tRNA. Proses translasi dimulai dari menempelnya ribosom sub unit kecil ke mRNA.

Penempelan terjadi pada tempat tertentu yaitu pada 5'-AGGAGGU-3', sedang pada eukariot terjadi pada struktur tudung. Ribosom bergeser ke arah 3' sampai bertemu dengan kodon AUG. Kodon ini menjadi kodon awal. Asam amino yang dibawa oleh tRNA awal adalah metionin. Tahap selanjutnya adalah penempelan sub unit besar pada sub unit kecil menghasilkan dua tempat yang terpisah. Tempat pertama adalah tempat P (peptidil) yang ditempati oleh tRNA yang membawa metionin. Tempat kedua adalah tempat A (aminoasil) yang terletak pada kodon ke dua dan kosong. Proses elongasi terjadi saat tRNA dengan antikodon dan asam amino yang tepat masuk ke tempat A. Akibatnya kedua tempat di ribosom terisi, lalu terjadi ikatan peptide antara kedua asam amino. Ikatan tRNA dengan metionin lalu lepas, sehingga kedua asam amino yang berangkai berada pada tempat A. Ribosom kemudian bergeser sehingga asam amino-asam amino-tRNA berada pada tempat P dan tempat A menjadi kosong.

Selanjutnya tRNA dengan antikodon yang tepat dengan kodon ketiga akan masuk ke tempat A, dan proses berlanjut seperti sebelumnya. Proses translasi akan berhenti bila tempat A bertemu kodon akhir yaitu UAA, UAG, UGA. Kodon-kodon ini tidak memiliki tRNA yang membawa antikodon yang sesuai. Selanjutnya masuklah release factor (RF) ke tempat A dan melepaskan rantai polipeptida yang terbentuk dari tRNA yang terakhir. Kemudian ribosom pecah menjadi sub unit kecil dan besar.



Gambar 4. Replikasi, Transkripsi, Dan Translasi

D. MITOSIS DAN MIOSIS

Reproduksi sel terbagi menjadi dua cara yaitu mitosis dan meiosis. Mitosis adalah proses pembagian sel dimana hasilnya adalah dua sel anak yang identik. Sedangkan meiosis, adalah pembagian sel yang menghasilkan empat gamet, masing – masing memiliki jumlah kromosom setengah dari sel induknya. Berikut ini perbedaan lainnya antara mitosis dan meiosis.

Tabel 1. Perbedaan Mitosis dan Miosis

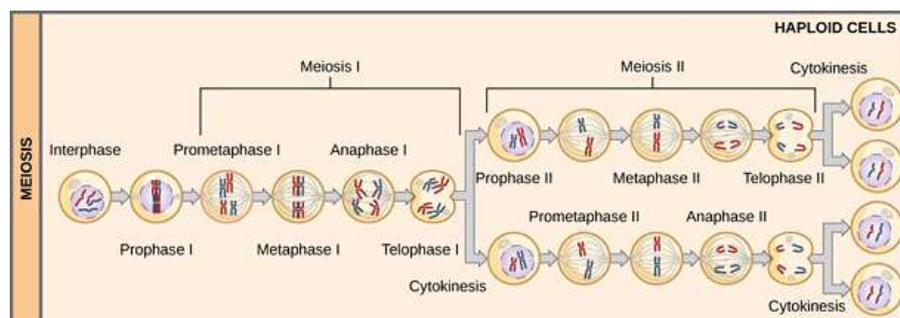
	Mitosis	Meiosis
Definisi	Bagian dari pembelahan sel, dimana kromosom di dalam nukleus terbelah menjadi 2 set kromosom yang identik, masing - masing memiliki nukleus	Pembelahan sel yang mengurangi jumlah kromosom menjadi setengahnya. Proses ini terjadi di setiap reproduksi seksual
Tipe Reproduksi	Aseksual	Seksual
Terjadi pada	Semua Organisme	Manusia, Hewan, Tumbuhan, Jamur

Percampuran Genetik	Tidak	Ya
Kode Genetik (Sifat sel anak dan sel induk)	Identik	Berbeda
Fungsi	Reproduksi Sel, pertumbuhan dan perbaikan sel tubuh	Pembeda genetik lewat reproduksi seksual
Jumlah Pembagian	1	2 (Meiosis I, Meiosis II)
Jumlah Sel yang dihasilkan	2 sel diploid (2n)	4 sel haploid (n)
Jumlah Kromosom	Tetap	Setengahnya
Fase	Prophase Prometaphase Metaphase Anaphase Telophase	(Meiosis I) Prohase I Metaphase I Anaphase I Telophase I (Meiosis II) Prophase II Metaphase II Anaphase II Telophase II
Karyokinesis	Terjadi di Interphase	Terjadi di Interphase I
Cytokinesis	Terjadi di Telophase	Terjadi di Telophase I dan Telophase II
Pemisahan Centromeres	Centromeres terpisah saat anaphase	centromeres tidak terpisah saat anaphase I, namun terpisah saat anaphase II
Membuat sel	Semua sel kecuali sel seksual (sperma dan ovum)	Sel seksual (sperma dan ovum)
Pembentukan tetrad	Tidak terjadi	Pada profase I

Ilmuan yang menemukan	Walther Flemming	Oscar Hertwig
-----------------------	------------------	---------------

Pada mitosis terdapat 4 fase yaitu: profase, metafase, anafase dan telofase. Pada sel tumbuhan terdapat fase tambahan yaitu preprofase yang terjadi sebelum profase.

- Profese. Pada fase ini terjadi perubahan pada nukelaus dan sitoplasma. Benang kormatin pada nukleus akan memendek dan menebal membentuk kromosom. Tiap lengan kromosom terduplikasi menjadi dua kromatid yang kembar dan terikat pada sentromer. Selama fase ini nukleolus dan membran nukleus akan menghilang. Mendekati akhir profase, terbentuk spindel yang terdiri atas mikrotubula dan protein. Akhirnya, kromosom ganda akan menempatkan diri pada area equatorial.
- Metafase. Kromosom akan tersebar di bidang tengah dari sel. Salah satu ciri khas pada fase ini adalah kromosom yang tersusun rapi sepanjang bidang equator. Benang spindel akan terlihat tipis. Kromosom akan menuju ke tengah sel dan berkumpul pada bidang pembelahan dan menggantung melalui sentromer.
- Anafase. Sentromer akan terbelah , dan kedua kromatid akan memisahkan diri lalu bergerak ke arah kutub sel dari kedua spindel secara berlawanan Pada akhir fase semua kromatida terledak pada kutub masing- masing. Semua kromosom yang terbentuk akan berlaku sebagai kromosom baru.
- Telofase. Pada fase ini terbentuk membran nukleus yang baru, bendang spindel akan menghilang dan nukleolus dibentuk oleh nucleolar organizer dari sebuah kromosom. Dengan terbentuknya dua buah nuklei baru, maka dintegah sel terjadi dinding baru dan terjadi pembelahan sel.



Gambar 5. Pembelahan Mitosis

Pada meiosis terjadi dua kali pembelahan yaitu meiosis I dan meiosis II. Masing – masing terdiri dari tahapan yang sama

a. Meiosis I

1) Profase I

Membran nukelus akan terpisah, kromosom terbentuk dari kromatin, dan terbentuk spindle. Pada fase ini terdapat 5 subfase yaitu:

- a. leptoten
- b. zigoten
- c. pakiten
- d. diploten
- e. diakinesis

2) Metafase I

Kromosom terletak di equator. Benang spindle akan membentangi dari ujung kutub dan melekat pada tiap sentromer kromosom.

3) Anafase I

Kromosom akan mulai tertarik ke setiap kutub yang berlawanan. Tiap isi kromosom diploid akan menjadi diploid.

4) Telofase I

Kromosom sampai pada tiap kutub yang berlawanan.

5) Sitokinesis I

Tiap kromosom terpisah dan menghasilkan dua sel.

b. Meiosis II

1) Profase II

Kromatid kembar melekat pada sentromer kromosom.

2) Metafase II

Kromosom terletak di equator. Benang spindel akan membentangi dari ujung kutub dan melekat pada tiap sentromer kromosom.

3) Anafase II

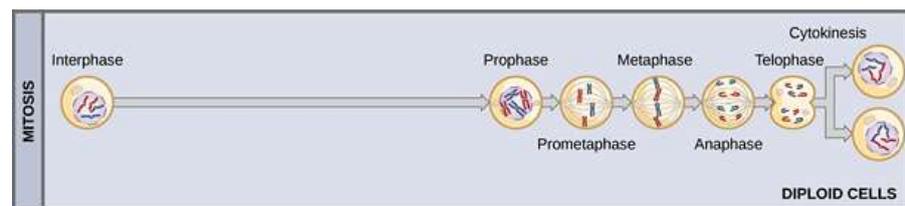
Kromatid akan mulai tertarik ke setiap kutub yang berlawanan.

4) Telofase II

Kromosom telah mencapai kutub, dan terdapat empat inti. Tiap inti mengandung setengah pasang kromosom dan satu salinan DNA.

5) Sitokinesis II

Sel akan terpisah dan menghasilkan empat sel haploid.



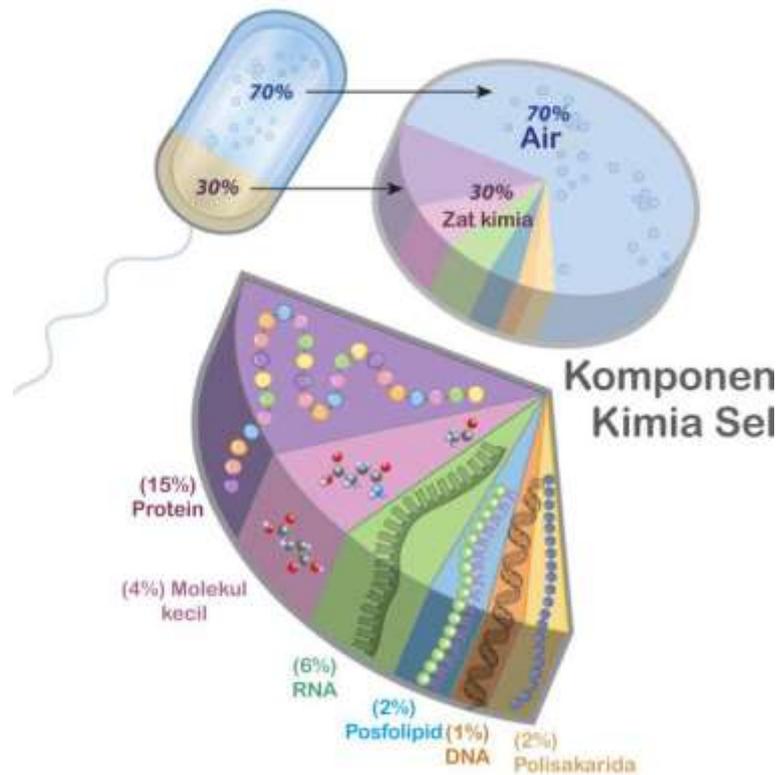
Gambar 6. Pembelahan Mitosis

E. FUNGSI SEL

Selain struktur dan fungsi sel itu sendiri, terdapat kegunaan dari sel secara keseluruhan dalam tubuh. Fungsi sel berbeda-beda dan tergantung dari susunan protein yang membentuknya. Sel berperan dalam berbagai macam proses dalam tubuh, seperti:

- a. Pembentukan tubuh dan organnya
- b. Pertumbuhan dan perkembangan tubuh
- c. Proses reproduksi
- d. Penyaluran nutrisi, kotoran, dan senyawa lainnya dalam tubuh
- e. Proses metabolisme
- f. Produksi energi untuk tubuh

F. KIMIAWI SEL



Gambar 7. Komponen Kimia Sel

Sel disusun oleh berbagai senyawa kimia, seperti karbohidrat, protein, lemak, asam nukleat, dan berbagai senyawa atau unsur organik. Berikut akan diuraikan tentang komponen kimia sel.

a. Karbohidrat

Karbohidrat disusun oleh unsur karbon, hidrogen, dan oksigen (CH_2O)_n. Karbohidrat merupakan senyawa yang terdapat dalam jumlah besar di dalam tubuh. Karbohidrat dibagi ke dalam tiga kelompok, yaitu sebagai berikut.

1) Monosakarida

Monosakarida merupakan gula sederhana. Sifat dan cirinya adalah rasanya manis, dapat larut dalam air, dan dapat dikristalkan. Monosakarida terbagi menjadi pentosa dan heksosa. Contoh pentosa, antara lain ribosa, deoksiribosa, dan ribulosa. Adapun heksosa, contohnya glukosa, galaktosa, dan fruktosa.

2) Disakarida

Disakarida merupakan golongan karbohidrat yang terdiri atas dua monosakarida. Disakarida memiliki sifat rasanya manis, larut dalam air, dan dapat dikristalkan. Maltosa, Sukrosa, dan laktosa merupakan contoh disakarida.

3) Polisakarida

Polisakarida merupakan karbohidrat kompleks dengan rantai molekul yang panjang. Rasanya tidak manis, tidak dapat dikristalkan, dan tidak larut dalam air. Jika larut maka akan membentuk koloid karena ukuran molekulnya yang besar. Contoh polisakarida seperti glikogen, selulosa, tepung, dan kitin. Glikogen digunakan sebagai cadangan energi pada sel hewan. Selulosa merupakan penyusun dinding sel tumbuhan dan kitin sebagai pembentuk rangka eksternal pada serangga dan krustasea.

b. Protein

Semua protein mengandung unsur karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen. Protein merupakan polipeptida atau biopolimer yang tersusun atas asam amino. Ada sekitar 20 macam asam amino sebagai unit dasar penyusun protein. Asam amino sifatnya larut dalam air, dapat dikristalkan, mempunyai titik didih yang tinggi, dan dapat bersifat asam ataupun basa.

Protein dapat berperan sebagai penyusun membran sel ketika bergabung dengan lemak yang disebut lipoprotein. Selain itu, penyusun rambut, kulit, dan kuku (keratin), pengantar pesan kimiawi (hormon), pengangkut oksigen dalam darah (hemoglobin), dan membantu dalam reaksi kimia (enzim).

c. Lemak

Lemak disusun oleh satu molekul gliserol yang merupakan gabungan dari tiga molekul asam lemak. Lemak merupakan gabungan dari tiga molekul asam lemak. Lemak merupakan senyawa biokimia dalam tubuh yang kaya akan hidrokarbon (CH_2). Sifat lemak diantaranya tidak larut dalam air, namun larut pada pelarut organik, densitas atau kerapatannya lebih rendah dari air, memiliki viskositas atau kekentalan yang tinggi, dan berminyak. Contoh lemak adalah trigliserida, fosfolipid, steroid, dan lilin (wax). Steroid meliputi kolesterol dan hormon kelamin, seperti testosteron, estrogen dan progesteron.

d. Asam Nukleat

Asam nukleat merupakan polinukleotida yang terdiri atas DNA (Deoxyribonucleic acid) dan RNA (Ribonucleic acid). Asam nukleat bertindak sebagai penyimpan informasi pada sel, layaknya harddisk pada sebuah komputer. Asam nukleat terdiri atas nukleotida-nukleotida, seperti fosfat, gula pentosa, dan basa nitrogen dari golongan purin dan pirimidin. DNA berperan penting dalam pembentukan gen pada kromosom. Adapun RNA berperan penting dalam sintesis protein.

e. Vitamin dan Mineral

Vitamin dibutuhkan dalam jumlah kecil di dalam tubuh. Peran vitamin adalah sebagai pembentuk koenzim dan penghancur radikal bebas. Sebagian besar vitamin mungkin telah Anda kenal, misalnya vitamin A, C, D, E, B₁, B₁₂, dan K.

Mineral di dalam tubuh terbagi atas makronutrien dan mikronutrien. Makronutrien diperlukan oleh tubuh dalam jumlah banyak. Ion makronutrien, diantaranya N, P, S, K, Ca, Na, Cl, Mg, dan Fe. Adapun mikronutrien dibutuhkan dalam jumlah sangat sedikit sekali. Contoh ion mikronutrien adalah Mn, Cu, I, Co, Zn, Bo, dan F.

f. Air

Air merupakan senyawa yang sangat penting bagi sel. Air memiliki fungsi di antaranya sebagai berikut.

- 1) Mengangkut makanan dari luar sel ke dalam sel.
- 2) Mengangkut sisa metabolisme dari dalam sel ke luar tubuh.
- 3) Medium berbagai reaksi kimia di dalam sel.

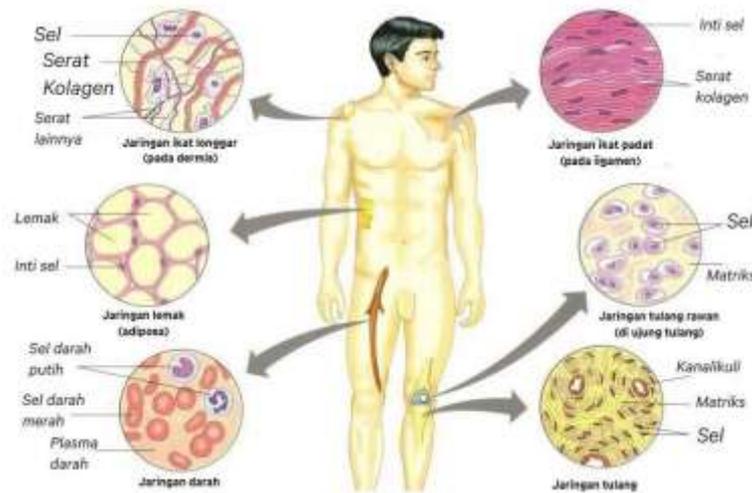
KASUS II

JARINGAN DAN SISTEM TUBUH MANUSIA

A. Struktur jaringan tubuh

Jaringan merupakan kumpulan sel-sel dengan sifat struktur yang sama mempunyai fungsi tertentu sel-sel yang tersusun pada jaringan tubuh, satu sama lain melekat dan terikat menjadi satu sehingga sel tidak bergerak sama sekali (Syaiffudin, 2016).

Jaringan penyusun tubuh dapat dikelompokkan menjadi 4 kelompok, yaitu jaringan epitelium, jaringan ikat, jaringan otot, dan jaringan saraf.



Gambar 1. Struktur jaringan tubuh

B. Macam jaringan tubuh

1. Jaringan epitel

Jaringan epitelium merupakan jaringan penutup permukaan tubuh, baik permukaan tubuh sebelah luar maupun sebelah dalam. Permukaan sebelah luar yang memiliki jaringan epitelium adalah kulit, sedangkan permukaan sebelah dalam tubuh yang mengandung epitelium adalah permukaan dalam usus, paru-paru, pembuluh darah, dan rongga tubuh, Jaringan epitelium dapat berasal dari perkembangan lapisan ektoderma, mesoderma, atau endoderma.

Nama epitelium sangat erat hubungannya dengan letaknya di dalam tubuh. Epitelium yang melapisi dinding dalam kapiler darah, pembuluh limfa, dan jantung disebut endotelium. Endotelium berasal dari perkembangan lapisan mesoderma. Sedangkan epitelium yang melapisi rongga tubuh, misalnya

perikardium, pleura, dan peritoneum disebut mesotelium. Mesotelium juga berasal dari lapisan mesoderma.

Sel-sel epitelium terikat satu dengan lainnya oleh zat pengikat (semen) antarsel, sehingga hamper tidak ada ruangan antarsel. Proses pengeluaran atau pemasukan zat dari dalam atau luar tubuh banyak melalui epitelium, maka sifat permeabilitas dari sel-sel epitelium memegang peranan penting dalam pertukaran zat antara lingkungan di luar tubuh dan di dalam tubuh.

Jaringan epitelium dapat dikelompokkan berdasarkan jumlah lapisan sel dan bentuknya, serta berdasarkan struktur dan fungsinya.

a. Epitelium berdasarkan jumlah lapisan sel dan bentuk

Dua kriteria yang digunakan untuk mengklasifikasikan epitelium adalah jumlah lapisan sel dan bentuknya. Berdasarkan jumlah lapisannya, epitelium dapat dibedakan menjadi epitelium sederhana dan epitelium berlapis. Epitelium sederhana adalah epitelium yang sel-selnya hanya selapis. Epitelium berlapis adalah epitelium yang terdiri atas beberapa lapis sel.

b. Epitelium berdasarkan struktur dan fungsi

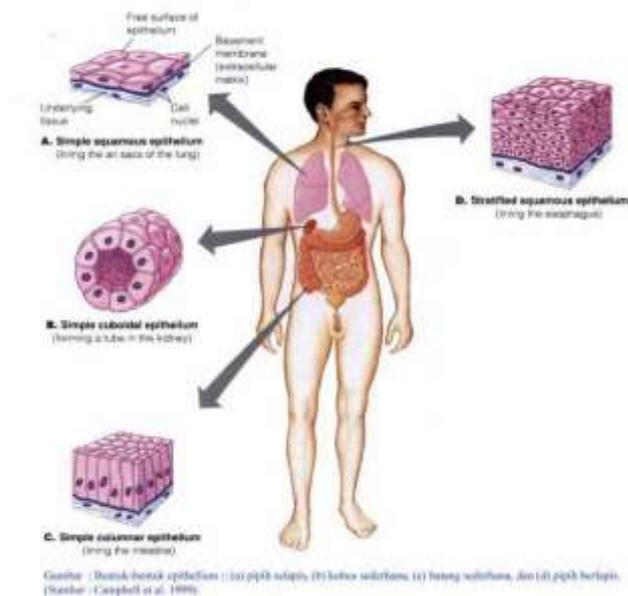
Berdasarkan struktur dan fungsinya jaringan epitelium dibedakan menjadi dua, yaitu jaringan epitelium penutup dan jaringan epitelium kelenjar.

1) Jaringan epitelium penutup

Jaringan epitelium penutup berperan melapisi permukaan tubuh dan jaringan lainnya. Jaringan ini terdapat di permukaan tubuh, permukaan organ, melapisi rongga, atau merupakan lapisan disebelah dalam dari saluran yang ada pada tubuh.

2) Jaringan Epitelium kelenjar

Jaringan epitelium kelenjar tersusun oleh sel-sel khusus yang mampu menghasilkan sekret atau getah cair. Getah cair ini berbeda dengan darah dan cairan antar sel. Berdasarkan cara kelenjar mensekresikan cairannya, kelenjar dibedakan menjadi dua, yaitu kelenjar eksokrin dan kelenjar endokrin.



Gambar 2. Jaringan epitelium

2. Jaringan connective (Jaringan Ikat)

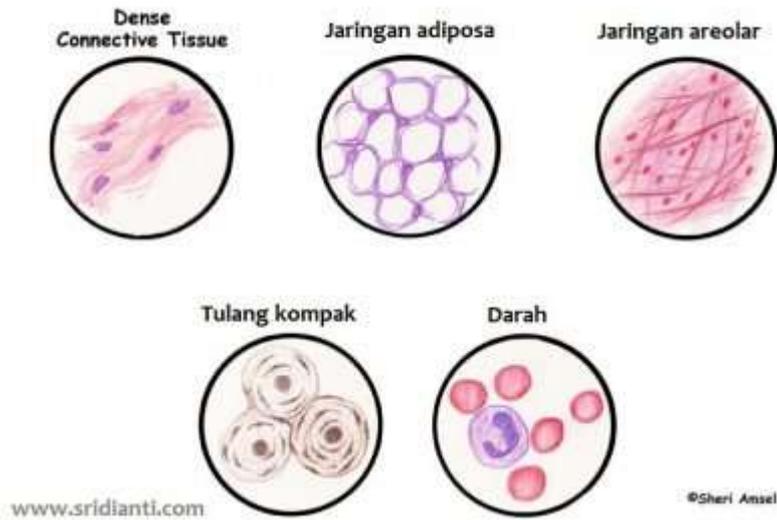
Ciri khusus jaringan ikat adalah memiliki komponen intaseluler yang disebut matriks. Matriks disekresikan oleh sel-sel jaringan ikat. Dengan demikian, secara garis besar, jaringan ikat terdiri atas sel-sel jaringan ikat dan matriks. Berdasarkan bentuk dan reaksi kimianya, serat pada matriks dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu serat kolagen, elastin, dan retikuler.

Serat kolagen berupa berkas beranekaragam yang berwarna putih. Serat nya mempunyai daya regang yang tinggi dengan elastisitas yang rendah. Kolagen terdapat pada tendon. Serat elastin berwarna kuning dan lebih tipis dari serat kolagen. Seratnya mempunyai elastisitas tinggi. Terdapat pada pembuluh darah. Serat retikuler hampir sama dengan serat kolagen tetapi berukuran lebih kecil. Serat ini berperan dalam menghubungkan jaringan ikat dengan jaringan lain.

Bahan dasar penyusun matriks adalah mukopolisakarida sulfat dan asam hialuronat. Bentuk bahan dasar ini adalah homogen setengah cair, jika kandungan asam hialuronat tinggi, matriks bersifat lentur. Sebaliknya, jika kandungan mukopolisakarida sulfatnya tinggi, matriks bersifat kaku. Bahan ini terdapat dalam sendi.

Ada berbagai jenis sel yang tertanam dalam matriks dan memiliki berbagai fungsi, antara lain. Fibroblast (mensekresikan protein), makrofag (berbentuk tidak teratur dan khusus terdapat pembuluh darah), sel tiang (menghasilkan

substansi heparin dan histamine), sel lemak (khusus untuk menyimpan sel lemak), sel darah putih (melawan fatogen dan dapat bergerak bebas).



Gambar 3 Jaringan Ikat

a. Jaringan ikat longgar

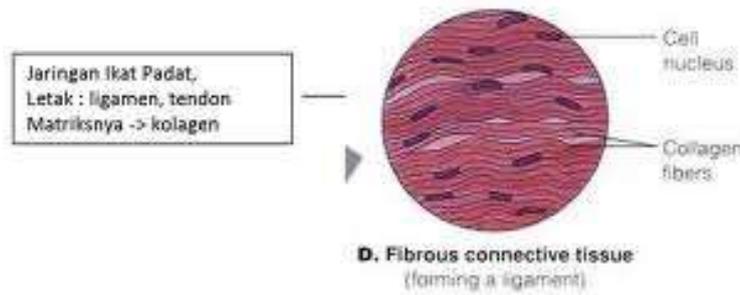
Susunan seratnya longgar dan memiliki banyak sustansi dasar. Fungsinya anatara lain. Member bentuk organ dalam, misalnya sumsum tulang dan hati. Menyokong, mengelilingi, dan menghubungkan elemen dari seluruh jaringan lain, misalnya menyelubungi serat otot, melekatkan jaringan dibawah kulit.



Gambar 4. Jaringan ikat longgar

b. Jaringan ikat padat

Susunan sertnya padat dan memiliki sedikit bahan dasar dan sedikit sel jaringan ikat. Jaringan ikat padat dibagi menjadi dua jenis, yaitu jaringan ikat padat tak teratur yang terdapat pada bagian dermis kulit dan pembungkus tulang, jaringan ikat pada teratur, yang terdapat pada tendon.

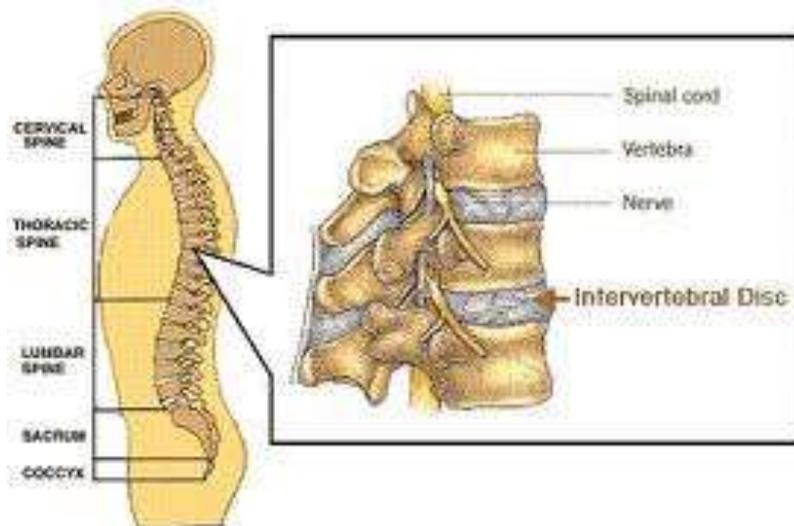


Gambar 5. Jaringan ikat padat

c. Jaringan tulang

1) Tulang rawan (Kartilago)

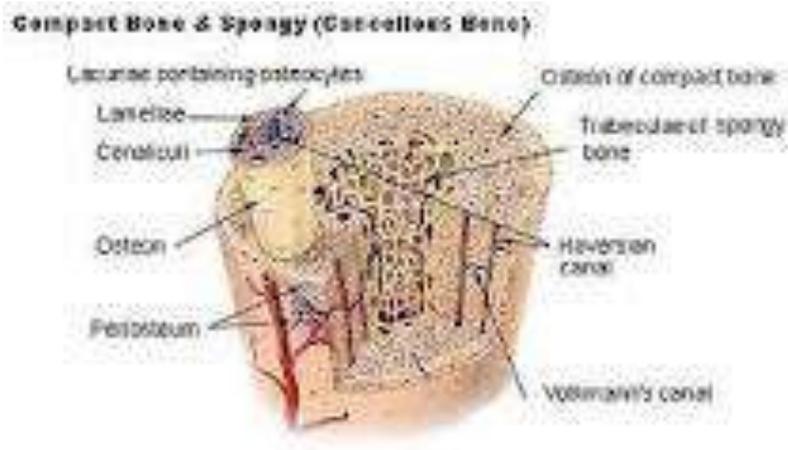
Ada tiga jenis tulang rawan yaitu tulang rawan hialin (memiliki serat kolagen yang tersebar dalam bentuk anyaman halus dan rapat), tulang rawan elastin (serat kolagen tidak tersebar dan bentuk serat elastic bergelombang), tulang rawan fibrosa (serat kolagen kasar dan tidak teratur, lacuna-lakunanya bulat atau bulat telur dan berisi sel-sel kondrosit).



Gambar 6. kartilago

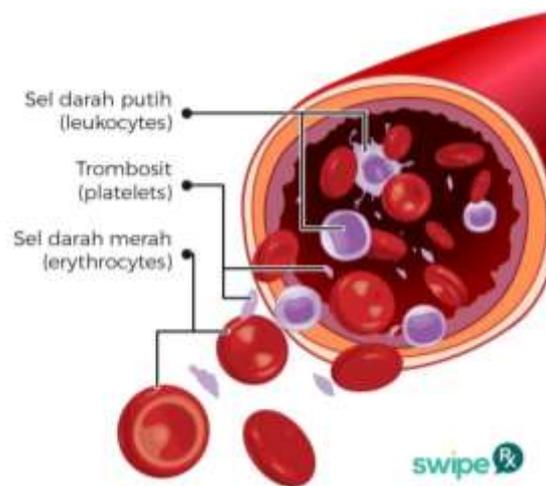
2) Tulang sejati (Osteon)

Sel tulang disebut osteosit. Osteosit terletak di dalam lacuna. Osteosit dibentuk oleh osteoblas. Antara osteosit yang satu dengan yang lain dihubungkan oleh kanalikuli. Matriks penyusun tulang adalah kolegen dan kalsium fosfat yang memperkeras matriks sehingga tulang lebih keras. Tulang tersusun atas unit-unit yang dinamakan system havers, setiap havers mengandung pembuluh darah. Tulang dibungkus oleh selaput yang disebut periosteum.



Gambar 7. Tulang Osteon

d. Darah



Gambar 8. Komponen darah manusia

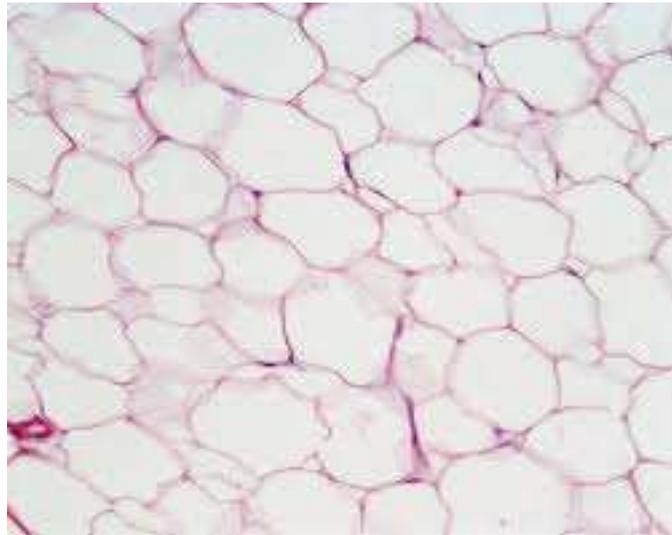
Sel darah meliputi sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keeping darah (trombosit). Sel darah merah berfungsi untuk mengangkut oksigen, sel darah putih berfungsi untuk melawan benda asing yang masuk kedalam tubuh, sedangkan keeping darah berperan dalam proses pembekuan darah. Sel darah putih terdiri atas monosit, limfosit, eosinofil, basofil, dan neutrofil.

Neutrophil	Eosinophil	Basophil
Limfosit	Monosit	Makrofag

Gambar 8. Sel darah putih

d. Jaringan adipose

Jaringan adipose adalah jaringan ikat yang terdiri atas sel-sel berukuran besar yang terspesialisasi untuk menyimpan lemak, disebut juga jaringan lemak. Jaringan ini berfungsi untuk menyimpan lemak sebagai cadangan makanan, mencegah hilangnya panas secara berlebihan dan sebagai pelindung jaringan yang ada di dalamnya. Jaringan ini terdistribusi di bawah kulit, di dalam tulang, rongga perut dan dada.



Gambar 9. Jaringan adipose

3. Jaringan otot

a. Pengertian Jaringan Otot

Jaringan otot merupakan salah satu sel otot, miofibril dan serat otot yang membantu untuk pergerakan tubuh manusia. Otot berperan aktif dalam pergerakan tubuh manusia seluruh pergerakan akan di gerakkan melalui otot yang sudah terhubung masing-masing.

b. Fungsi Jaringan Otot

- 1) Menggerakkan organ tubuh
- 2) Menggerakkan kerangka tulang
- 3) Menggerakkan jantung
- 4) Mengontrol pergerakan jantung
- 5) Menyimpan cadangan makanan walaupun tidak banyak
- 6) Menggerakkan organ pencernaan
- 7) Keseimbangan tubuh

c. Macam – Macam Jaringan Otot

1) Jaringan Otot Volunter

Jaringan otot volunter ialah salah satu jaringan otot yang bekerja atau berkontraksi dibawah pengaruh kesadaran karena dilengkapi dengan jaringan syaraf yang langsung terhubung ke bagian otak.

Jaringan otot volunter juga kerap disebut otot sadar karena aktivitas dan gerakan jaringan otot ini dapat sesuai dengan keinginan dan kesadaran kita.

Otot volunter bisa bekerja dengan cepat dan kuat akan tetapi kerja otot ini bisa menimbulkan rasa lelah. Jaringan otot di tubuh manusia yang memiliki sistem otot volunter diantaranya ialah otot rangka atau otot lurik.

2) Jaringan Otot Involunter

Jaringan otot involunter yaitu sebuah jaringan otot yang bekerja atau berkontraksi di luar pengaruh kesadaran karena tidak dilengkapi dengan jaringan syaraf sensorik. Gerakan jaringan otot ini sendiri dipengaruhi oleh sistem syaraf otonom. Jaringan oto volunter juga kerap disebut otot tak sadar karena aktivitas dan gerakan jaringan otot ini tidak dapat disesuaikan dengan keinginan kita.

Otot volunter umumnya bekerja dengan lambat akan tetapi kerja otot ini bisa berlangsung dalam jangka waktu yang sangat lama tanpa menimbulkan rasa lelah. Jaringan otot di tubuh manusia yang memiliki sistem otot involunter di antaranya ialah otot jantung dan otot polos.

d. Bentuk – Bentuk Jaringan Otot

1) Jaringan Otot Polos

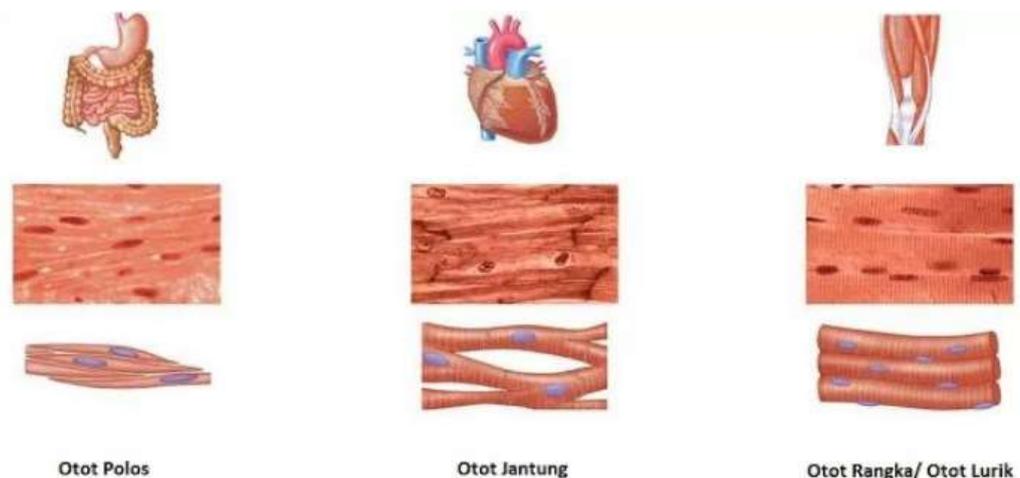
Sel berbentuk gelendong, memiliki satu inti yang terletak dibagian tengah. Kontraksi otot polos tidak di bawah pengaruh kesadaran sehingga disebut otot involunter. Contoh saluran pencernaan, kantong kemih, organ reproduksi, saluran pernapasan.

2) Otot lurik

Sel berbentuk silinder yang panjang dan tidak bercabang, memiliki banyak inti yang terletak dibagian tepi sel. Kontraksi otot lurik di bawah kesadaran sehingga di sebut otot volunter. Contoh, otot melekat pada rangka

3) Otot Jantung

Sel otot jantung membentuk rantai dan sering bercabang dua atau lebih membentuk sinsitium. Memiliki satu atau dua inti sel yang terletak di bagian tengah sel. Kontraksi tidak di bawah pengaruh kesadaran.



Gambar 10. Jaringan Otot

4. Jaringan saraf

a. Pengertian jaringan saraf

Jaringan saraf merupakan sebuah jaringan yang terdapat pada makhluk hidup dimana sebagai menghantarkan impuls atau rangsangan yang diterima sistem syaraf tepi untuk menuju ke sistem syaraf pusat, begitu

sebaliknya. Pada manusia serta hewan tingkat tinggi saraf dapat dibedakan menjadi dua, yaitu : sistem saraf pusat (terdiri dari sum – sum tulang belakang dan otak) serta sistem saraf tepi.

b. Fungsi

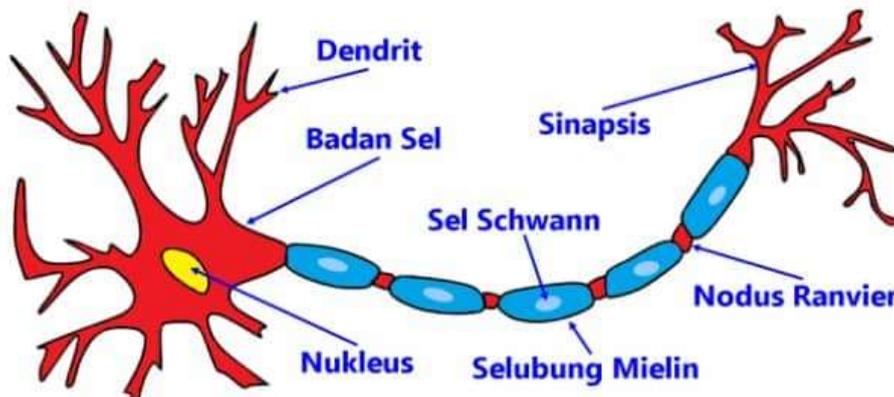
- 1) Untuk menghantarkan impuls ataupun rangsangan.
- 2) Memberikan suatu respon.
- 3) Mengolah rangsangan.
- 4) Memberikan suatu tanggapan.

c. Ciri-ciri

- 1) Mempunyai suatu inti sel atau nucleus.
- 2) Saling ketergantungan antar struktur.
- 3) Jaringan saraf terdiri atas sel – sel saraf (neuron) dimana mempunyai suatu karakteristik sendiri, yaitu mempunyai juluran sitoplasma yang begitu panjang.
- 4) Sel saraf ini tersusun oleh sel neuroglia dimana berada di sistem saraf pusat.
- 5) Sel saraf akan menyebar di seluruh tubuh hewan maupun manusia.
- 6) Pada satu sel neuron, sitoplasmanya akan mengandung ribosom, badan golgi, retikulum endoplasma, serta mitokondria. Neuron mendapatkan pengiriman makanan dengan melalui sel neuroglia dimana yang menyelubunginya.
- 7) Neuron tersusun dari badan sel, dendrit, dan akson.
- 8) Sel saraf terdapat pada manusia serta hewan (sebagian).
- 9) Mengirim serta menerima rangsangan.
- 10) Seluruh aktivitas melalui otak maupun sumsum tulang belakang.

d. Struktur Penyusun

Tahukah anda didalam jaringan saraf terdapat struktur yang membentuk ataupun menyusunnya, ialah sebagai berikut :



Gambar 11. Struktur Penyusun jaringan saraf

1) Badan Sel

Badan sel merupakan bagian dari jaringan yang terbesar, dimana didalam badan sel terdapat nucleus (inti sel) bagian ini mempunyai fungsi sebagai penerima impuls maupun rangsangan dari sitoplasma bercabang menuju ke akson.

2) Inti Sel / Nukleus

Pada safar inti sel atau dikenal dengan sebutan nucleus, berfungsi sebagai regulator dari semua aktivitas sel saraf. Inti sel ini berada di dalam badan sel serta mengambang di antara sitoplasma.

3) Sitoplasma

Pada sitoplasma ini ialah cairan yang mempunyai sebuah protein yang cukup tinggi, dimana sitoplasma ini dibungkus oleh sel neurologia yang membantu sel untuk memperoleh suplai makanan.

4) Dendrit

Dendrit ialah bagian saraf dimana sekumpulan serabut sel saraf pendek yang bercabang – cabang halus serta suatu perluasan dari badan sel. Bagian ini memiliki fungsi sebagai penerima impuls serta menyampaikan impuls yang diterimanya menuju ke badan sel.

5) Neurit / Akson

Pada neurit maupun akson merupakan selaput sel saraf dimana berbentuk panjang perluasan dari badan sel, dimana memiliki fungsi sebagai pengirim impuls yang diperoleh badan sel menuju ke sel saraf melalui sinapsis. Neurit dilindung oleh selubung meilin, dimana selubung ini berupa selaput berbahan lemak yang berfungsi untuk melindungi neurit ataupun akson dari kerusakan.

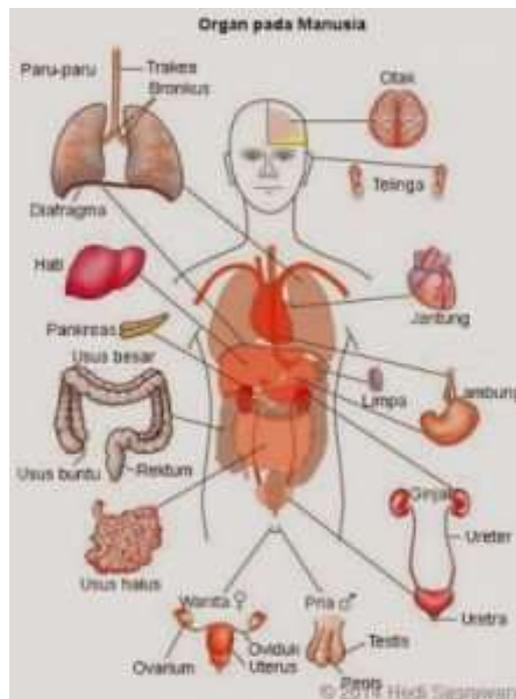
6) Sel Schwann

Sel schwann merupakan sel penyokong akson dimana berfungsi menyediakan suplai makanan bagi metabolisme akson serta membantu regenerasi akson.

7) Sinapsis

Sinapsis adalah suatu ujung akson dimana berfungsi untuk meneruskan impuls menuju ke neuron lainnya, sinapsis dari satu neuron ini akan terhubung dengan dendrit dari neuron lainnya tersebut.

C. Organ pembentuk sistem tubuh



Gambar 12. Organ pada manusia

Sistem organ merupakan bagian yang menyusun tubuh manusia. Sistem ini terdiri atas berbagai jenis organ, yang memiliki struktur dan fungsi yang khusus. Sistem organ memiliki struktur dan fungsi yang khas. Masing-masing sistem organ saling tergantung satu sama lain, baik secara langsung maupun tidak langsung.

1. Sistem rangka

Tubuh manusia didukung oleh sistem rangka, yang terdiri dari 206 tulang yang dihubungkan oleh tendon, ligamen, dan tulang rawan. Tulang ini disusun oleh kerangka aksial dan kerangka apendikular. Kerangka aksial terdiri dari 80 tulang yang terletak di sepanjang sumbu tubuh manusia. Kerangka aksial terdiri dari tengkorak, tulang telinga tengah, tulang hyoid, tulang rusuk, dan tulang

belakang. Kerangka apendikular terdiri dari 126 tulang yang merupakan tulang-tulang pelengkap yang menghubungkan kerangka aksial. Kerangka apendikular terletak di daerah tungkai atas, tungkai bawah, panggul, dan bahu. Fungsi sistem rangka untuk bergerak, menopang dan memberikan bentuk tubuh, melindungi organ-organ dalam, serta sebagai tempat melekatnya otot-otot.

2. Sistem otot

Sistem otot terdiri dari sekitar 650 otot yang membantu pergerakan, aliran darah, dan fungsi tubuh lainnya. Ada tiga jenis otot yaitu otot rangka yang terhubung dengan tulang, otot polos yang ditemukan di dalam organ pencernaan, dan otot jantung yang ditemukan di jantung dan membantu memompa darah.

3. Sistem peredaran darah

Sistem peredaran darah terdiri dari jantung, pembuluh darah, dan sekitar 5 liter darah yang dibawa oleh pembuluh darah. Sistem peredaran darah didukung oleh jantung, yang hanya seukuran kepalan tangan tertutup. Bahkan pada saat istirahat, rata-rata jantung dengan mudah memompa lebih dari 5 liter darah ke seluruh tubuh setiap menitnya. Sistem peredaran darah memiliki tiga fungsi utama yaitu:

- a. Mengedarkan darah ke seluruh tubuh. Darah memberikan nutrisi penting dan oksigen dan menghilangkan limbah dan karbon dioksida untuk dikeluarkan dari tubuh. Hormon diangkut ke seluruh tubuh melalui cairan plasma darah.
- b. Melindungi tubuh melalui sel darah putih dengan melawan patogen (kuman) yang telah masuk ke dalam tubuh. Trombosit berfungsi untuk menghentikan perdarahan saat luka dan mencegah patogen memasuki tubuh. Darah juga membawa antibodi yang memberi kekebalan spesifik pada patogen yang sebelumnya telah terpapar tubuh atau telah divaksinasi.
- c. Mempertahankan homeostasis (keseimbangan kondisi tubuh) pada beberapa kondisi internal. Pembuluh darah membantu menjaga suhu tubuh yang stabil dengan mengendalikan aliran darah ke permukaan kulit.

4. Sistem pencernaan

Sistem pencernaan adalah sekelompok organ yang bekerja untuk menerima makanan, mengubah dan memproses makanan menjadi energi, menyerap zat gizi yang terdapat pada makanan ke aliran darah, serta membuang sisa makanan yang tersisa atau tidak dapat dicerna oleh tubuh. Makanan melewati saluran pencernaan yang terdiri dari rongga mulut, faring (tenggorokan), laring (kerongkongan), lambung, usus halus, usus besar, dan berakhir di anus. Selain saluran pencernaan, ada beberapa organ aksesori penting dalam anatomi tubuh manusia yang membantu mencerna makanan. Organ aksesori dari sistem pencernaan meliputi gigi, lidah, kelenjar ludah, hati, kantong empedu, dan pankreas.

5. Sistem endokrin

Sistem endokrin terdiri dari beberapa kelenjar yang mengeluarkan hormon ke dalam darah. Kelenjar-kelenjar ini termasuk hipotalamus, kelenjar pituitari, kelenjar pineal, kelenjar tiroid, kelenjar paratiroid, kelenjar adrenal, pankreas, dan kelenjar kelamin (gonad). Kelenjar dikendalikan secara langsung oleh rangsangan dari sistem saraf dan juga oleh reseptor kimiawi dalam darah dan hormon yang diproduksi oleh kelenjar lain. Dengan mengatur fungsi organ dalam tubuh, kelenjar ini membantu menjaga homeostasis tubuh. Metabolisme seluler, reproduksi, perkembangan seksual, homeostasis gula dan mineral, denyut jantung, dan pencernaan merupakan salah satu dari banyak proses yang diatur oleh hormon.

6. Sistem saraf

Sistem saraf terdiri dari otak, sumsum tulang belakang, organ sensorik, dan semua saraf yang menghubungkan organ-organ ini dengan bagian tubuh lainnya. Organ-organ ini bertanggung jawab atas kendali tubuh dan komunikasi di antara bagian-bagiannya. Otak dan sumsum tulang belakang membentuk pusat kontrol yang dikenal sebagai sistem saraf pusat. Saraf sensorik dan organ indra dari sistem saraf perifer memantau kondisi di dalam dan di luar tubuh dan mengirimkan informasi sistem saraf pusat. Saraf eferen di sistem saraf perifer membawa sinyal dari pusat kendali ke otot, kelenjar, dan organ untuk mengatur fungsinya.

7. Sistem pernapasan

Sel-sel tubuh manusia membutuhkan aliran oksigen untuk tetap hidup. Sistem pernapasan menyediakan oksigen ke sel tubuh sambil mengeluarkan karbon dioksida dan produk limbah yang bisa mematikan jika dibiarkan menumpuk. Ada tiga bagian utama dari sistem pernapasan: saluran napas, paru-paru, dan otot-otot respirasi. Saluran napas meliputi hidung, mulut, faring, laring, trakea, bronkus, dan bronkiolus. Saluran ini membawa udara melewati hidung menuju paru-paru. Paru-paru berfungsi sebagai organ utama sistem pernapasan dengan pertukaran oksigen ke dalam tubuh dan karbon dioksida keluar dari tubuh. Otot respirasi, termasuk diafragma dan otot interkostal, bekerja sama untuk memompa, mendorong udara masuk dan keluar dari paru-paru saat bernapas.

8. Sistem kekebalan tubuh

Sistem kekebalan tubuh adalah pertahanan tubuh terhadap bakteri, virus, dan patogen lainnya yang mungkin berbahaya, dengan menjaga dan menyerang dari patogen-patogen tersebut. Ini termasuk kelenjar getah bening, limpa, sumsum tulang, limfosit (termasuk sel B dan sel T), timus, dan leukosit, yang merupakan sel darah putih.

9. Sistem limfatik

Dalam anatomi tubuh manusia, sistem limfatik mencakup kelenjar getah bening, saluran getah bening, dan pembuluh getah bening, dan juga berperan dalam pertahanan tubuh. Tugas utamanya adalah membuat dan memindahkan getah bening, cairan bening yang mengandung sel darah putih, yang membantu tubuh melawan infeksi. Sistem limfatik juga menghilangkan kelebihan cairan getah bening dari jaringan tubuh, dan mengembalikannya ke darah.

10. Sistem ekskresi dan urinaria

Sistem ekskresi mengeluarkan zat sisa yang tidak dibutuhkan lagi oleh manusia. Pada anatomi tubuh manusia, organ-organ ekskresi terdiri dari ginjal, hati, kulit, dan paru-paru. Sistem urinaria atau perkemihan termasuk ke dalam sistem ekskresi yang terdiri dari ginjal, ureter, kandung kemih, dan uretra. Ginjal menyaring darah untuk membuang limbah dan menghasilkan urine. Ureter, kandung kemih, dan uretra bersama-sama membentuk saluran kemih, yang berfungsi sebagai sistem untuk mengalirkan urine dari ginjal, menyimpannya, dan kemudian melepaskannya saat buang air kecil. Selain menyaring dan menghilangkan limbah dari tubuh, sistem urinaria juga mempertahankan homeostasis air, ion, pH, tekanan darah, kalsium, dan sel darah merah. Organ hati berfungsi mengeluarkan empedu, kulit berfungsi mengeluarkan keringat, sedangkan paru-paru berfungsi dalam mengeluarkan uap air dan karbon dioksida.

11. Sistem reproduksi

a. Sistem reproduksi pria

Sistem reproduksi memungkinkan manusia untuk bereproduksi. Sistem reproduksi pria mencakup penis dan testis, yang menghasilkan sperma.

b. Sistem reproduksi wanita

Sistem reproduksi wanita terdiri dari vagina, rahim dan ovarium, yang menghasilkan ovum (sel telur). Selama pembuahan, sel sperma bertemu dengan sel telur di tuba falopi. Kedua sel tersebut kemudian melakukan pembuahan yang ditanamkan dan tumbuh di dinding rahim. Bila tidak dibuahi, dinding rahim yang telah menebal untuk mempersiapkan kehamilan akan luruh menjadi menstruasi.

12. Sistem integumen

Kulit atau sistem integumen adalah organ terbesar dalam anatomi tubuh manusia. Sistem ini melindungi dari dunia luar, dan merupakan pertahanan pertama tubuh melawan bakteri, virus dan patogen lainnya. Kulit juga membantu mengatur suhu tubuh dan menghilangkan limbah zat sisa melalui keringat. Selain kulit, sistem integumen meliputi rambut dan kuku.

KASUS III

MATERI SISTEM INTEGUMEN

Sistem integumen adalah sistem organ yang paling luas. Sistem ini terdiri atas kulit dan aksesorinya, termasuk rambut, kuku, kelenjar (keringat dan sebaceous), dan reseptor saraf khusus (untuk stimulasi perubahan internal atau lingkungan eksternal).

Fungsi dari sistem integumen sendiri adalah melindungi struktur internal, mencegah masuknya kuman penyebab penyakit, mengatur suhu tubuh, melakukan proses ekskresi melalui keringat, melindungi bahaya sinar matahari, dan juga memproduksi vitamin D.

A. Anatomi fisiologi sistem integumen.

1. Epidermis

Epidermis sering kita sebut sebagai kulit luar. Kulit luar ini jika dikumpulkan akan menjadi organ terbesar dari tubuh. Luas permukaannya sendiri adalah sekitar 18 meter persegi. Epidermis memiliki beberapa lapisan yang mengandung empat jenis sel, yaitu :

a) Stratum korneum.

Lapisan ini terdiri dari banyak lapisan tanduk (keratinasi), gepeng, kering, tidak berinti, inti selnya sudah mati, dan mengandung zat keratin.

b) Stratum lusidum.

Selnya pipih, bedanya dengan stratum granulosum adalah sel-sel sudah banyak yang kehilangan inti dan butir-butir sel telah menjadi jernih sekali dan tembus sinar. Lapisan ini hanya terdapat pada telapak tangan dan telapak kaki. Dalam lapisan terlihat seperti suatu pipa yang bening, batas-batas sel sudah tidak begitu terlihat disebut stratum lusidum.

c) Stratum granulosum.

Lapisan ini terdiri dari 2-3 lapis sel pipih seperti kumparan dengan inti ditengah dan sitoplasma berisi butiran (granula) keratohial atau gabungan keratin dengan hialin. Lapisan ini menghalangi benda asing, kuman dan bahan kimia masuk ke dalam tubuh.

d) Stratum spinosum/stratum akantosum

Lapisan ini merupakan lapisan yang paling tebal dan dapat mencapai 0,2 mm terdiri dari 5-8 lapisan. sel-selnya disebut spinosum karena jika dilihat di

bawah mikroskop, sel-selnya terdiri dari sel yang bentuknya polygonal/banyak sudut dari mempunyai tanduk (spina). Lapisan ini berfungsi untuk menahan gesekan dan tekanan dari luar. Bentuknya tebal dan terdapat di daerah tubuh yang banyak bersentuhan atau menahan beban dan tekanan seperti tumit dan pangkal telapak kaki. Disebut akantosum sebab sel-selnya berduri. Ternyata spina atau tanduk tersebut ada hubungan antara sel yang lain yang disebut intercelular bridges atau jembatan interselular.

e) Stratum Basal/Germinativum.

Disebut stratum basal karena sel-selnya terletak dibagian basal/basis, stratum germinativum menggantikan sel-sel yang di atasnya dan merupakan sel-sel induk.

Bentuknya silindris (tabung) dengan inti yang lonjong. Di dalamnya terdapat butir-butir yang halus disebut butir melanin warna. Sel tersebut disusun seperti pagar pagar (palisade) dibagian bawah sel tersebut terdapat suatu membran disebut membran basalis, sel-sel basalis dengan membran basalis merupakan batas terbawah dari pada epidermis dengan dermis.

2. Dermis

Dermis adalah lapisan kulit yang berada di bawah epidermis. Penyusun utama dari dermis adalah kolagen (protein penguat), serat retikuler (serat protein yang berfungsi sebagai penyokong), dan serat elastis (protein yang berperan dalam elastisitas kulit).

Dermis merupakan lapisan kedua dari kulit, batas dengan epidermis dilapisi oleh membrane basalis dan di sebelah bawah berbatasan dengan subkutis tapi batas ini tidak jelas hanya diambil sebagai patokan ialah mulainya terdapat sel lemak.

Dermis terdiri dari 2 lapisan :

- a. Bagian atas, Pars Papilaris (stratum papilar).
- b. Bagian bawah, Retikularis (stratum retikularis).

Batas antara pars papilaris dengan pars retikularis adalah bagian bawahnya sampai ke subkutis. Baik pars papilaris maupun pars retikularis terdiri dari serabut-serabut yaitu serabut kolagen, serabut elastis, dan serabut retikulus.

Serabut ini saling beranyaman dan masing-masing mempunyai tugas yang berbeda. Serabut kolagen, untuk memberikan kekuatan kepada kulit, serabut elastic untuk memberikan kelenturan pada kulit, dan retikulus terdapat terutama disekitar kelenjar dan folikel rambut dan memberikan kekuatan pada alat tersebut.

a. Unsur sel dermis

Unsure utama sel dermis adalah fibroblast, makrofag, dan terdapat sel lemak yang berkelompok. Disamping itu ada juga sel jaringan ikat bercabang dan berpigmen pada lingkungan epidermis yang banyak mengandung pigmen misalnya areola mammae dan sekitar anus.

b. Serat otot

Serat otot polos dijumpai di dalam dermis tersusun membentuk berkas dihubungkan dengan folikel rambut (muskulus erector fili) bertebaran diseluruh dermis dalam jumlah yang cukup banyak pada kulit, puting susu, penis, skrotum dan sebagian perenium

3. Hipodermis

Lapisan ini terutama berupa jaringan adiposa yang memberikan bantalan antara lapisan kulit dengan struktur internal seperti otot dan tulang. Terdapat pembuluh darah, saraf dan limfe dengan jaringan penyambung yang terisi sel lemak. Jaringan lemak bekerja sebagai penyekat panas dan menyediakan penyangga bagi lapisan kulit diatasnya.

Pembuluh darah kulit terdiri dari Subkutis terdiri dari kumpulan-kumpulan sel-sel lemak dan diantara gerombolan ini berjalan serabut-serabut jaringan ikat dermis. Sel-sel lemak ini bentuknya bulat dengan intinya terdesak ke pinggir, sehingga membentuk seperti cincin.

Lapisan lemak ini di sebut perikulus adiposus, yang tebalnya tidak sama pada tiap-tiap tempat dan juga pembagian antara laki-laki dan perempuan tidak sama (berlainan).

Guna perikulus adiposus adalah sebagai Shok breker (pegas) bila tekanan trauma mekanis yang menimpa pada kulit, Isolator panas atau untuk mempertahankan suhu, penimbun kalori, dan tambahan untuk kecantikan tubuh. Di bawah subkutis terdapat selaput otot kemudian baru terdapat otot.

Jaringan kulit.

Kulit disebut juga integument atau kutis yang tumbuh dari dua macam jaringan yaitu jaringan epitel yang menumbuhkan lapisan epidermis dan jaringan pengikat (penunjang) yang menumbuhkan lapisan dermis (kulit dalam).

B. Kelenjar-kelenjar kulit

1. Kelenjar sebacea

Kelenjar ini berhubungan dengan folikel rambut yang bermuara dalam sebuah folikel rambut. Kelenjar yang tidak berhubungan dengan folikel rambut bermuara langsung ke permukaan kulit seperti yang terdapat pada glans penis, labium minus, dan kelenjar tarsalia pada kelopak mata.

Kelenjar ini terletak dalam dermis dan tidak terdapat pada kulit telapak kaki dan tangan. Perkembangan dan pertumbuhan kelenjar sebacea terutama terjadi selama pubertas di bawah control hormone, sekresi sebum terjadi terus menerus dan bermanfaat untuk pemeliharaan kesehatan kulit.

2. Kelenjar keringat

Kelenjar keringat adalah kelenjar tubular bergelung yang tidak bercabang, terdapat pada seluruh kulit kecuali pada dasar kuku, batas bibir, glans penis dan gendang telinga. Kelenjar ini paling banyak terdapat pada telapak tangan dan kaki. Bagian sekretorisnya terletak di dalam dermis atau hypodermis dan bergabung membentuk massa tersendiri.

Duktusnya keluar menuju epidermis dan berjalan berkelok-kelok menyatu dengan epidermis dan berjalan spiral untuk mencapai permukaan kulit. Tempat bermuaranya disebut pori keringat. Terdapat 2 macam kelenjar keringat yaitu kelenjar keringat ekrin dan apokrin.

3. Kelenjar keringat ekrin.

Tersebar diseluruh kulit tubuh, kecuali kulup penis bagian dalam dan telinga luar, telapak tangan, telapak kaki dan dahi. Badan kelenjar terdapat diantara perbatasan kulit ari (epidermis) dan kulit dermis. Salurannya berkelok-kelok keluar dan berada pada lapisan jangat yang berjalan lurus ke pori-pori keringat.

4. Kelenjar keringat apokrin.

Kelenjar keringat yang besar dan hanya dapat ditemukan pada ketiak, kulit puting susu, kulit sekitar alat kelamin dan dubur. Kelenjar ini terletak lebih dalam dan saluran keduanya berbelok-belok kemudian lurus menuju epidermis dan bermuara pada folikel rambut.

5. Kelenjar payudara (glandula mammae)

Glandula mammae termasuk kelenjar kulit karena berasal dari lapisan ektodermal yang secara fungsional termasuk sistem reproduksi. Kelenjar ini terletak di atas fascia pektoralis superfisilis yang dihubungkan dengan perantaraan jaringan ikat longgar dan jaringan lemak. Kelenjar ini melekat erat dengan kulit di atasnya. Disekitar puting susu (papila mammae) terdapat reticulum kutis yang tumbuh

dengan baik dan dinamakan ligamentum suspensorium. Ke dalam puting susu bermuara 15-20 duktuli laktiferus.

Disekitar papilla mammae terdapat areola mammae yang mengandung kelenjar sebacea montgomeri (glandula areola mammae) yang berfungsi untuk melindungi dan melicinkan puting susu pada waktu bayi mengisap. Pada wanita yang tidak hamil dan tidak menyusui, alveoli tampak kecil dan padat berisi sel-sel granular. Pada waktu hamil, alveoli akan membesar dan sel-sel membesar. Pigmentasi kulit. Warna kulit ditentukan oleh faktor warna kulitnya sendiri. Kandungan karoten (pigmen) darah pada pembuluh darah, dermis memberikan warna kemerahan dan kandungan pigmen melanin memberikan bayangan coklat. Melanin terletak di dalam lapisan basal dan bagian bawah lapisan taju yang dibuat oleh epidermis khusus yaitu melanosit yang bertebaran diantara keratinosit lapis basal dan lapis taju dalam folikel rambut dan jaringan ikat dermis. Perbedaan warna kulit disebabkan oleh karena perbedaan jumlah dan ukuran melanosom di dalam keratinosit. Pigmentasi kulit tergantung dari berbagai faktor yaitu keturunan, hormone, dan lingkungan. Faktor genetic mempengaruhi ukuran satuan melanin epidermis. Hormone pemacu melanosit MSH (melanosit stimulating hormon) merangsang perpindahan melanosom ke dalam cabang-cabang sitoplasma melanosit dan keratinosit. Faktor lingkungan seperti ultraviolet meningkatkan kegiatan enzim melanosit serta meningkatkan produksi melanin dan penimbunannya di dalam keratinosit sehingga kulit menjadi coklat.

C. Pembuluh Darah

1. Anyaman pembuluh nadi kulit atas atau luar.

Anyaman ini terdapat antara stratum papilaris dan stratum retikularis, dari anyaman ini

2. Anyaman pembuluh darah nadi kulit bawah atau dalam.

Anyaman ini terdapat antar korium dan subkutis, anyaman ini memberikan cabang-cabang pembuluh nadi ke alat tambahan yang terdapat di korium.

Dalam hal ini percabangan juga membentuk anyaman pembuluh nadi yang terdapat pada lapisan subkutis. Cabang-cabang ini kemudian akan menjadi pembuluh darah balik/vena yang juga akan membentuk anyaman, yaitu anyaman pembuluh darah balik yang ke dalam.

Peredaran darah dalam kulit adalah penting sekali oleh karena diperkirakan 1/5 dari darah yang beredar melalui kulit. Disamping itu pembuluh darah pada kulit sangat cepat menyempit/melebar oleh pengaruh atau rangsangan panas, dingin, tekanan sakit, nyeri dan emosi, penyempitan dan pelebaran ini terjadi secara reflek.

D. Saraf kulit.

Kulit juga seperti organ lain terdapat cabang-cabang saraf spinal dan permukaan yang terdiri dari saraf-saraf motorik dan saraf sensorik.

Ujung saraf motorik berguna untuk menggerakkan sel-sel otot yang terdapat pada kulit, sedangkan saraf sensorik berguna untuk menerima rangsangan yang terdapat dari luar atau kulit. Pada kulit ujung-ujung, saraf sensorik ini membentuk bermacam-macam kegiatan untuk menerima rangsangan. Ujung-ujung saraf yang bebas untuk menerima rangsangan sakit/nyeri banyak terdapat di epidermis, disini ujung-ujung sarafnya mempunyai bentuk yang khas yang sudah merupakan suatu organ.

E. Pelengkap kulit

1. Kuku

Kuku merupakan lempeng yang membentuk pelindung pembungkus permukaan dorsal falang terakhir jaringan dan jari kaki. Strukturnya berhubungan dengan dermis dan epidermis.

2. Struktur kuku.

Alat kuku berpoliferasi membentuk matriks kuku, epidermis yang tepat di bawahnya menjadi dasar kuku yang berbentuk U bila dilihat dari atas dan diapit oleh lipatan kulit yang merupakan dinding kuku. Lempeng kuku terdiri dari 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.

3. 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 perminggu.

4. Rambut.

Rambut merupakan benang keratin elastic yang berkembang dari epidermis dan tersebar disekujur tubuh kecuali telapak kaki dan telapak tangan, permukaan

dorsal falang distal, lingkung lubang dubur dan urogenital. Setiap rambut mempunyai batang yang bebas dan akan yang tertanam dalam kulit.

Akar rambut dibungkus oleh folikel rambut yang berbentuk dari bagian yang bersal dari epidermis (epitel) dan bagian yang berasal dari dermis (jaringan ikat).

a. Struktur rambut

- 1) Medula. Merupakan bagian tengah rambut yang longgar terdiri dari 2-3 lapis sel kubis yang mengerut satu sam lain, dan dipisahkn oleh ruang berisi udara.
- 2) Korteks. Merupakan bagian utama rambut yang terbentuk dari beberapa lapis sel gepeng, panjang, dan berbentuk gelombang yang membentuk keratin keras.
- 3) Kutikula. Terdapat pada permukaan, selapis sel tipis, jernih dan kutikula tidak berinti, kecuali yang terdapat pada akar rambut.

b. Folikel rambut.

Folikel rambut merupakan selubung yang terdiri dari sarung jaringan ikat bagian luar (sarang akar dermis) yang berasal dari dermis dan sarung akar epitel bagian dalam berasal dari epidermis. Folikel yang mengembung membentuk bulbus rambut dan berhubungan dengan papilla di tempat persatuan akar rambut dan selubungnya.

c. Sarung akar asal dermis.

Lapisan paling luar berkas serat kolagen kasar yang berjalan memanjang sesuai dengan lapisan reticular dermis.

Lapisan tengah lebih tebal sesuai dengan lapisan papilla dermis. Lapisan dalam berupa sabk homogeny sempit yang disebut glassy, membrane basal di bawah epidermis. Sarung akar rambut luar mempunyai selapis sel polygonal yang menyerupai sel-sel stratum spinosum epidermis. Sedangkan sarung akar rambut dalam merupakan sarung berat tanduk yang membungkus akar rambut yang sedang tumbuh, menghasilkan keratin lunak, juga ditemukan pada epidermis.

F. Fisiologi Integumen

Kulit memiliki banyak fungsi, yang berguna dalam menjaga homeostasis tubuh. Fungsi-fungsi tersebut dapat dibedakan menjadi fungsi proteksi, absorpsi, ekskresi, persepsi, pengaturan suhu tubuh (termoregulasi), dan pembentukan vitamin D.

1. Fungsi proteksi

Kulit menyediakan proteksi terhadap tubuh dalam berbagai cara sebagai yaitu berikut:

- a. Keratin melindungi kulit dari mikroba, abrasi (gesekan), panas, dan zat kimia. Keratin merupakan struktur yang keras, kaku, dan tersusun rapi dan erat seperti batu bata di permukaan kulit.
- b. Lipid yang dilepaskan mencegah evaporasi air dari permukaan kulit dan dehidrasi. Selain itu juga mencegah masuknya air dari lingkungan luar tubuh melalui kulit.
- c. Sebum yang berminyak dari kelenjar sebacea mencegah kulit dan rambut dari kekeringan serta mengandung zat bakterisid yang berfungsi membunuh bakteri di permukaan kulit. Adanya sebum ini, bersamaan dengan ekskresi keringat, akan menghasilkan mantel asam dengan kadar pH 5-6.5 yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba.
- d. Pigmen melanin melindungi dari efek dari sinar UV yang berbahaya. Pada stratum basal, sel-sel melanosit melepaskan pigmen melanin ke sel-sel di sekitarnya. Pigmen ini bertugas melindungi materi genetik dari sinar matahari, sehingga materi genetik dapat tersimpan dengan baik. Apabila terjadi gangguan pada proteksi oleh melanin, maka dapat timbul keganasan.
- e. Selain itu ada sel-sel yang berperan sebagai sel imun yang protektif. Yang pertama adalah sel Langerhans, yang merepresentasikan antigen terhadap mikroba. Kemudian ada sel fagosit yang bertugas memfagositosis mikroba yang masuk melewati keratindan sel Langerhans.

2. Fungsi absorpsi

Kulit tidak bisa menyerap air, tapi bisa menyerap material larut-lipid seperti vitamin A, D, E, dan K, obat-obatan tertentu, oksigen dan karbon dioksida. Permeabilitas kulit terhadap oksigen, karbon dioksida dan uap air memungkinkan kulit ikut mengambil bagian pada fungsi respirasi. Selain itu beberapa material toksik dapat diserap seperti aseton, dan merkuri. Beberapa obat juga dirancang untuk larut lemak, seperti kortison, sehingga mampu berpenetrasi ke kulit dan melepaskan antihistamin di tempat peradangan. Kemampuan absorpsi kulit dipengaruhi oleh tebal tipisnya kulit, hidrasi, kelembaban, metabolisme dan jenis vehikulum. Penyerapan dapat berlangsung melalui celah antar sel atau melalui muara saluran kelenjar; tetapi lebih banyak yang melalui sel-sel epidermis daripada yang melalui muara kelenjar.

a. Fungsi Ekskresi

Kulit juga berfungsi dalam ekskresi dengan perantara dua kelenjar eksokrinnya, yaitu kelenjar sebacea dan kelenjar keringat.

b. Fungsi persepsi

Kulit mengandung ujung-ujung saraf sensorik di dermis dan subkutis. Terhadap rangsangan panas diperankan oleh badan-badan Ruffini di dermis dan subkutis. Terhadap dingin diperankan oleh badan-badan Krause yang terletak di dermis, badan taktil Meissner terletak di papila dermis berperan terhadap rabaan, demikian pula badan Merkel Ranvier yang terletak di epidermis. Sedangkan terhadap tekanan diperankan oleh badan Paccini di epidermis. Saraf-saraf sensorik tersebut lebih banyak jumlahnya di daerah yang erotik.

c. Fungsi pengaturan suhu tubuh (termoregulasi)

Kulit berkontribusi terhadap pengaturan suhu tubuh (termoregulasi) melalui dua cara: pengeluaran keringat dan menyesuaikan aliran darah di pembuluh kapiler. Pada saat suhu tinggi, tubuh akan mengeluarkan keringat dalam jumlah banyak serta memperlebar pembuluh darah (vasodilatasi) sehingga panas akan terbawa keluar dari tubuh. Sebaliknya, pada saat suhu rendah, tubuh akan mengeluarkan lebih sedikit keringat dan mempersempit pembuluh darah (vasokonstriksi) sehingga mengurangi pengeluaran panas oleh tubuh.

d. Fungsi pembentukan vitamin D

Sintesis vitamin D dilakukan dengan mengaktivasi prekursor 7 dihidroksi kolesterol dengan bantuan sinar ultraviolet. Enzim di hati dan ginjal lalu memodifikasi prekursor dan menghasilkan calcitriol, bentuk vitamin D yang aktif. Calcitriol adalah hormon yang berperan dalam mengabsorpsi kalsium makanan dari traktus gastrointestinal ke dalam pembuluh darah. Walaupun tubuh mampu memproduksi vitamin D sendiri, namun belum memenuhi kebutuhan tubuh secara keseluruhan sehingga pemberian vitamin D sistemik masih tetap diperlukan. Pada manusia kulit dapat pula mengekspresikan emosi karena adanya pembuluh darah, kelenjar keringat, dan otot-otot di bawah kulit.

KASUS IV

ANATOMI DAN FISILOGI MUSKULOSKELETAL

Sistem muskuloskeletal merupakan penunjang bentuk tubuh dan mengurus pergerakan. Komponen utama dari sistem muskuloskeletal adalah tulang dan jaringan ikat yang menyusun kurang lebih 25 % berat badan dan otot menyusun kurang lebih 50%. Sistem ini terdiri dari tulang, sendi, otot rangka, tendon, ligament, dan jaringan-jaringan khusus yang menghubungkan struktur-struktur ini. (Price,S.A,1995 :175

TULANG

Tulang adalah jaringan yang paling keras diantara jaringan ikat lainnya yang terdiri atas hampir 50 % air dan bagian padat, selebihnya terdiri dari bahan mineral terutama calsiun kurang lebih 67 % dan bahan seluler 33 % .

Fungsi dari tulang adalah sebagai berikut

Mendukung jaringan tubuh dan memberikan bentuk tubuh.

2. Melindungi organ tubuh (jantung, otak, paru-paru, dan jaringan lunak).
3. Memberikan pergerakan (otot berhubungan dengan kontraksi dan pergerakan).
4. Membentuk sel-sel darah merah di dalam sumsum tulang (hematopoesis).
5. Menyimpan garam-garam mineral (kalsium, fosfor, magnesium dan fluor)

Struktur tulang

Tulang diselimuti di bagian luar oleh membran fibrus padat disebut periosteum. Periosteum memberikan nutrisi pada tulang dan memungkinkan tumbuh, selain sebagai tempat perlekatan tendon dan ligament. Periosteum mengandung saraf, pembuluh darah, dan limfatik. Lapisan yang terdekat mengandung osteoblast . Dibagian dalamnya terdapat endosteum yaitu membran vascular tipis yang menutupi rongga sumsum tulang panjang dan rongga dalam tulang kanselus. Osteoklast terletak dekat endosteum dan dalam lacuna howship (cekungan pada permukaan tulang).

Sumsum tulang merupakan jaringan vascular dalam rongga sumsum (batang) tulang panjang dan tulang pipih. Sumsum tulang merah terutama terletak di sternum, ilium,

vertebra dan rusuk pada orang dewasa, bertanggungjawab dalam produksi sel darah merah dan putih. Pada orang dewasa tulang panjang terisi oleh sumsum lemak kuning. Jaringan tulang mempunyai vaskularisasi yang baik. Tulang kanselus menerima asupan darah melalui pembuluh metafisis dan epifisis. Pembuluh periosteum mengangkut darah ke tulang kompak melalui kanal volkman. Selain itu terdapat arteri nutrient yang menembus periosteum dan memasuki rongga meduler melalui foramina (lubang-lubang kecil). Arteri nutrient memasok darah ke sumsum tulang, System vena ada yang keluar sendiri dan ada yang mengikuti arteri

Tulang tersusun dari 3 jenis sel yaitu :

a. Osteoblas

Osteoblas berfungsi dalam pembentukan tulang dengan mensekresikan matrik tulang. Matrik tulang tersusun atas 98% kolagen dan 2% substansi dasar (glukosaminoglikan/ asam polisakarida dan proteoglikan). Matrik tulang merupakan kerangka dimana garam-garam mineral ditimbun terutama kalsium, fluor, magnesium dan phosphor.

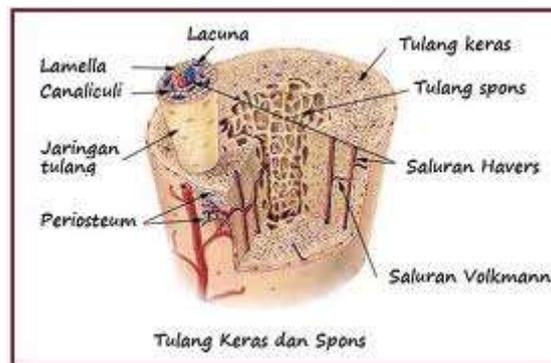
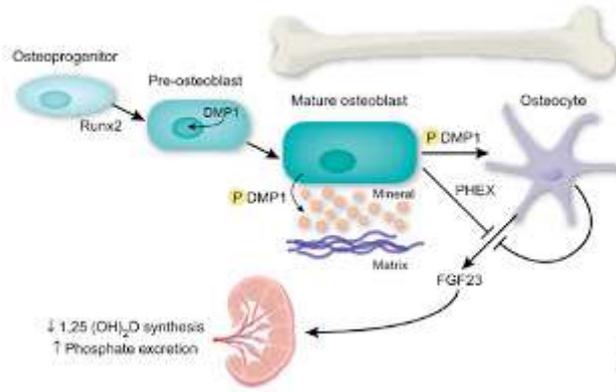
b. Osteosit

Osteosit adalah sel-sel tulang dewasa yang bertindak sebagai pemeliharaan fungsi tulang dan terletak pada osteon (unit matrik tulang). Osteon yaitu unit fungsional mikroskopik tulang dewasa yang di tengahnya terdapat kapiler dan disekeliling kapiler terdapat matrik tulang yang disebut lamella. Di dalam lamella terdapat osteosit, yang memperoleh nutrisi lewat prosesus yang berlanjut kedalam kanalikuli yang halus (kanal yang menghubungkan dengan pembuluh darah yang terletak kurang lebih 0,1 mm).

c. Osteoklas

Osteoklas adalah sel-sel besar berinti banyak memungkinkan mineral dan matriks tulang dapat diabsorpsi, penghancuran dan remodeling tulang. Tidak seperti osteoblas dan osteosit, osteoklas mengikis tulang.

Tulang merupakan jaringan yang dinamis dalam keadaan peralihan tulang (resorpsi dan pembentukan tulang). Kalium dalam tubuh orang dewasa diganti 18% pertahun.



Faktor yang berpengaruh terhadap keseimbangan pembentukan dan reabsorpsi tulang adalah :

a. Vitamin D

Berfungsi meningkatkan jumlah kalsium dalam darah dengan meningkatkan penyerapan kalsium dari saluran pencernaan. Kekurangan vitamin D dapat menyebabkan deficit mineralisasi, deformitas dan patah tulang.

b. Hormon parathyroid dan kalsitonin

Merupakan hormone utama pengatur homeostasis kalsium. Hormon parathyroid mengatur konsentrasi kalsium dalam darah, sebagian dengan cara merangsang perpindahan kalsium dari tulang. Sebagian respon kadar kalsium darah yang rendah, peningkatan hormone parathyroid akan mempercepat mobilisasi kalsium, demineralisasi tulang, dan pembentukan kista tulang. Kalsitonin dari kelenjar tiroid meningkatkan penimbunan kalsium dalam tulang.

c. Peredaran darah

Pasokan darah juga mempengaruhi pembentukan tulang. Dengan menurunnya pasokan darah / hyperemia (kongesti) akan terjadi penurunan osteogenesis dan tulang mengalami osteoporosis (berkurang kepadatannya). Nekrosis tulang akan terjadi bila tulang kehilangan aliran darah.

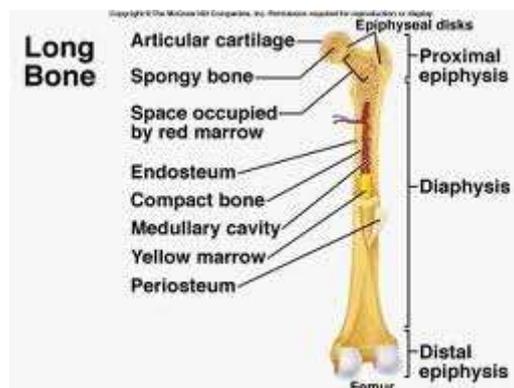
Pada keadaan normal tulang mengalami pembentukan dan absorpsi pada suatu tingkat yang konstan, kecuali pada masa pertumbuhan kanak-kanak dimana lebih banyak terjadi pembentukan daripada absorpsi tulang.

Proses ini penting untuk fungsi normal tulang. Keadaan ini membuat tulang dapat berespon terhadap tekanan yang meningkat dan untuk mencegah terjadi patah tulang. Perubahan tersebut membantu mempertahankan kekuatan tulang pada proses penuaan. Matrik organik yang sudah tua berdegenerasi, sehingga membuat tulang relative menjadi lemah dan rapuh. Pembentukan tulang baru memerlukan matrik organik baru, sehingga memberi tambahan kekuatan tulang. (Price,S.A,1995 : 1179)

Berdasarkan bentuknya tulang dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Tulang Panjang / Tulang Pipa

Tulang ini sering terdapat dalam anggota gerak. Fungsinya sebagai alat ungukit dari tubuh dan memungkinkan untuk bergerak. Batang atau diafisis tersusun atas tulang kortikal dan ujung tulang panjang yang dinamakan epifis tersusun terutama oleh tulang kanelus. Plat epifis memisahkan epifis dan diafisis dan merupakan pusat pertumbuhan longitudinal pada anak-anak. Yang pada orang dewasa akan mengalami kalsifikasi. Misalnya pada tulang humerus dan femur.



Gambar 1.2 Struktur tulang panjang

2. Tulang Pendek

Tulang ini sering didapat pada tulang-tulang karpalia di tangan dan tarsalia di kaki. Fungsinya pendukung seperti tampak pada pergelangan tangan. Bentuknya tidak teratur dan inti dari kanelus (spongi) dengan suatu lapisan luar dari tulang yang padat.

3. Tulang Pipih

Tulang ini sering terdapat di tengkorak, panggul / koxa, sternum, dan iga-iga, serta scapula (tulang belikat). Fungsinya sebagai pelindung organ vital dan menyediakan permukaan luas untuk kaitan otot-otot, merupakan tempat penting untuk hematopoiesis. Tulang pipih tersusun dari tulang kanselus diantara 2 tulang kortikal.

4. Tulang Tak Beraturan

Berbentuk unik sesuai dengan fungsinya. Struktur tulang tidak teratur, terdiri dari tulang kanselous di antara tulang kortikal. Contoh : tulang vertebra, dan tulang wajah.

5. Tulang Sesamoid

Merupakan tulang kecil disekitar tulang yang berdekatan dengan persendian dan didukung oleh tendon dan jaringan fasial. Contoh : tulang patella (Kap lutut).

Bentuk dan kontruksi tulang ditentukan fungsi dan gaya yang bekerja padanya.

Kerangka

Sebagian besar tersusun atas tulang. Kerangka tulang merupakan kerangka yang kuat untuk menyangga struktur tubuh.

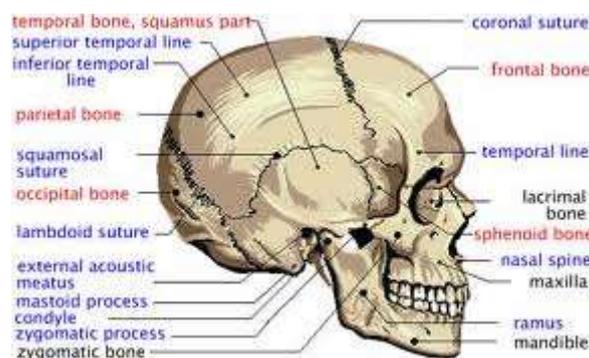
Kerangka dibagi menjadi :

1. Kerangka aksial

Kerangka aksial terdiri dari 80 tulang, terkelompok pada 3 daerah yaitu

- Kranium dan Tulang Muka (TENGGORAK)

Kranium terdiri atas 8 tulang yaitu tulang-tulang parietal (2), temporal (2), frontal, oksipital, stenoid, dan etmoid. Tulang muka terdiri atas 14 tulang yaitu tulang maksila (2), zigomatikus (2), nasal (2), lakrimal (2), palatinum (2), concha inferior (2), mandibula dan vomer.



- Kolumna Vertebralis

Kolumna vertebralis terdiri atas 26 tulang berbentuk tidak teratur, terbentang antara tengkorak dan pelvis. Juga merupakan tempat

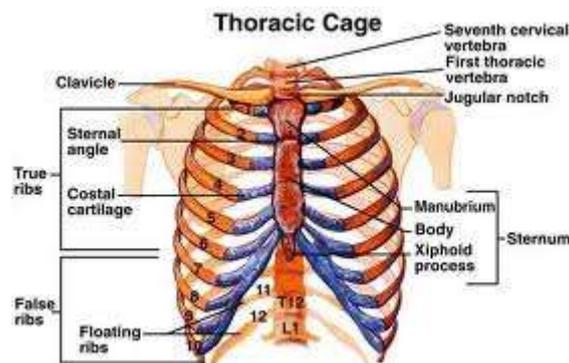
melekatnya iga dan otot punggung. Kolumna vertebralis dibagi dalam 7 vertebra servikalis, 12 vertebra torakalis, 5 vertebra lumbalis, 5 vertebra sacrum dan 4 vertebra koksigi.



- Thoraks tulang

Thorak tulang terdiri tulang dan tulang rawan. Thoraks berupa sebuah rongga berbentuk kerucut terdiri dari 12 vertebra torakalis dan 12 pasang iga yang melingkar dari tulang belakang sampai ke sternum.

Pada sternum terdapat beberapa titik penting yaitu supra sternal notch dan angulus sterni yaitu tempat bertemunya manubrium dan korpus sterni. Bagian-bagian tersebut merupakan penunjang kepala, leher, dan badan serta melindungi otak, medulla spinalis dan organ dalam thoraks.



2. Kerangka Apendikular

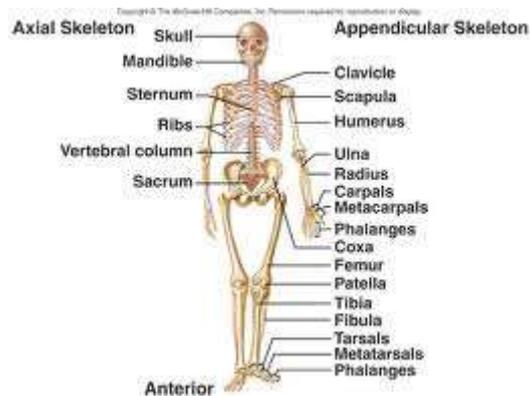
Kerangka apindikuler terdiri atas :

- Bagian bahu (Singulum membri superioris)

Singulum membri superior terdiri atas klavikula dan scapula. Klavikula mempunyai ujung medial yang menempel pada manubrium dekat suprasternal notch dan ujung lateral yang menempel pada akronion.

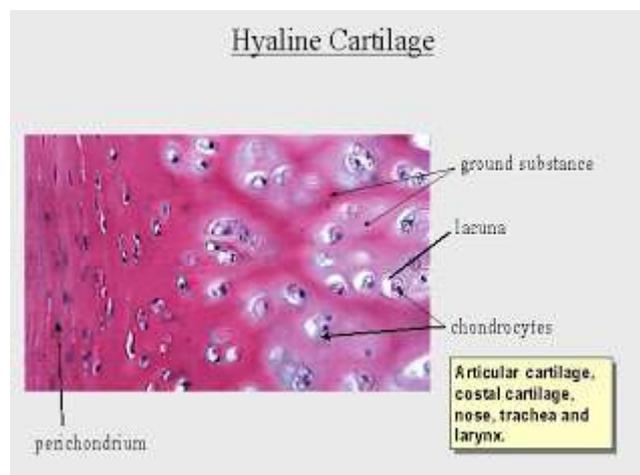
- Bagian panggul (Singulum membri inferior)

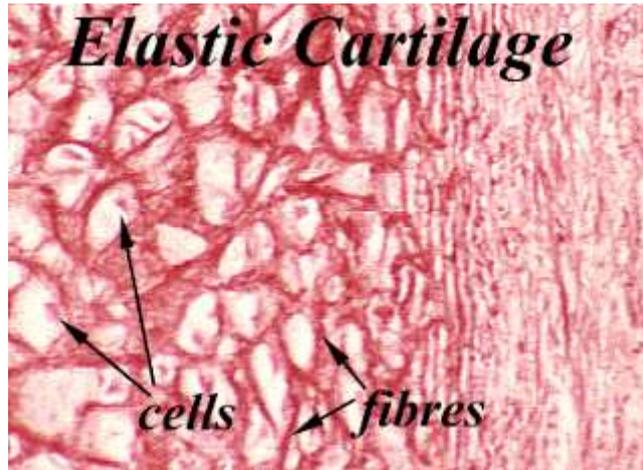
Terdiri dari ileum, iskiium, pubis yang bersatu disebut tulang koksae. Tulang koksae bersama sacrum dan koksigeus membentuk pelvis tulang. Ekstremitas bawah terdiri dari femur, patella, tibia, fibula, tarsus, metatarsus.



B. Cartilago (tulang rawan)

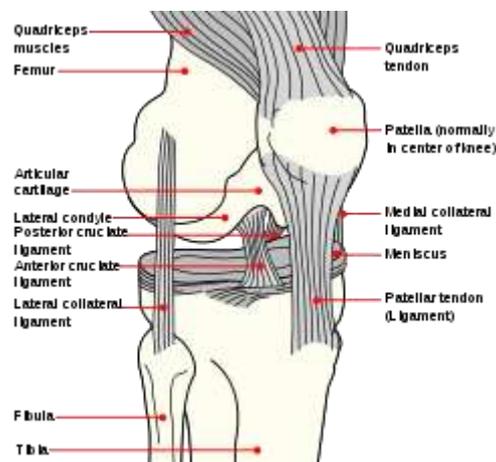
Tulang rawan terdiri dari serat-serat yang dilekatkan pada gelatin kuat, tetapi fleksible dan tidak bervascular. Nutrisi melalui proses difusi gel perekat sampai ke kartilago yang berada pada perichondrium (serabut yang membentuk kartilago melalui cairan sinovial), jumlah serabut collagen yang ada di cartilage menentukan bentuk fibrous, hyaline, elastisitas, fibrous (fibrocartilago) memili paling banyak serabut dan memiliki kekuatan meregang. Fibrus cartilage menyusun discus intervertebralis articular (hyaline) cartilage halus, putih, mengkilap, dan kenyal membungkus permukaan persendian dari tulang dan berfungsi sebagai bantalan. Cartilage yang elastis memiliki sedikit serat dan terdapat pada telinga bagian luar.





C. Ligamen (simplay)

Ligamen adalah suatu susunan serabut yang terdiri dari jaringan ikat keadaannya kenyal dan fleksibel. Ligament mempertemukan kedua ujung tulang dan mempertahankan stabilitas. Contoh ligamen medial, lateral, collateral dari lutut yang mempertahankan diolateral dari sendi lutut serta ligament cruciate anterior dan posterior di dalam kapsul lutut yang mempertahankan posisi anteriorposterior yang stabil. Ligament pada daerah tertentu melengket pada jaringan lunak untuk mempertahankan struktur. Contoh ligament ovarium yang melalui ujung tuba ke peritoneum.



D. Tendon

Tendon adalah ikatan jaringan fibrous yang padat yang merupakan ujung dari otot yang menempel pada tulang. Tendon merupakan ujung dari otot dan menempel kepada tulang. Tendon merupakan ekstensi dari serabut fibrous yang bersambungan dengan aperiosteum. Selaput tendon berbentuk selubung dari jaringan ikat yang menyelubungi tendon tertentu terutama pada pergelangan tangan dan tumit. Selubung ini bersambungan dengan membrane sinovial yang menjamin pelumasan sehingga mudah bergerak.

E. Fascia

Fascia adalah suatu permukaan jaringan penyambung longgar yang didapatkan langsung di bawah kulit, sebagai fascia superficial atau sebagai pembungkus tebal, jaringan penyambung fibrous yang membungkus otot, saraf dan pembuluh darah. Yang demikian disebut fascia dalam.

F. Bursae

Bursae adalah kantong kecil dari jaringan ikat di suatu tempat dimana digunakan di atas bagian yang bergerak. Misalnya antara tulang dan kulit, tulang dan tendon, otot-otot. Bursae dibatasi membrane sinovial dan mengandung cairan sinovial. Bursae merupakan bantalan diantara bagian-bagian yang bergerak seperti olekranon bursae terletak antara prosesus olekranon dan kulit.

G. Persendian

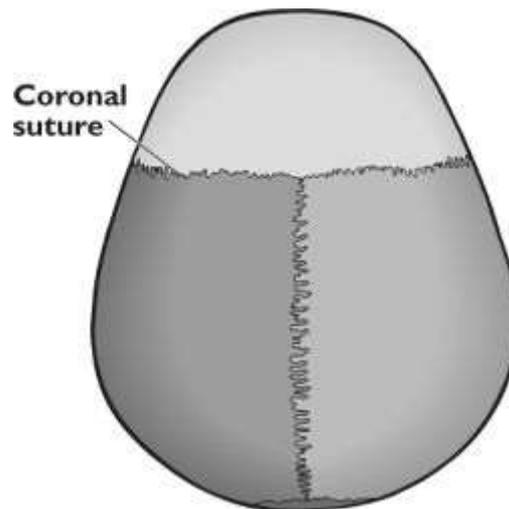
Sendi adalah tempat pertemuan dua atau lebih tulang. Tulang-tulang ini dipadukan dengan berbagai cara misalnya dengan kapsul sendi, pita fibrosa, ligamen, tendon, fasia atau otot.

Dalam membentuk rangka tubuh, tulang yang satu berhubungan dengan tulang yang lain melalui jaringan penyambung yang disebut persendian. Pada persendian terdapat cairan pelumas (cairan sinovial). Otot yang melekat pada tulang oleh jaringan ikat disebut tendon. Sedangkan, jaringan yang menghubungkan tulang dengan tulang disebut ligamen. Secara structural sendi dibagi menjadi: sendi fibrosa, kartilaginosa, sinovial. Dan berdasarkan fungsionalnya sendi dibagi menjadi: sendi sinartrosis, amfiartrosis, diarthroses.

Secara structural dan fungsional klasifikasi sendi dibedakan atas:

1. Sendi Fibrosa/ sinartrosis

Sendi yang tidak dapat bergerak atau merekat ikat, maka tidak mungkin gerakan antara tulang-tulanganya. Sendi fibrosa tidak mempunyai lapisan tulang rawan dan tulang yang satu dengan lainnya dihubungkan oleh jaringan penyambung fibrosa. contohnya sutura pada tulang tengkorak, sendi kaitan dan sendi kantong (gigi), dan sindesmosis (permukaan sendi dihubungkan oleh membran).



2. Sendi Kartilaginosa/ amfiartrosis

Sendi dengan gerakan sedikit, dan permukaan persendian- persendiannya dipisahkan oleh bahan antara dan hanya mungkin sedikit gerakan. Sendi tersebut ujung-ujung tulangnya dibungkus tulang rawan hyalin, disokong oleh ligament dan hanya dapat sedikit bergerak.

Ada dua tipe kartilago :

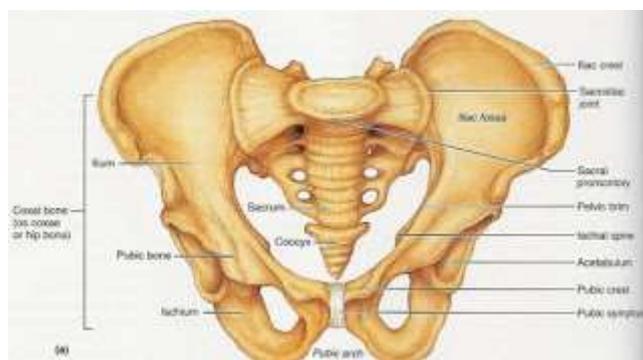
- Sinkondrosis

Sendi yang seluruh persendianyan diliputi oleh tulang rawan hialin

- Simfisis

Sendi yang tulangnya memiliki hubungan fibrokartilago dan selapis tipis tulang rawan hialin yang menyelimuti permukaan sendi.

Contohnya :simfisis pubis (bantalan tulang rawan yang mempersatukan kedua tulang pubis), sendi antara manubrium dan badan sternum, dan sendi temporer / sendi tulang rawan primer yang dijumpai antara diafisis dan epifisis.



3. Sendi Sinovial/ diarthroses

Sendi tubuh yang dapat digerakkan. Sendi ini memiliki rongga sendi dan permukaan sendi dilapisi tulang rawan hialin.

Kapsul sendi terdiri dari suatu selaput penutup fibrosa padat, suatu lapisan dalam yang terbentuk dari jaringan penyambung berpembuluh darah banyak dan sinovium yang

membentuk suatu kantong yang melapisi suatu sendi dan membungkus tendon-tendo yang melintasi sendi. Sinovium menghasilkan cairan yang sangat kental yang membasahi permukaan sendi. Cairan sinovial normalnya bening, tidak membeku dan tidak berwarna. Jumlah yang ditemukan pada tiap-tiap sendi relative kecil 1-3 ml. Cairan sinovial bertindak pula juga sebagai sumber nutrisi bagi tulang rawan sendi.

Tulang rawan memegang peranan penting, dalam membagi organ tubuh. Tulang rawan sendi terdiri dari substansi dasar yang terdiri dari kolagen tipe II dan proteoglikan yang dihasilkan oleh sel-sel tulang rawan. Proteoglikan yang ditemukan pada tulang rawan sendi sangat hidrofilik, sehingga memungkinkan rawan tersebut mampu menahan kerusakan sewaktu sendi menerima beban berat. Perubahan susunan kolagen dan pembentukan proteoglikan dapat terjadi setelah cedera atau ketika usia bertambah.

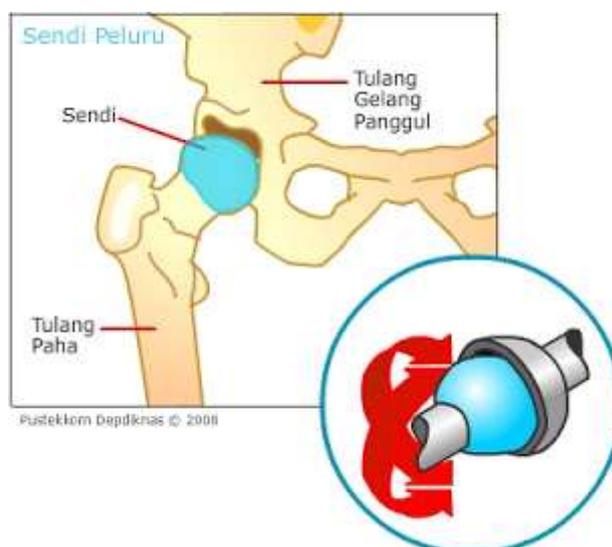
Persendian yang bergerak bebas dan banyak ragamnya. Berbagai jenis sendi sinovial yaitu sendi datar / sendi geser, sendi putar, sendi engsel, sendi kondiloid, sendi berporos, dan sendi pelana / sendi timbal balik. Gerak pada sendi ada 3 kelompok utama yaitu gerakan meluncur, gerakan bersudut / anguler, dan gerakan rotasi.

Adapun pergerakan yang dapat dilakukan oleh sendi-sendi adalah fleksi, ekstensi, adduksi, abduksi, rotasi, sirkumduksi dan Pergerakan khusus seperti supinasi, pronasi, inversion, eversio, protaksio.

Sendi diartrosis terdiri dari:

1. Sendi peluru

Sendi peluru adalah persendian yang memungkinkan gerakan yang lebih bebas. Sendi ini terjadi apabila ujung tulang yang satu berbentuk bonggol, seperti peluru masuk ke ujung tulang lain yang berbentuk cekungan. Contoh sendi peluru adalah hubungan tulang panggul dengan tulang paha, dan tulang belikat dengan tulang atas.



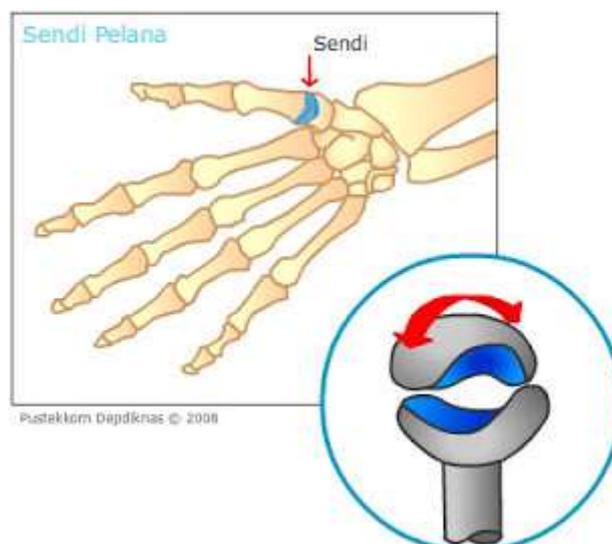
2. Sendi engsel

Memungkinkan gerakan melipat hanya satu arah, Persendian yang menyebabkan gerakan satu arah karena berporos satu disebut sendi engsel. Contoh sendi engsel ialah hubungan tulang pada siku, lutut, dan jari-jari.



3. Sendi pelana

Sendi pelana adalah persendian yang membentuk sendi, seperti pelana, dan berporos dua. Contohnya, terdapat pada ibu jari dan pergelangan tangan. Memungkinkan gerakan 2 bidang yang saling tegak lurus. misal persendian dasar ibu jari yang merupakan sendi pelana 2 sumbu.



4. Sendi pivot

Memungkinkan rotasi untuk melakukan aktivitas untuk memutar pegangan pintu, misal persendian antara radius dan ulna.

5. Sendi peluncur

Memungkinkan gerakan terbatas ke semua arah. Contoh adalah sendi-sendi tulang karpalia di pergelangan tangan

H. Jaringan Penyambung

Jaringan yang ditemukan pada sendi dan daerah-daerah yang berdekatan terutama adalah jaringan penyambung, yang tersusun dari sel-sel dan substansi dasar. Dua macam sel yang ditemukan pada jaringan penyambung sel-sel yang tidak dibuat dan tetap berada pada jaringan penyambung, seperti sel mast, sel plasma, limfosit, monosit, leukosit polimorfonuklear. Sel-sel ini memegang peranan penting pada reaksi-reaksi imunitas dan peradangan yang terlihat pada penyakit-penyakit reumatik. Jenis sel yang kedua dalam sel penyambung ini adalah sel yang tetap berada dalam jaringan seperti fibroblast, kondrosit, osteoblas. Sel-sel ini mensintesis berbagai macam serat dan proteoglikan dari substansi dasar dan membuat tiap jenis jaringan penyambung memiliki susunan sel yang tersendiri.

Serat-serat yang didapatkan didalam substansi dasar adalah kolagen dan elastin. Serat-serat elastin memiliki sifat elastis yang penting. Serat ini didapat dalam ligament, dinding pembuluh darah besar dan kulit. Elastin dipecah oleh enzim yang disebut elastase.

1. OTOT

Otot adalah jaringan yang mempunyai kemampuan khusus, yaitu berkontraksi; dengan demikian gerakan terlaksana. Otot terdiri dari serabut silindris yang mempunyai sifat sama dengan sel jaringan lain. Semua ini diikat menjadi berkas-berkas serabut kecil oleh sejenis jaringan ikat yang mengandung unsur kontraktil.

Selain membantu pergerakan, otot juga berfungsi membantu hipotalamus untuk mengatur panas dalam tubuh.

Otot dikaitkan di dua tempat tertentu yaitu :

1. Origo

Tempat yang kuat dianggap sebagai tempat dimana otot timbul

2. Insersio

Lebih dapat bergerak dimana tempat ke arah mana otot berjalan.

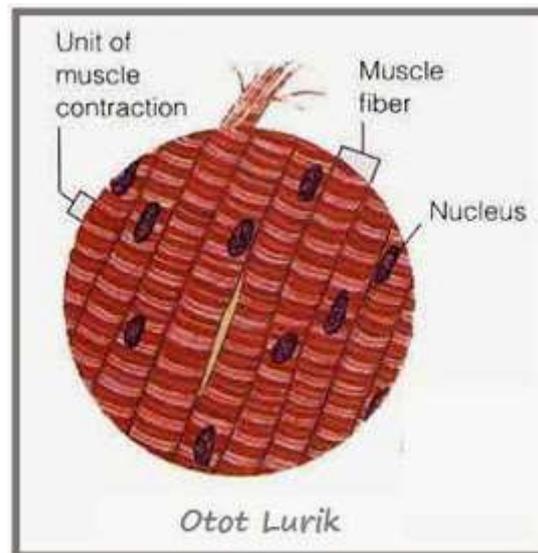
Kontraksi otot rangka dapat terjadi hanya jika dirangsang. Energi kontraksi otot dipenuhi dari pemecahan ATP dan kegiatan kalsium. Serat-serat dengan oksigenasi secara adekuat dapat berkontraksi lebih kuat, bila dibandingkan dengan oksigenasi tidak

adekuat. Pergerakan akibat tarikan otot pada tulang yang berperan sebagai pengungkit dan sendi berperan sebagai tumpuan atau penopang.

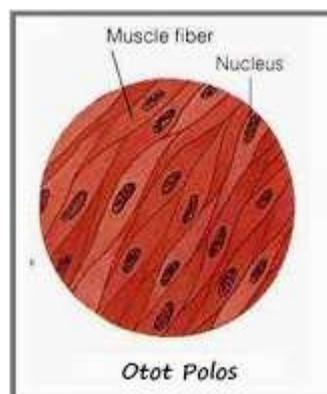
Masalah yang berhubungan dengan system ini mengenai semua kelompok usia, masalah pada system musculoskeletal tidak mengancam jiwa tetapi berdampak pada kativitas dan produktivitas penderita.

Ada 3 jenis otot :

- a. Otot Lurik (otot sadar, otot kerangka, otot bergaris)



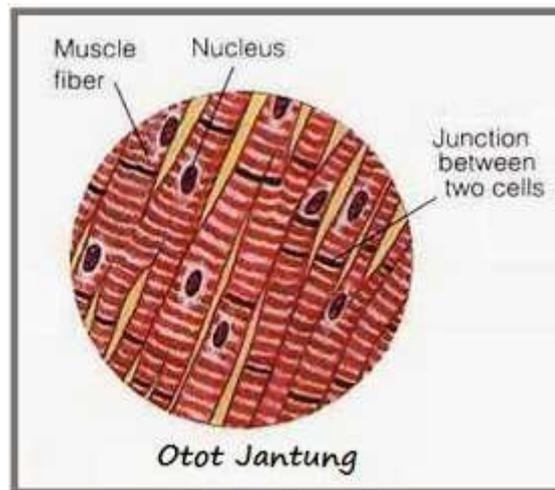
Setiap serabut otot bergaris melintang karena adanya gambaran selang –seling antara warna muda dan tua. Setiap serabut terbentuk oleh sejumlah miofibril dan diselubungi membran-membran halus --- *sarkolema* (selaput otot). Sejumlah serabut berkumpul membentuk berkas. Banyak berkas-berkas itu yang diikat menjadi satu oleh jaringan ikat untuk membentuk otot besar dan otot kecil. Bila otot berkontraksi, akan menjadi pendek, dan setiap serabut turut bergerak dengan berkontraksi. Otot-otot jenis ini hanya berkontraksi jika dirangsang oleh rangsangan saraf.



b. Otot Polos (otot tak sadar, otot tidak bergaris)

Jenis ini dapat berkontraksi tanpa rangsangan saraf. Otot tak sadar ditemukan pada dinding pembuluh darah dan pembuluh limfe, pada dinding saluran pencernaan dan visera (alat dalam) yang berongga, trakea, dan bronki, pada iris dan muskulus siliaris mata, serta otot tak sadar dalam kulit.

b. Otot Jantung



Ditemukan hanya pada jantung. Otot ini bergaris seperti pada otot sadar. Perbedaannya terdapat pada serabutnya yang bercabang dan mengadakan anastomose (bersambungan satu sama lain, tersusun memanjang seperti pada otot bergaris, berciri merah khas, dan tak dapat dikendalikan kemauan).

Otot jantung memiliki kemampuan khusus untuk mengadakan kontraksi otomatis dan ritmis tanpa tergantung pada ada – tidaknya rangsangan saraf. Cara kerja semacam ini disebut *miogenik* yang membedakan dengan *neurogenik*.

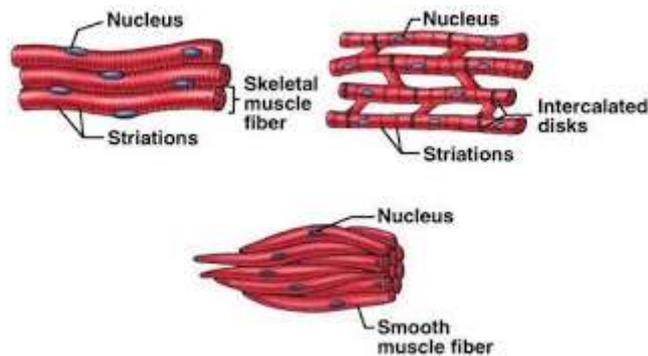
c. Otot Sfingter

Terdiri atas lingkaran serabut otot yang mengelilingi lubang masuk atau lubang keluar sebuah saluran atau mulut saluran yang akan menutup erat bila berkontraksi. Contoh sfingter jantung dan sfingter pilori pada mulu lambung, sfingter bagian dalam dan luar anus dan uretra, sfingter atau katub antara ileus dan kolon.

Perbedaan antara Otot Polos, Otot Lurik dan Otot Jantung :

Pembeda	Otot Polos	Otot Lurik	Otot Jantung
Tempat	Organ dalam pembuluh darah	Melekat pada rangka	Jantung

Bentuk Serabut	Memanjang, berbentuk spindel, ujung lancip	Memanjang, silindris, ujung tumpul	Memanjang, silindris, bercabang dan menyatu
Jumlah Nukleus	1	>1	1
Letak Nukleus	Tengah	Tepi	Tengah
Garis Melintang	Tidak ada	Ada	Ada
Kecepatan Kontraksi	Paling lambat	Paling cepat	Sedang
Kemampuan Berkontraksi	kuat	kuat	kuat
Tipe Kontrol	Involunter	Volunter	Involunter



Ada hal terpenting dalam kontraktibilitas otot, yaitu :

1. Kontraktibilitas : Kemampuan untuk berkontraksi (mengembang dan meregang)
2. Eksitabilitas : Kemampuan otot untuk merespon stimulus
3. Elastisitas : Kemampuan untuk kembali ke bentuk semula setelah berkontraksi/dilatasi
4. Ekstensibilitas : Kemampuan untuk stretching/meregang, otot akan merespon dengan kuat

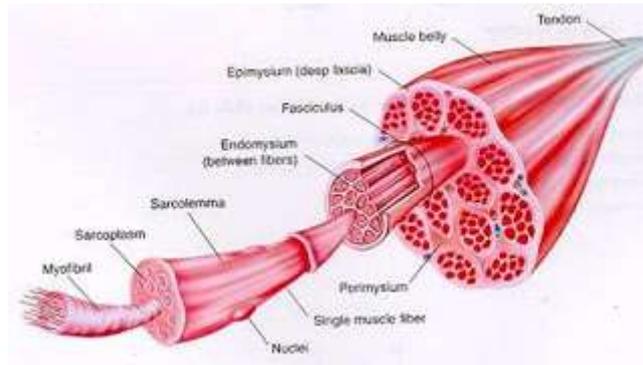
Ada faktor-faktor tertentu yang mempengaruhi kekuatan kontraksi serabut otot. Kontraksi otot akan lebih kuat bila sedang meregang dan bila suhunya cukup panas. Kelelahan dan dingin memperlemah kekuatan otot.

Sedangkan untuk karakteristik kontraksi otot dibagi menjadi 2 yakni :

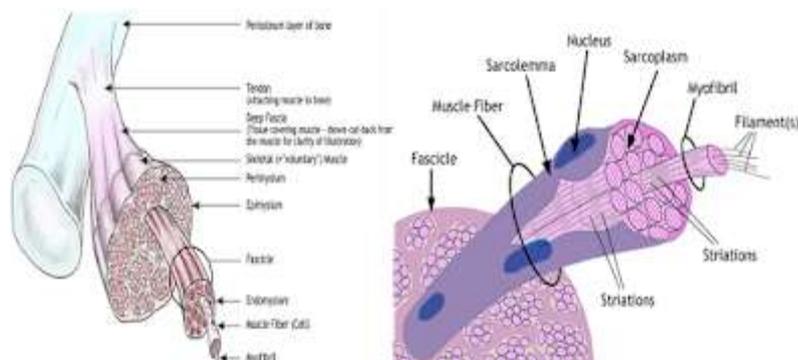
1. Kontraksi Isometrik : Panjang otot tetap sedangkan tonus otot meningkat
2. Kontraksi Isotonik : Otot memendek dan tonus otot tetap

Bagian otot sendiri dibagi menjadi 3 bagian yakni Kepala otot (Musculus Caput) , Empal otot (Musculus Venter), Ekor otot (Musculus Caudal)

Struktur dari Otot



- Tendon : Jaringan ikat yang menghubungkan antara otot dengan tulang
- Epimysium : Jaringan ikat fibrosa di sekitar perut otot rangka
- Fasciculi : Bundel serat otot
- Perimysium : Jaringan ikat sekitarnya fasciculi
- Endomysium : Jaringan ikat yang mengelilingi serabut otot (sel otot)
- Serat otot : Sel otot tunggal (dalam bentuk benang)
- Sarcolemma : Membran sel yang mengelilingi serabut otot
- Sarcoplasm : Serat otot sitoplasma yang berisi beberapa inti dan mitokondria
- Myofibrils : "seperti batang" struktur berjalan melalui serat otot yang mengandung protein kontraktil aktin myosin yang memberikan otot rangka penampilan lurik
- Panjang dan diameter



- Myofilaments aktin - mengandung aktin dengan pengikat ditutupi oleh tropomiosin yang strategis terletak protein troponin ke mana ion kalsium memiliki afinitas tinggi
- Myofilaments myosin - berisi kepala bulat

Istilah Khusus pada Jaringan Otot

- a. Sitoplasma disebut sarkoplasma
- b. Retikulum endoplasma disebut retikulum sarkoplasma
- c. Membran plasma disebut sarkolema

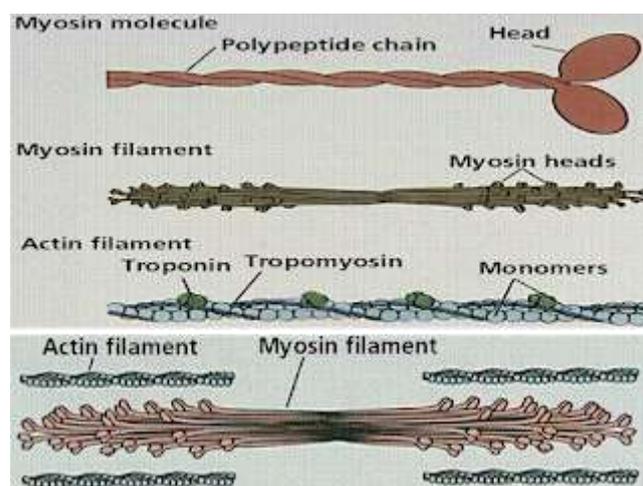
- Tubulus T adalah rangkaian tubulus transversus pada otot rangka dan jantung yang terbentuk melalui invaginasi sarkolema berbentuk seperti jari
 - Sisterna terminal adalah struktur berbentuk kantong di kedua sisi tubulus T retikulum endoplasma
 - Invaginasi tubulus T dan sisterna terminal yang berdekatan terminal yang berdekatan di kedua sisinya membentuk suatu triad.
- d. Origo : Tempat melekatnya kepala otot pada pangkal tulang
- e. Inseri : Tempat melekatnya ekor otot
- f. Fasia : Selaput pembungkus otot yang berupa jaringan
- g. Tendon : Jaringan ikat yang menghubungkan otot dengan tulang
- h. Ligamen : Jaringan ikat yang menghubungkan tulang dengan tulang

Tonus otot

Otot tidak bisa istirahat benar meskipun kelihatannya demikian. Pada hakikatnya otot selalu berada dalam keadaan tonus otot, yang berarti siap bereaksi terhadap rangsangan. Misalnya kejutan lutut yang disebabkan ketukan keras pada tendo patela mengakibatkan kontraksi ekstensor kuadrisep femoris dan sedikit rangsangan sendi lutut. Ini refleks yang terjadi akibat rangsangan pada saraf. Sikap tubuhpun ditentukan tingkat tonus otot.

Tonus otot disebabkan oleh impuls (potensial listrik) yang terus dialirkan oleh serabut otot untuk mempertahankan kontraksi, yang terus menerus dikirimkan dari medula spinalis

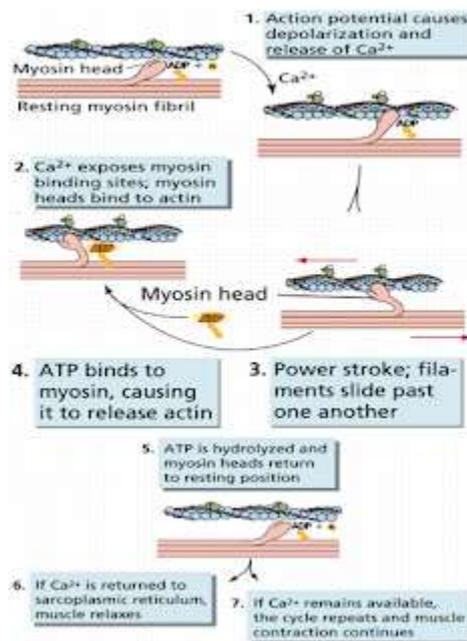
Mekanisme Molekular Kontraksi Otot



Pada keadaan relaksasi ujung-ujung filamen aktin berasal dari dua lempeng saling tumpang tindih satu sama lainnya. Pada waktu yang bersamaan menjadi lebih dekat pada filament myosin, tumpang tindih satu sama lainnya secara meluas. Lempeng ini ditarik oleh filament sampai ke ujung miosin. Selama kontraksi kuat, filament aktin dapat ditarik bersama-sama, begitu eratnya sehingga ujung filament myosin melekok. Kontraksi otot terjadi karena mekanisme pergeseran filament.

Kekuatan mekanisme dibentuk oleh interaksi jembatan penyeberangan dari filament miosin dengan filament aktin. Bila sebuah potensial aksi berjalan seluruh membran serat otot akan menyebabkan retikulum sakromplasmik melepaskan ion kalsium dalam jumlah besar yang dengan cepat dapat menembus miofibril.

Energi pada kontraksi otot



Didapat dari perubahan adenosin trifosfat (ATP) menjadi adenosin difosfat (ADP). Kemudian ADP segera berubah kembali menjadi ATP oleh tenaga yang tersedia dari pemecahan glikogen. Selanjutnya semakin hebat kerja yang dilakukan semakin besar jumlah ATP yang dipecahkan. Proses ini akan berlangsung terus menerus sampai filamen aktin menarik membran menyentuh ujung akhir filament myosin atau sampai beban pada otot menjadi terlalu besar untuk terjadinya tarikan lebih lanjut.

Kelelahan Otot

- Apabila sumber-sumber ATP di otot habis maka terjadi kelelahan pada otot.
- Apabila otot kekurangan oksigen maka kelelahan lebih cepat terjadi

- Apabila terjadi kelelahan otot maka otot bergantung pada glikolisis anaerob dan energi cadangan (simpanan glikogen)
- Glikolisis anaerob menghasilkan asam laktat yang mempengaruhi keasaman darah yang dapat mencetuskan terjadinya asidosis metabolisme

Remodeling Otot

Dilakukan terus-menerus untuk menyesuaikan dengan fungsinya. Remodeling otot dilakukan dalam beberapa minggu.

Hipertrofi otot

- Karena peningkatan filamen aktin dan miosin
- Peningkatan sistem enzim, replacement dan penghancuran

Atrofi otot

- Terjadi pada otot yang tidak digunakan
- Karena penurunan filamen aktin dan miosin
- Penurunan sistem enzim, replacement dan penghancuran

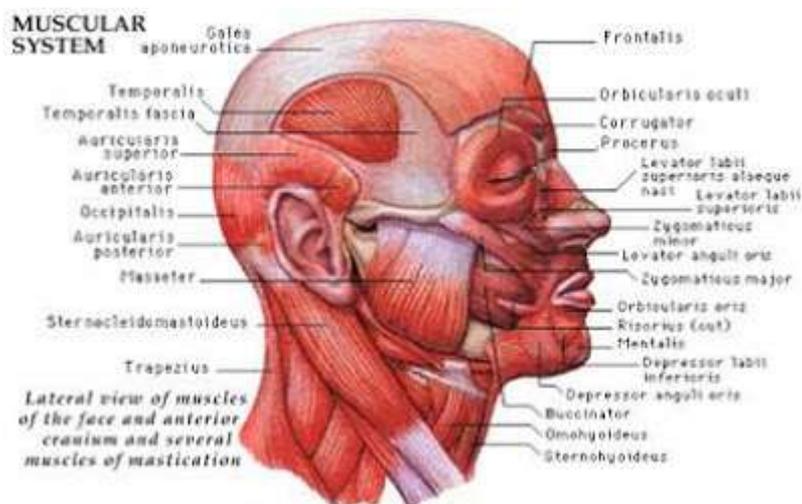
Klasifikasi Otot

1. Berdasarkan cara kerjanya, otot dibedakan menjadi dua sebagai berikut :
 - Otot sinergis, yaitu otot yang saling mendukung. Contoh: otot bisep dan otot lengan bawah (pronator) yang terdiri otot pronator kuadratus dan otot pronator teres. Ketiga otot ini sama-sama berkontraksi ke satu arah sehingga lengan bawah dapat diigerakkan memutar.
 - Otot antagonis, yaitu otot yang bekerja secara berlawanan. Contoh: mekanisme kerja otot bisep dan trisep dapat membengkokkan dan meluruskan siku
2. Berdasarkan bentuk dan serabutnya :
 - Otot serabut sejajar atau bentuk kumparan
 - Otot bentuk kipas, otot bersirip dan otot melingkar/sfingter
3. Berdasarkan jumlah kepalanya :
 - Otot berkepala dua (Bisep)
 - Otot berkepala tiga/triseps
 - Otot berkepala empat/quadriseps
4. Berdasarkan pekerjaannya :
 - Otot sinergis : otot bekerja bersama-sama
 - Otot antagonis : otot yang bekerjanya berlawanan
 - Otot abduktor : otot yang menggerakkan anggota menjauhi tubuh

- Otot abduktor : otot yang menggerakkan anggota mendekati tubuh
- Otot fleksor : otot yang membengkokkan sendi tulang atau melipat sendi
- Otot ekstensor : otot yang meluruskan kembali sendi tulang kedudukan semula
- Otot pronator : ketika ulna dan radial dalam keadaan sejajar
- Otot supinator : ulna dan radial dalam keadaan menyilang
- Endorotasi : memutar ke dalam
- Eksorotasi : memutar ke luar
- Dilatasi : memanjangkan otot
- Kontraksi : memendekkan otot

1. Berdasarkan letaknya :

- Bagian kepala



Otot bagian ini dibagi menjadi 5 bagian :

1. Otot puncak kepala

fungsinya sebagian kecil membentuk gales aponeurotika disebut juga musculus oksipitifrontalis, dibagi menjadi 2 bagian :

- M. Frontalis, fungsinya mengerutkan dahi dan menarik dahi mata
- M. Oksipitalis terletak di bagian belakang, fungsinya menarik kulit ke belakang
- M. Parietalis
- M. Temporalis, terletak dibagian samping kanan dan kiri

2. Otot wajah

- M. Orbicularis Okuli : lingkaran mata terdapat di sekeliling mata, fungsinya sebagai penutup mata atau otot sfingter mata
- M. Levator Palpebra superior : mengangkat kelopak mata

M. Rectus Okuli

M. Oblingus Okuli : fungsinya untuk memutar mata

3. Otot mulut bibir dan pipi

M. triangularis dan musculus orbikularis oris/otot : sudut mulut, fungsinya menarik sudut mulut ke bawah

M. quadratus labii superior : otot bibir atas mempunyai origo penggir lekuk mata menuju bibir atas dan hidung

M. quadratus labii inferior : terdapat pada dagu merupakan kelanjutan pada otot leher. Fungsinya menarik bibir ke bawah atau membentuk mimik muka ke bawah

M. buksinator : membentuk dinding samping rongga mulut. Origo pada taju mandibula dan insersi musculus orbikularis oris. Fungsinya untuk menahan makanan waktu mengunyah.

M. zigomatikus/otot pipi : untuk mengangkat dagu mulut ke atas waktu senyum.

4. Otot pengunyah/otot yang bekerja waktu mengunyah

M. maseter : fungsinya mengangkat rahang bawah pada waktu mulut terbuka

M. temporalis : fungsinya menarik rahang bawah ke atas dan ke belakang

Musculus pterigoid internus dan eksternus, fungsinya menarik rahang bawah ke depan

5. Otot lidah sangat berguna dalam membantu pancaindra untuk menunyah

M. genioglossus, fungsinya mendorong lidah ke depan

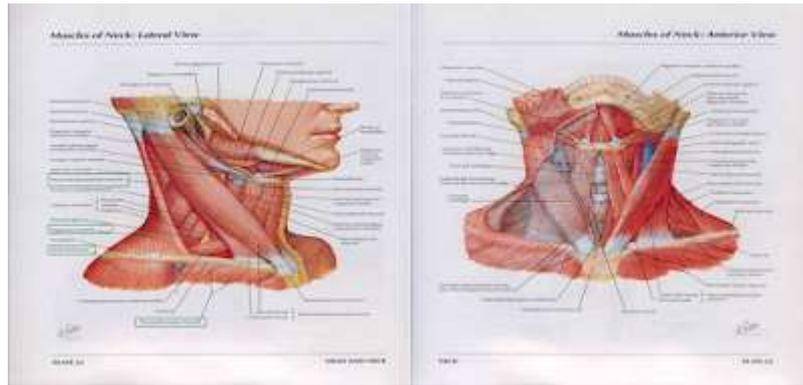
M. stiloglossus, fungsinya menarik lidah ke atas dan ke belakang

Bagian Leher

1. M. platisma, terdapat di samping leher menutupi sampai bagian dada. Fungsinya menekan mandibula, menarik bibir ke bawah dan mengerutkan kulit bibir.

2. M. sternokleidomastoid di samping kiri kanan leher ada suatu tendo sangat kuat. Fungsinya menarik kepala ke samping, ke kiri, dan ke kanan, memutar kepala dan kalau keduanya bekerja sama merupakan fleksi kepala ke depan disamping itu sebagai alat bantu pernapasan.

3. M. longissimus kapitis, terdiri dari splenius dan semispinalis kapitis. Ketiga otot ini terdapat di belakang leher, terbentang dari belakang kepala ke prosesus spinalis korakoid. Fungsinya untuk menarik kepala belakang dan menggelengkan kepala.



□ Bagian Bahu

Otot bahu hanya meliputi sebuah sendi saja dan membungkus tulang pangkal lengan dan tulang belikat akromion yang teraba dari luar.

1. M. deltoid (otot segitiga), otot ini membentuk lengkung bahu dan berpangkal di bagian sisi tulang selangka ujung bahu, balung tulang belikat dan diafise tulang pangkal lengan. Di antara otot ini dan taju besar tulang pangkal lengan terdapat kantung lendir. Fungsinya mengangkat lengan sampai mendatar
2. M. subskapularis (otot depan tulang belikat) Otot ini mulai dari bagian depan tulang belikat, menuju taju kecil tulang pangkal lengan, di bawah uratnyanya terdapat kantung lendir. Fungsinya menengahkan dan memutar tulang humerus ke dalam.
3. M. supraspinatus (otot atas balung tulang belikat). Otot ini berpangkal di lekuk sebelah atas menuju ke taju besar tulang pangkal lengan. Fungsinya mengangkat lengan.
4. M. infraspinatus (otot bawah balung tulang belikat). Otot ini berpangkal di lekuk sebelah bawah balung tulang belikat dan menuju ke taju besar tulang pangkal lengan. Fungsinya memutar lengan ke luar.
5. M. teres mayor (otot lengan bulat besar). Otot ini berpangkal di siku bawah tulang belikat dan menuju ke taju kecil tulang pangkal lengan. Di antara otot lengan bulat kecil dan otot lengan bulat besar terdapat kepala yang panjang dari muskulus triseptis brakii. Fungsinya bisa memutar lengan ke dalam.
6. M. teres minor (otot lengan belikat kecil). Otot ini berpangkal di siku sebelah luar tulang belikat dan menuju ke taju besar tulang ke pangkal lengan. Fungsinya memutar lengan ke luar.

□ Bagian Dada

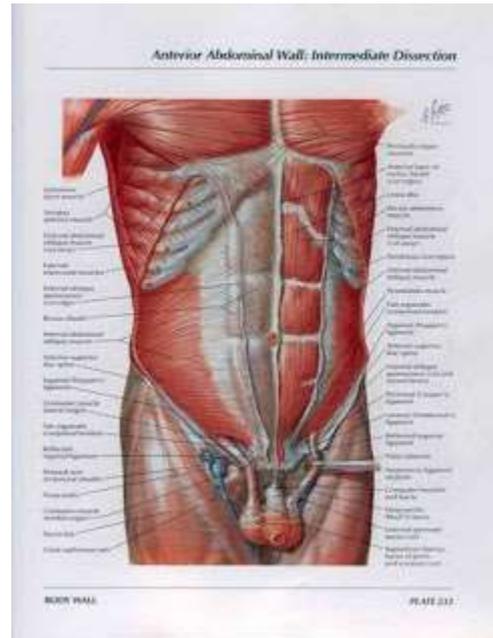


1. M. pectoralis mayor, Otot dada besar. Pangkalnya terdapat di ujung tengah selangka, tulang dada dan rawan iga. Fungsinya dapat memutar lengan ke dalam dan menengahkan lengan, menarik lengan melalui dada, merapatkan lengan ke dalam.
2. M. pectoralis minor, Otot dada kecil. Terdapat di bawah otot dada besar, berpangkal di iga III, IV dan V menuju ke prosesus korakoid. Fungsinya menaikkan tulang belikat dan menekan bahu
3. M. Subklavikula, Otot bawah selangka. Terdapat di antara tulang selangka dan ujung iga I, bagian dada atas sebelah bawah os klavikula. Fungsinya menetapkan tulang selangka di sendi sebelah tulang dada dan menekan sendi bahu ke bawah dan ke depan.
4. M. seratus anterior, Otot gergaji depan. Berpangkal di iga I sampai IX dan menuju ke sisi tengah tulang belikat, tetapi yang terbanyak menuju ke bawah.
5. Otot dada sejati yaitu otot-otot sela iga luar dan otot-otot sela iga dalam. Fungsinya mengangkat dan menurunkan iga waktu bernapas.

Otot dada bagian dalam disebut juga otot dada sejati, yaitu otot dada yang membantu pernapasan terdiri dari :

1. M. interkostalis eksternal dan internal terdapat di antara tulang-tulang iga. Fungsinya mengangkat dan menurunkan tulang iga ke atas dan ke bawah pada waktu bernapas
2. M. diaphragmatikus, merupakan alat istimewa yang di tengahnya mempunyai aponeurosis yang disebut sentrum tendineum. Bentuknya melengkung ke atas menghadap ke rongga toraks, mempunyai lobang tempat lalu aorta vena kava dan esofagus. Fungsinya menjadi batas antara rongga dada dan rongga perut. Kontraksi dan relaksinya memperkecil serta memperbesar rongga dada waktu bernapas.

Bagian Perut



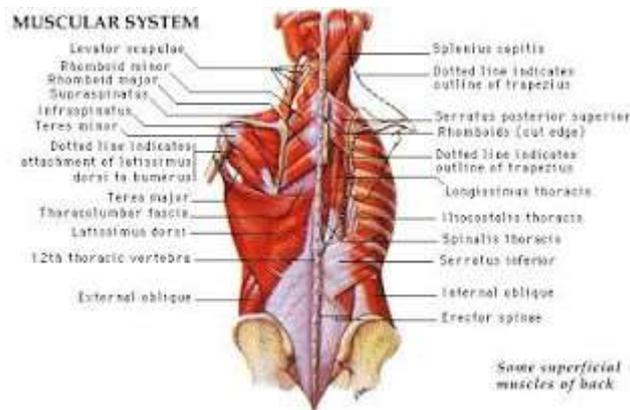
1. M. abdominis internal (dinding perut). Garis di tengah dinding perut dinamakan linea alba,
2. M. abdominis eksternal, otot sebelah luar. Otot yang tebal dinamakan aponeurosis, membentuk kantung otot yang terdapat di sebelah kiri dan kanan linea itu.
3. M. obliquus eskternus abdominis, lapisan sebelah luar sekali dibentuk otot miring luar. Berpangkal pada iga V sampai iga yang bawah sekali. Serabut ototnya yang sebelah belakang menuju ke tepi tulang panggul (kristailiaka). Serabut yang depan menuju linea alba. Serabut yang tengah membentuk ikat yang terbentang dari spina iliaka anterior superior ke simfisis.
4. M. obliquus internus abdominis, lapisan kedua di bawah otot dibentuk oleh otot perut dalam. Serabut miring menuju ke atas dan ke tengah. Aponeurosis terbagi 2 dan ikut membentuk kantung otot perut lurus sebelah depan dan belakang musculus rektus abdominis, otot perut lurus mulai dari pedang rawan iga III di bawah dan menuju ke simfisi. Otot ini mempunyai 4 buah urat melintang.
5. M. transversus abdominis, merupakan xifoid menuju artikule ke kosta III terus ke simfisis. Otot ini membentuk 4 buah urat yang bentuknya melintang dibungkus oleh musculus rektus abdominis dan otot vagina.
6. M. apponeurosis

Otot yang masuk ke dalam formasi bagian bawah dinding perut atau dinding abdominal posterior :

1. M. psoas, terletak di belakang diafragma bagain bawah mediastinum, berhubungan dengan quadratus lumborum di dalamnya terdapt arteri, vena dan kelenjar limfe

- M. iliakus terdapat pada sisi tulang ilium, sebelah belakang berfungsi menopang sekum, dan sebelah depan menyentuh kolon descendens

□ Bagian Punggung



Otot yang ikut menggerakkan lengan

- M. Trapezius (otot kerudung). Terdapat di semua ruas-ruas tulang punggung. Berpangkal di tulang kepala belakang. Fungsinya: mengangkat dan menarik sendi bahu. Bagian atas menarik skapula ke bagian medial dan yang bawah menarik ke bagian lateral.
- M. latissimus dorsi (otot punggung lebar), berpangkal pada ruas tulang punggung yang kelima dari bawah fascia lumboid, tepi tulang punggung dan iga III di bawah, gunanya menutupi ketiak bagian belakang, menengahkan dan memutar tulang pangkal lengan ke dalam.
- M. rhomboid (otot belah ketupat), berpangkal dari taju duri, dari tulang leher V, ruas tulang punggung V, di sisni menuju ke pinggir tengah tulang belikat. Gunanya menggerakkan tulang belikat ke atas dan ke tengah.

Otot antara ruas tulang belakang dan iga

- M. seratus posterior inferior (otot gergaji belakang bawah). Terletak di bawah otot punggung lebar, berpangkal di fascia lumbodorsalis dan menuju ke iga V dari bawah. Gunanya menarik tulang iga ke bawah pada waktu bernapas.
- M. seratus posterior superior, terletak di bawah otot belah ketupat dan berpangkal di ruas tulang leher keenam dan ketujuh dari ruas tulang punggung yang kedua. Gunanya menarik tulang iga ke atas waktu inspirasi.

Otot punggung sejati

- M. interspinalis transversi dan musculus semispinalis, terdapat di antara kiri-kanan prosesus transversus dan prosesus spina. Fungsinya untuk sikap dan pergerakan tulang belakang.

2. M. sakrospinalis (muskulus eraktor spina) terletak di samping ruas tulang belakang kiri dan kanan. Fungsinya memelihara dan menjaga kedudukan kolumna vertebra dan pergerakan dari ruas tulang belakang
3. M. quadratus lumborum, terletak antara krista iliaka dan os kosta, terdiri dari 2 lapisan; fleksi dari vertebra lumbalis dan di samping itu juga merupakan dinding bagian belakang rongga perut.

Bagian Lengan

Pangkal Lengan Atas

1. Muskulus biceps (Fleksor)

- Otot ini meliputi 2 buah sendi : mempunyai 2 buah kepala (kaput), Kepala yang panjang melekat di dalam sendi bahu, kepala yang pendek melekatnya di sebelah luar dan yang kedua di sebelah dalam.
- Otot itu ke bawah menuju ke tulang pengumpil.
- Di bawah uratny terdapat kantung lendir.

Fungsinya membengkokkan lengan bawah siku, meratakan hasta dan mengangkat lengan.

2. Muskulus brakialis (otot lengan dalam).

- Otot ini berpangkal di bawah otot segitiga di tulang pangkal lengan
- otot menuju taju di pangkal tulang hasta.
- Fungsinya membengkokkan lengan bawah siku.

3. Muskulus korakobrakialis

- Otot ni berpangkal di prosesus korakoid
- otot menuju ke tulang pangkal lengan.
- Fungsinya mengangkat lengan.

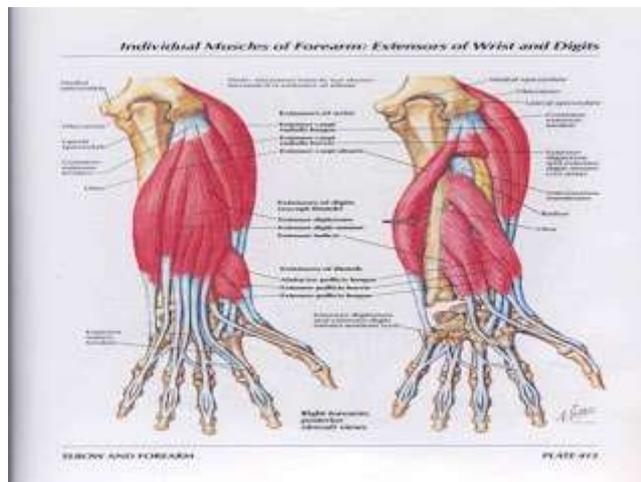
4. Muskulus triseps (Ekstensor)

- mempunyai 3 buah kepala (kaput).
- Kepala luar berpangkal di sebelah belakang tulang pangkal lengan dan menuju ke bawah kemudian bersatu dengan yang lain.
- Kepala dalam dimulai di sebelah dalam tulang pangkal lengan.
- Kepala panjang dimulai pada tulang di bawah sendi dan ketiganya mempunyai sebuah urat yang melekat di olekrani
- berperan berlawanan dengan otot bisep yaitu untuk meluruskan siku

Pangkal Lengan Bawah

Otot yang bekerja memutar radialis (pronator dan supinator) terdiri dari:

1. M. pronator teres equadratus : fungsinya pronasi tangan
2. M. spinator brevis, fungsinya supinasi tangan
3. M. Palmaris longus
4. M. Fleksor karpi radialis
5. M. Fleksor digitor sublimis
6. M. Fleksor digitorum profundus
7. M. Ekst karpi radialis longus
8. M. Ekst karpi radialis brevis



Otot-otot sekitar panggul

Otot-otot sekitar panggul atau columna vertebralis menuju ke pangkal paha.

Sebelah depan bagian dalam dari panggul terdapat :

1. M. psoas mayor, terbentang dari prosesus transversus lumbalis menuju trokanter minor dan iliakus
2. M. iliakus, berasal dari fosa iliaca menuju trokanter minor
3. Muskulus psoas minor, yang terletak di muka psoas mayor.

Ketiga otot ini disebut juga otot iliopsoas, fungsinya mengangkat dan memutar tungkai ke bagian luar

Sebelah belakang bagian luar terdapat:

M. gluteus maksimus merupakan otot yang terbesar yang terdapat di sebelah luar panggul membentuk bokong. Fungsinya, antagonis dari iliopsoas yaitu rotasi fleksi dan endorotasi femur

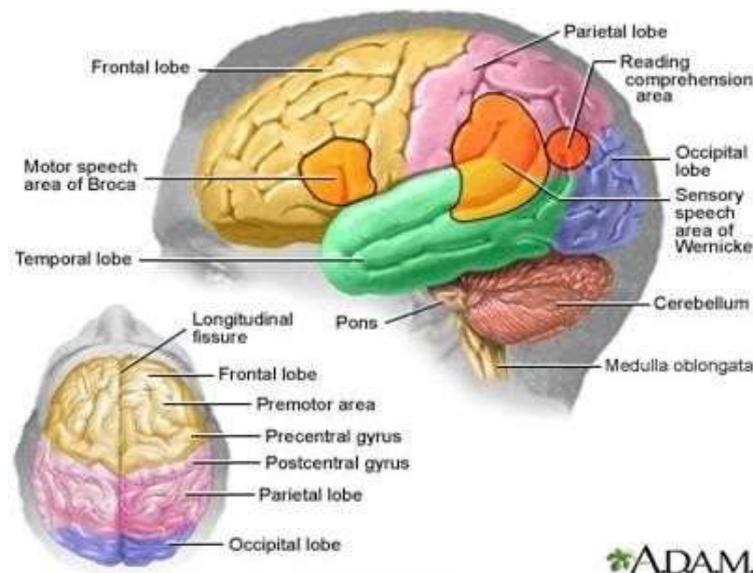
KASUS V

MATERI ANATOMI & FISILOGI SISTEM PERSYARAFAN

A. Otak

Otak adalah pusat kontrol sistem saraf dan juga menghasilkan pemikiran, emosi, dan berbicara (LeMone, 2016). Jaringan otak dibungkus oleh selaput otak dan tulang tengkorak yang kuat dan terletak dalam kavum krani. Berat otak orang dewasa kira-kira 1400 gr

Setengah padat dan berwarna abu-abu kemarahan. Otak dibungkus oleh tiga selaput otak (meningen), dan dilindungi oleh tulang tengkorak, otak mengapung dalam cairan untuk menunjang otak yang lembek dan halus. Cairan ini bekerja sebagai penyerap guncangan akibat pukulan dari luar terhadap kepala (Setyanegara, 2014)



Gambar 1. Bagian otak Sumber: Syaiffudin (2012)

Menurut Syaiffudin (2012), otak terbagi menjadi 3 bagian yaitu :

a. Serebrum (otak Besar)

Serebrum (otak besar) adalah yang mengontrol fungsi motorik tertinggi yaitu terhadap fungsi individu dan intelegesia.

b. Serebellum (Otak Kecil)

Serebellum (otak kecil) adalah sebagai pusat refleks yang mengkoordinasi dan memperhalus gerakan otot.

B. Batang Otak

- 1) Diensefalon : berfungsi untuk vasokonstriktor, mengecilkan dan mengontrol kegiatan reflek.
- 2) Mesensefalon sebagai membantu pergerakan mata, kelopak mata, memutar, dan pergerakan mata.
- 3) Pons varoli : sebagai penghubung kedua bagian serebelum dan medula oblongata dengan serebelum pusat saraf nervus trigeminus.
- 4) Medula oblongata : bagian otak yang berfungsi mengontrol pekerjaan jantung, mengecilkan pembuluh darah.

C. Suplai darah otak :

Otak memerlukan aliran darah sekitar 750 ml/ menit agar dapat berfungsi penuh. Arteri dan cabangnya dalam otak menerima suplai darah dari arteri carotis interna kanan dan kiri. Pembuluh arteri karotis memasuki cranium di bagian anterior pada setiap sisinya melalui basis kranii, kemudian bercabang membentuk arteri serebri anterior dan media yang menyuplai bagian anterior dan medial hemisfer serebri. Bagian posterior hemisfer serebri yang meliputi lobus oksipitalis, batang otak dan serebelum mendapat suplai darah dari dua buah arteri vertebralis yang memasuki foramen magnum untuk membentuk arteri basilaris. Arteri basilaris ini kemudian bercabang membentuk dua buah arteri serebri posterior. Arteri komunikasi anterior dan posterior bergabung dengan dua sirkulasi ini membentuk lingkaran pembuluh darah yang disebut *Sirkulus Wilisi*.

Sirkulus ini memungkinkan pembentukan sirkulasi kolateral jika terjadi oklusi pembuluh darah serebral. *Autoregulasi* didalam arteriola serebral memungkinkan distribusi aliran darah regional yang tepat pada berbagai daerah otak. Drainase darah vena terjadi langsung dari jaringan otak melalui pembuluh darah vena ke dalam sinus venous yang berada di antara dua lapisan durameter, yang selanjutnya mengalirkan darah vena ke vena jugularis eksterna Sasmita, (2012).

D. Basal ganglia

Basal ganglia terdiri dari striatum (nucleus kaudatus dan putamen), globus palidus (eksterna dan interna), substansia nigra dan nucleus sub-thalamik. *Nucleus pedunculopontin* tidak termasuk bagian dari basal ganglia. Korpus striatum terdiri dari nucleus kaudatus, putamen, dan globus palidus. Striatum dibentuk oleh nucleus kaudatus dan putamen. Nucleus lentiformis dibentuk oleh putamen dan kedua segmen dari globus palidus. Tetapi letak anatomis perdarahan basal ganglia yang dibahas disini hanya meliputi nukleus kaudatus dan nukleus lentiformis. Kapsula interna adalah tempat *relay* dari traktus motoric volunteer, sehingga jika ada lesi pada lokasi ini akan menyebabkan gangguan motoric seperti hemiparesis ataupun gangguan motorik lain.

Vaskularisasi yang mendarahi basal ganglia adalah cabang-cabang arteri yang berasal dari *arteri serebri anterior* (ACA), *serebri media* (MCA), *choroidal anterior*, *posterior communicans* (P-commA), *serebri posterior* (PCA), dan *serebelar superior*. Cabang dari MCA, yang disebut *lenticulostriata* lateral, adalah yang terbanyak mendarahi striatum dan lateral dari pallidum. Perdarahan pada basal ganglia yang tersering adalah dikarenakan rupture arteri lenticulostriata media. Arteri Heubner, disebut juga arteri striata media, berasal dari A2, yaitu segmen dari ACA, memperdarahi putamen dan kepala dari nukelus caudatus. Arteri choroidalis anterior memperdarahi sebagian dari globus palidus dan putamen, juga ekor dari nukelus caudatus arteri posterior communicans memperdarahi bagian medial dari pallidum, medial substansia nigra dan sebagian nukelus subthalamikus. Thalamo perforate dari PCA adalah yang terbanyak memperdarahi substansia nigra dan sebagian dan STN. Cabang dari SCA memperdarahi bagian lateral dari substantia nigra Sasmita, (2012).

E. Sistem ventrikel

Menurut Batticaca (2012) Sistem ventrikel otak dan kanalis sentralis, yaitu:

1. Ventrikel lateralis

Ada dua, terletak didalam hemisferi telencephalon. Kedua ventrikel berhubungan dengan ventrikel III (ventrikel tertius) melalui foramen interventrikularis (Monro).

2. Ventrikel III (ventrikel Tertius)

Terletak pada diencephalon. Dinding lateralnya dibentuk oleh thalamus dengan *adhesion interthalamica* dan *hypothalamus*. *Recessus opticus* dan

infundibularis menonjol ke anterior, dan *recessus suprapincalis* dan *recessus pinealis* ke arah kaudal.

Ventrikel III berhubungan dengan ventrikel IV melalui suatu lubang kecil, yaitu *aqueductus sylvii* (*aqueductus cerebri*).

3. Ventrikel IV

Memebentuk ruang berbentuk kubah diatas *fossa rhombioides* antara cerebellum dan medulla serta membentang sepanjang *recessus lateralis* pada kedua sisi. Masing-masing recessus berakhir pada foramen luschka, muara lateral ventrikel IV. Pada perlekatan vellum medullare anterior terdapat *apertura mediana superior*.

4. Kanalis sentralis medulla oblongata dan medulla spinalis

Saluran sentral korda spinalis : saluran kecil yang memanjang sepanjang korda spinalis, dilapisi sel-sel ependymal. Diatas, melanjutkan kedalam medulla oblongata, dimana ia membuka ke dalam ventrikel IV.

F. Struktur Protektif pada Sistem Saraf

1. Tengkorak

Tulang tengkorak merupakan struktur tulang yang menutupi dan melindungi otak, terdiri dari tulang kranium dan tulang muka.

2. Meningen

a. Duramater

Duramater terdiri dari dua lapisan, yang terluar bersatu dengan tengkorak sebagai endostium, dan lapisan lain sebagai duramater yang mudah dilepaskan dari tulang kepala. Di antara tulang kepala dengan duramater terdapat rongga epidural.

b. Arachnoid

Disebut demikian karena bentuknya seperti sarang labah labah. Di dalamnya terdapat cairan yang disebut liquor cerebrospinalis semacam cairan limfa yang mengisi sela sela membran araknoid. Fungsi selaput arachnoidea adalah sebagai bantalan untuk melindungi otak dari bahaya kerusakan mekanik.

c. Piamater

Lapisan terdalam yang mempunyai bentuk disesuaikan dengan lipatan-lipatan permukaan otak.

Susunan sifat dan fungsi saraf otak:

Tabel.1. Sifat dan Fungsi Saraf Otak (Nervus Cranial)

Urutan Saraf	Nama Saraf	Sifat Saraf	Memberikan Saraf Untuk dan Fungsi Saraf
I	N. Olfactorius		Hidung, sebagai alat Penciuman
II	N. Optikus	Sensoris	Bola mata, untuk penglihatan
III	N. Okulomotorius	Motorik	Mata, penggerak bola mata dan mengangkat kelopak mata
IV	N. Troklearis	Motorik	Mata, memutar mata dan penggerak bola mata
V	N. Trigeminus	Motorik dan sensorik	Kulit kepala dan kelopak mata atas
	N. Oftalmikus	Motorik dan sensorik	Kulit kepala dan kelopak mata atas
	N. Maksilaris	Sensorik	Rahang atas, palatum dan hidung
	N. Mandibularis	Motorik dan sensorik	Rahang bawah dan lidah
VI	N. Abdusen	Motorik	Mata, penggoyang sisi Mata
VII	N. Fasialis	Motorik dan Sensorik	Otot lidah, penggerak sisi lidah dan selaput lender rongga mulut
VIII	N. Auditorius	Sensorik	Telinga, rangsangan pendengar
IX	N. Glosfaringeus	Sensorik dan motoric	Faring, tonsil dan lidah, rangsangan dan cita rasa

X	N. Vagus	Sensorik dan motoric	Faring, laring, paru dan esophagus
XI	N. Aksessorius	Motorik	Leher dan otot leher
XII	N. Hipoglosus	Motorik	Lidah, cita rasa dan otot lidah

Sumber : Syaiffudin, 2012

d. Cairan Serebrospinal

Cairan bening tidak berwarna yang dihasilkan oleh pleksus koroid, terdiri atas sekumpulan kapiler khusus yang berlokasi di ventrikel otak. Berasal dari plasma darah, CSS mengandung 90% air, dan terdiri dari natrium, protein, klorida, kalium, bikarbonat, dan glukosa. Jumlah CSS normal memiliki rentang 80-220 ml dan cairan ini diganti setiap beberapa kali sehari. Normalnya CSS dihasilkan dan diabsorpsi dalam jumlah yang sama. CSS bersirkulasi dari ventrikel lateral hemisfer serebral ke dalam ventrikel ketiga, melalui otak tengah, dan ke dalam ventrikel keempat. Sebagian CSS mengalir menuruti pusat medulla spinalis, sedangkan sisanya bersirkulasi ke dalam ruang subarachnoid dan kembali ke aliran darah melalui vili arachnoid. CS membentuk bantalan untuk jaringan otak, yang melindungi otak dan medulla spinalis dari cedera, membantu memberikan nutrisi bagi otak, dan mengeluarkan produk sisa sampah hasil metabolisme sel serebrospinal.

e. Siklus Willis

Siklus Willis dibentuk dari cabang-cabang arteri karotis interna, arteri serebral anterior, dan arteri serebral bagian tengah, dan arteri penghubung anterior dan posterior, aliran darah dari siklus Willis mempengaruhi sirkulasi anterior dan posterior serebral. Arteri-arteri pada siklus Willis memberi jalur alternatif pada aliran darah jika salah satu arteri mayor tersumbat (Batticaca, 2012).

KASUS VI

SISTEM SENSORI

A. Definisi Sistem Sensori

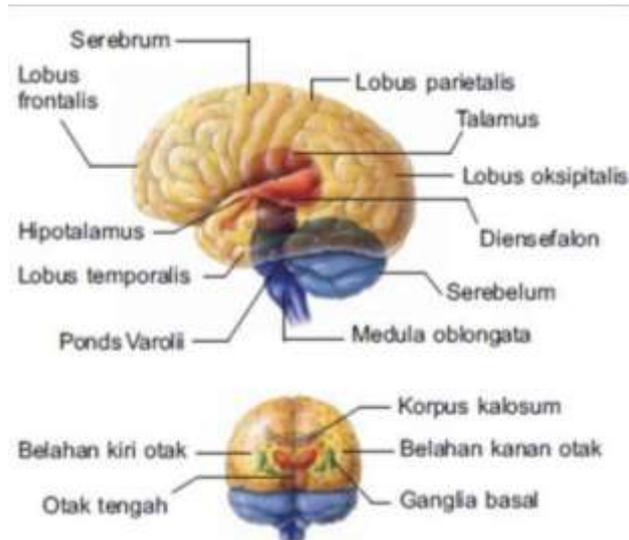
Sistem sensoris atau dalam bahasa Inggris *sensory system* berarti yang berhubungan dengan panca indra. Sistem ini membahas tentang organ akhir yang khusus menerima berbagai jenis rangsangan tertentu. Rangsangan tersebut dihantarkan oleh *sensorys neuron* (saraf sensoris) dari berbagai organ indra menuju otak untuk ditafsirkan.

Sistem sensorik pada dasarnya berperan untuk melindungi seseorang dengan cara mengenali perubahan yang terjadi di lingkungan. Perubahan lingkungan akan menjadi rangsangan yang memicu impuls saraf yang merambat menuju ke sistem saraf pusat melalui neuron sensorik (aferen). Berbagai rangsangan datang dari lingkungan luar dan dikenali pada atau dekat dengan permukaan tubuh. Agar suatu sensasi berlangsung ada empat syarat yang harus dipenuhi, yaitu:

1. Adanya suatu rangsang (stimulus) atau perubahan di lingkungan yang mampu memicu tanggapan (respons) oleh siste saraf
2. Suatu reseptor harus menerima dan mengubah (convert) rangsang menjadi impuls saraf
3. Impuls harus dijalankan (konduksi) sepanjang lintasan saraf dari reseptor sampai otak
4. Suatu daerah di otak harus menerjemahkan impuls menjadi sensasi.

Sistem sensori adalah sistem penghantar rangsangan dari perifer (reseptor) ke pusat (otak).

Daerah utama apresiasi sensasi adalah talamus dan area sensorik. Talamus adalah stasium pemancar rangsangan sensori. Organ ini menerima implus yang datang dari medula spinalis dan dari serebelum dan mengirimkan implus karena sensori pada lobus parietals dan lobus lain



Gambar 1. Struktur otak

Reseptor sensorik berperan untuk mentransduksi stimulus lingkungan menjadi impuls saraf. Reseptor ini dapat diklasifikasikan berdasarkan stimulus yang memengaruhi ujung reseptor, jenis sensasi yang terdeteksi reseptor, distribusi reseptor, atau ada tidaknya lapisan pada ujung reseptor. Sumber sensasi :

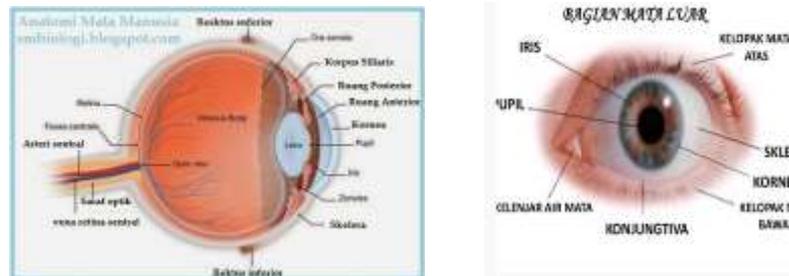
1. Teleseptor (prima jarak)
2. Eksteroseptor (Lingkungan luar)
3. Interreseptor (Lingkungan dalam)
4. Proprioseptor (Posisi)

Jenis sensasi yang terdeteksi:

1. Mechanoreceptor (berespon terhadap stimulus mekanik)
2. Chemoreceptor (chemical ex odor)
3. Photoreceptor (light)
4. Thermoreceptor (perubahan temperatur)
5. Nociceptor (nyeri)

B. Macam dan fungsi organ sensori

1. Mata



Gambar 2. Anatomi mata

a. Palpebra (Kelopak mata)

1) Fungsi :

- Memberikan proteksi mekanis pada bola mata anterior
- Mensekresi bagian berminyak dari lapisan film air mata
- Menyebarkan film air mata ke konjungtiva dan kornea
- Memiliki pungta tempat air mata mengalir ke sistem drainase lakrimal

2) Kelopak mata terdiri dari :

- Lapisan permukaan kulit
- Otot oblikularis
- Lapisan kolagen
- Lapisan epitel, konjungtiva

3) Otot levator

Otot levator dipersyarafi oleh syaraf kranial ke 3, jika ada gangguan :
kerusakan syaraf gg : jatuhnya kelopak mata

b. Kornea

Kornea memiliki ketebalan 0,5mm, terdiri atas jar epitel(sel grammativum/sel stem), stroma(kolagen), endotel (sel yg tdk beregenerasi). Fungsi :

- Merefraksikan cahaya dan bersama lensa
- Memfokuskan cahaya ke retina

c. Sklera

Sklera merupakan jaringan ikat yang kenyal dan memberikan bentuk pada mata, merupakan bagian terluar yang melindungi bola mata.

d. Kelenjar air mata

Kelenjar air mata atau kelenjar lakrimalis adalah kelenjar di mata yang mengeluarkan air mata. Kelenjar lakrimalis terletak pada bagian lateral atas mata yang disebut dengan fossa lakrimalis. Air mata diproduksi dan kemudian dialirkan melalui 8-12 duktus kecil yang mengarah ke bagian lateral dari fornix konjungtiva superior dan di sini air mata akan disebar ke seluruh permukaan bola mata oleh kedipan kelopak mata. Selanjutnya, air mata akan dialirkan ke dua kanalis lakrimalis, superior dan inferior, kemudian menuju ke punctum lakrimalis yang terlihat sebagai penonjolan kecil pada kantung medial. Setelah itu, air mata akan mengalir ke dalam saku lakrimalis yang terlihat sebagai cekungan kecil pada permukaan orbita. Dari sini, air mata akan mengalir ke duktus nasolakrimalis dan bermuara pada meatus nasal bagian inferior

e. Koroid

Koroid adalah lapisan yang melapisi hampir seluruh tepi dari bola mata, dari bagian depan hingga belakang, posisinya terletak menempel dibagian dalam dari sklera.

Fungsi : memberi nutrisi lapisan luar retina bagian dalam dan berperan pada homeostatis temperaturnya.

f. Vitreous

Merupakan gel jernih yang menempati 2/3 bola mata. 98% terdiri dari air, sisanya hialuronat dan kolagen. Vitreous melekat dianterior retina perifer, pars plana dan sekitar lempeng optic. Memiliki peran nutritif dan suportif

g. Lensa

Lensa adalah badan bikonveks yang transparan dan terletak di belakang iris, di dekat corpus vitreum, dan di kelilingi oleh prosesus siliaris dengan merubah bentuknya, lensa memfokuskan cahaya ke retina. Jika mata memfokuskan pada objek yang dekat, maka otot silier akan berkontraksi, sehingga lensa menjadi lebih tebal dan lebih kuat. Jika mata memfokuskan pada objek yang jauh, maka otot silier akan mengendur dan lensa menjadi lebih tipis dan lebih lemah.

h. Korpus siliaris

Terdiri dari 3 bagian : otot siliaris, prosesus siliaris, dan pars plana. Otot siliaris : otot polos, parasimpatis diperstarafi syaraf kranial 3, bertanggung

jawab terhadap perubahan ketebalan dan kelengkungan lensa selama akomodasi. Prosesus siliaria: berfungsi untuk mensekresi aqueus humor

i. Iris

- 1) Melekat pd bagian anterior korpus siliaris
- 2) Membentuk pupil ditengahnya, suatu celah yang dpt berubah ukurannya dg kerja otot sfingter dan dilator untuk mengontrol jumlah cahaya yang masuk ke mata
- 3) Memiliki lapisan batas anterior yg tersusun dr fibroblas dan kolagen serta stroma seluler dimana otot sfingter terbenam
- 4) Otot sfingter dipersyarafi oleh syaraf parasimpati

j. Pupil

- 1) Pupil merupakan lubang ditengah iris yang mengatur banyak sedikitnya cahaya yang masuk yang dikontrol oleh saraf otonom
- 2) Cahaya terang (pupil mengecil apabila otot sirkuler /konstriktor berkontraksi & membentuk cincin yang lebih kecil) → simpatis
- 3) Cahaya gelap (otot radialis memendek menyebabkan ukuran pupil meningkat) → parasimpatis

k. Retina

- 1) Merupakan struktur yang kompleks yg terbagi menjadi 10 lapisan terpisah, terdiri atas fotoreseptor (sel batang dan sel kerucut) dan neuron, beberapa diantaranya (sel ganglion) bersatu mebuat serabut syaraf optik.
- 2) Retina bertanggung jawab untuk mengubah cahaya menjadi sinyal listrik
- 3) Sel kerucut bertanggung jawab untk penglihatan disiang hari. Berrespon terhadap panjang gelombang pendek, menengah dan panjang (biru, hijau, merah) sel ini terkonsentrasi di fovea yg bertanggung jwb untk penglihatan kecil

- 4) Sel batang berfungsi untk penglihatan malam. Sel ini sensitif terhadap cahaya dan tdk memberikan sinyal informasi panjang gelombang (warna)
- 5) Bagian yang dilewati saraf optik tidak peka terhadap sinar dan daerah ini disebut bintik buta

l. Syaraf optik

Dibentuk oleh akson akson yg berasal dari lapisan sel ganglion retina, yang membentuk lapisan serabut syaraf. Berjalan keluar melalui lempeng

kribiformis sclera. Di orbita, syaraf dikelilingi oleh selubung yg dibentuk oleh dura, arakhnoid dan piameter

Serabut syaraf ekstraokular memiliki mielin, serabut dalam mata tidak bermielin

m. Otot mata

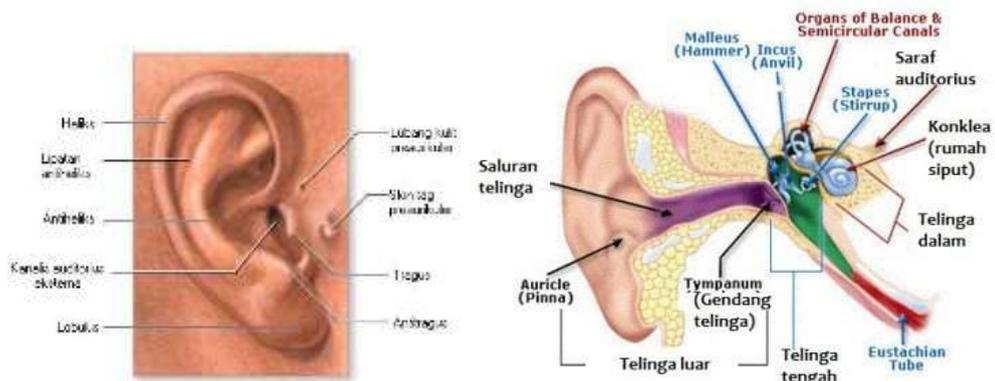
Gerakan mata dikontrol oleh enam otot ekstraokuler, yang termasuk sklera dan dipersyarafi oleh syaraf optikus III, IV dan VI. Otot lateralis melakukan abduksi dan otot medial melakukan adduksi mata, Kedua otot ini bekerja sama untuk gerakan mata. Otot rektus superior mengangkat dan melakukan adduksi dan otot rektus inferior melakukan depresi dan adduksi. Otot oblik superior mengarahkan mata ke lateral dan inferior, otot inferior mengarahkan ke superior dan latera

n. Proses pengelihatan



Bagan 1. Proses pengelihatan

2. Telinga



Gambar 3. Anatomi telinga

Telinga luar, yang terdiri dari aurikula (atau pinna) dan kanalis auditorius eksterna, dipisahkan dari telinga tengah oleh struktur seperti cakram yang dinamakan membrana timpani (gendang telinga)

3. Hidung

Hidung luar dibentuk oleh:

- a. Rangka tulang & tulang rawan
- b. Jaringan ikat
- c. Otot-otot kecil
- d. Dilapisi kulit



Gambar 4. Bagian hidung luar

a. Kavum Nasi

Dengan adanya septum nasi maka kavum nasi dibagi menjadi dua ruangan yang membentang dari nares sampai koana (apertura posterior). Kavum nasi ini berhubungan dengan sinus frontal, sinus sfenoid, fossa kranial anterior dan fossa kranial media.

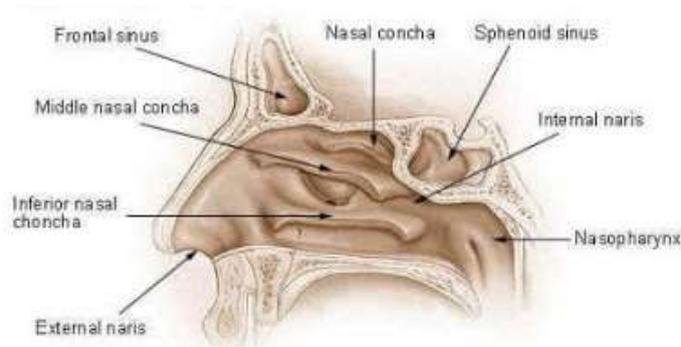
b. Mukosa Hidung

Rongga hidung dilapisi oleh mukosa yang secara histologik dan fungsional dibagi atas mukosa pernafasan dan mukosa penghidu. Mukosa pernafasan terdapat pada sebagian besar rongga hidung dan permukaannya dilapisi oleh epitel torak berlapis semu yang mempunyai silia dan diantaranya terdapat sel – sel goblet.

Pada bagian yang lebih terkena aliran udara mukosanya lebih tebal dan kadang – kadang terjadi metaplasia menjadi sel epital skuamosa. Dalam keadaan normal mukosa berwarna merah muda dan selalu basah karena diliputi oleh palut lendir (mucous blanket) pada permukaannya

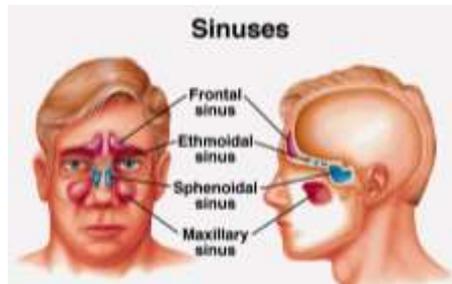
c. Konka Nasalis

- Konka Nasalis Superior
- Konka Nasalis Media
- Konka Nasalis Inferior



Gambar 4. Konka Nasalis

d. Sinus



Gambar 6. Sinus

Fungsi Hidung:

a. Jalan nafas

Pada inspirasi, udara masuk melalui nares anterior, lalu naik ke atas setinggi konka media dan kemudian turun ke bawah ke arah nasofaring, sehingga aliran udara ini berbentuk lengkungan atau arkus. Pada ekspirasi, udara masuk melalui koana dan kemudian mengikuti jalan yang sama seperti udara inspirasi. Akan tetapi di bagian depan aliran udara memecah, sebagian lain kembali ke belakang membentuk pusaran dan bergabung dengan aliran dari nasofaring.

b. Pengaturan kondisi udara (air conditioning)

Fungsi hidung sebagai pengatur kondisi udara perlu untuk mempersiapkan udara yang akan masuk ke dalam alveolus. Fungsi ini dilakukan dengan cara : mengatur kelembaban dan menratur suhu udara yg masuk 37o C

c. Penyaring dan pelindung

Fungsi ini berguna untuk membersihkan udara inspirasi dari debu dan bakteri dan dilakukan oleh : Rambut (vibrissae) pada vestibulum nasi , Silia dan Palut lendir (mucous blanket). Debu dan bakteri akan melekat pada palut lendir dan partikel – partikel yang besar akan dikeluarkan dengan refleks bersin. Palut lendir ini akan dialirkan ke nasofaring oleh gerakan silia, Enzim yang dapat menghancurkan beberapa jenis bakteri, disebut lysozime.

d. Indra penghirup

Hidung juga bekerja sebagai indra penghirup dengan adanya mukosa olfaktorius pada atap rongga hidung, konka superior dan sepertiga bagian atas septum. Partikel bau dapat mencapai daerah ini dengan cara difusi dengan palut lendir atau bila menarik nafas dengan kuat.

e. Proses bicara

Membantu proses pembentukan kata dengan konsonan nasal (m,n,ng) dimana rongga mulut tertutup dan rongga hidung terbuka, palatum molle turun untuk aliran udara.

f. Reflex nasal

Mukosa hidung merupakan reseptor refleks yang berhubungan dengan saluran cerna, kardiovaskuler dan pernafasan. Contoh : iritasi mukosa hidung menyebabkan refleks bersin dan nafas terhenti. Rangsang bau tertentu menyebabkan sekresi kelenjar liur, lambung dan pankreas.

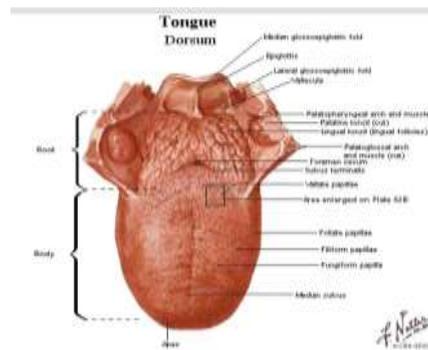
g. Resonansi suara

Penting untuk kualitas suara ketika berbicara dan menyanyi. Sumbatan hidung akan menyebabkan resonansi berkurang atau hilang, sehingga terdengar suara sengau.

Mekanisme Penciuman:

BAU →RONGGA HIDUNG →SARAF / NERVUS OLFAKTORIUS →
LOBUS TEMPORAL (PERASAAN DITAFSIRKAN)

4. Lidah



Gambar 7. Bagian lidah

a. Bagian lidah:

- 1) Papila filiformis (fili=benang); berbentuk seperti benang halus
- 2) Papila sirkumvalata (sirkum=bulat); berbentuk bulat, tersusun seperti huruf V di belakang lidah
- 3) Papila fungiformis (fungi=jamur); berbentuk seperti jamur.

b. Otot lidah terdiri 2 kelompok:

- 1) Otot intrinsik melakukan gerakan halus
- 2) Otot ekstrinsik melaksanakan gerakan kasar pada waktu mengunyah & menelan

c. Sensasi pengecapan utama (Pemilahan pengecapan)



Gambar 8. Sensasi pengecap

d. Fungsi Lidah

1) Fungsi alat pengecap:

Merasakan arti makanan, sebagai alat reflek

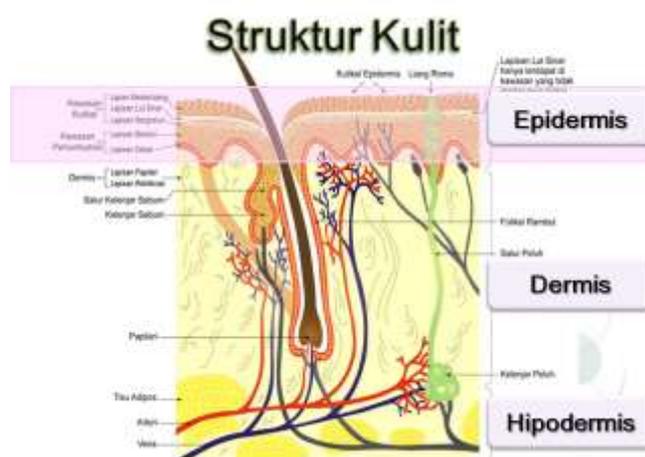
2) Fungsi saliva:

- a) Mekanis
- b) Kimiawi (enzim ptialin- hidrat arang → maltose, enzim maltose → glukosa)

- c) Membasahi lidah
- d) Melarutkan makanan
- e) Mencegah karies gigi (mengubah suasana asam)

5. Kulit

Kulit merupakan organ tubuh paling besar yang melapisi seluruh bagian tubuh, membungkus daging dan organ-organ yang ada di dalamnya. Luas kulit pada manusia rata-rata + 2 meter persegi dengan berat 10 kg jika ditimbang dengan lemaknya atau 4 kg jika tanpa lemak atau beratnya sekitar 16 % dari berat badan seseorang.



Gambar 9. Struktur Kulit

Struktur kulit terdiri dari tiga lapisan yaitu :

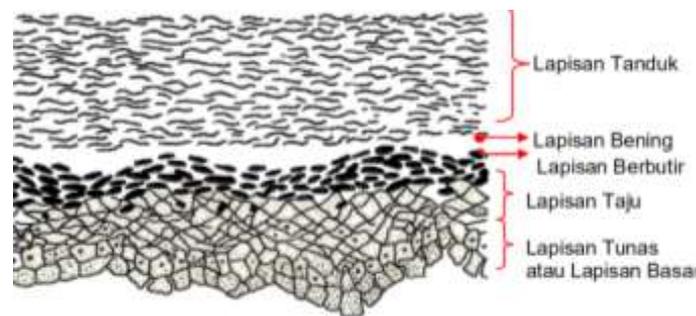
- a. Kulit ari (*epidermis*), sebagai lapisan yang paling luar

Epidermis merupakan bagian kulit paling luar yang paling menarik untuk diperhatikan dalam perawatan kulit, karena kosmetik dipakai pada bagian epidermis. Ketebalan epidermis berbeda-beda pada berbagai bagian tubuh, yang paling tebal berukuran 1 milimeter pada telapak tangan dan telapak kaki, dan yang paling tipis berukuran 0,1 milimeter terdapat pada kelopak mata, pipi, dahi dan perut. Sel-sel epidermis disebut *keratinosit*. Epidermis melekat erat pada dermis karena secara fungsional epidermis memperoleh zat-zat makanan dan cairan antar sel dari plasma yang merembes melalui dinding-dinding kapiler dermis ke dalam epidermis. Pada epidermis dibedakan atas lima lapisan kulit, yaitu :

- 1) Lapisan tanduk (*stratum corneum*), merupakan lapisan epidermis paling atas, dan menutupi semua lapisan epiderma lebih ke dalam. Lapisan tanduk

terdiri atas beberapa lapis sel pipih, tidak memiliki inti, tidak mengalami proses metabolisme, tidak berwarna dan sangat sedikit mengandung air.

- 2) Lapisan bening (*stratum lucidum*) disebut juga *lapisan barrier*, terletak tepat di bawah lapisan tanduk, dan dianggap sebagai penyambung lapisan tanduk dengan lapisan berbutir. Lapisan bening terdiri dari protoplasma sel-sel jernih yang kecil-kecil, tipis dan bersifat translusen sehingga dapat dilewati sinar (tembus cahaya). Lapisan ini sangat tampak jelas pada telapak tangan dan telapak kaki. Proses keratinisasi bermula dari lapisan bening.
- 3) Lapisan berbutir (*stratum granulosum*) tersusun oleh sel-sel keratinosit berbentuk kumparan yang mengandung butir-butir dalam protoplasmanya, berbutir kasa dan berinti mengkerut. Lapisan ini paling jelas pada kulit telapak tangan dan kaki.
- 4) Lapisan bertaju (*stratum spinosum*) disebut juga lapisan *malphigi* terdiri atas sel-sel yang saling berhubungan dengan perantaraan jembatan-jembatan protoplasma berbentuk kubus.
- 5) Lapisan benih (*stratum germinativum* atau *stratum basale*) merupakan lapisan terbawah epidermis, dibentuk oleh satu baris sel torak (silinder) dengan kedudukan tegak lurus terhadap permukaan dermis.

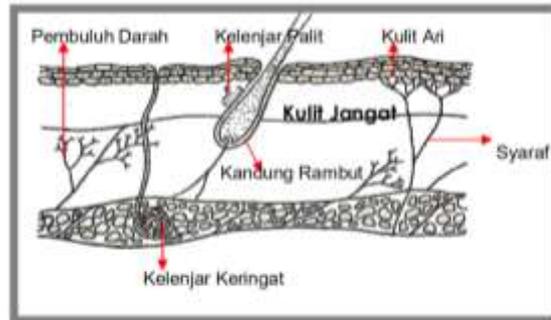


Gambar 10. Penampang epidermis

b. Kulit jangat (*dermis, korium atau kutis*)

Kulit jangat atau *dermis* menjadi tempat ujung saraf perasa, tempat keberadaan kantung rambut, kelenjar keringat, kelenjar-kelenjar palit atau kelenjar minyak, pembuluh-pembuluh darah dan getah bening, dan otot penegak rambut (*muskulus arektor pili*). Sel-sel umbi rambut yang berada di dasar kantung rambut, terus-menerus membelah dalam membentuk batang rambut. Kelenjar palit yang menempel di saluran kantung rambut, menghasilkan minyak yang mencapai permukaan kulit melalui muara kantung rambut. Kulit jangat sering disebut kulit sebenarnya dan 95 % kulit jangat membentuk ketebalan kulit.

Ketebalan rata-rata kulit jangat diperkirakan antara 1-2 mm dan yang paling tipis terdapat di kelopak mata serta yang paling tebal terdapat di telapak tangan dan telapak kaki. Susunan dasar kulit jangat dibentuk oleh serat-serat, *matriks interfibrilar* yang menyerupai selai dan sel-sel.

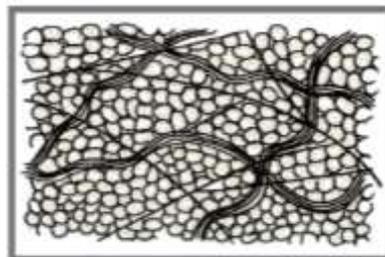


Gambar 11. penampang kulit dermis

- c. Jaringan penyambung di bawah kulit (*tela subkutanea, hipodermis atau subkutis*)

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

dan akibatnya kulit akan mengendur serta makin kehilangan kontur.



Gambar 12. Penampang Jaringan Ikat Bawah Kulit (*Hypodermis*)

FUNGSI KULIT

1. Fungsi Proteksi

Kulit punya bantalan lemak, ketebalan, serabut jaringan penunjang yang dapat melindungi tubuh dari gangguan :

- fisis/ mekanis : tekanan, gesekan, tarikan.
- kimiawi : iritan seperti lisol, karbil, asam, alkali kuat
- panas : radiasi, sengatan sinar UV
- infeksi luar : bakteri, jamur

Beberapa macam perlindungan :

- Melanosit => lindungi kulit dari pajanan sinar matahari dengan mengadakan tanning (penggelapan kulit)
 - Stratum korneum impermeable terhadap berbagai zat kimia dan air.
 - Keasaman kulit kerna ekskresi keringat dan sebum => perlindungan kimiawo terhadap infeksi bakteri maupun jamur
 - Proses keratinisasi => sebagai sawar (barrier) mekanis karena sel mati melepaskan diri secara teratur.
2. Fungsi Absorpsi => permeabilitas kulit terhadap O₂, CO₂, dan uap air memungkinkan kulit ikut mengambil fungsi respirasi. Kemampuan absorpsinya bergantung pada ketebalan kulit, hidrasi, kelembaban, metabolisme, dan jenis vehikulum. Penyerapan dapat melalui celah antar sel, menembus sel epidermis, melalui muara saluran kelenjar.
 3. Fungsi Ekskresi => mengeluarkan zat yang tidak berguna bagi tubuh seperti NaCl, urea, asam urat, dan amonia. Pada fetus, kelenjar lemak dengan bantuan hormon androgen dari ibunya memproduksi sebum untuk melindungi kulitnya dari cairan amnion, pada waktu lahir ditemui sebagai Vernix Caseosa.
 4. Fungsi Persepsi => kulit mengandung ujung saraf sensori di dermis dan subkutis. Saraf sensori lebih banyak jumlahnya pada daerah yang erotik.
 - Badan Ruffini di dermis dan subkutis => peka rangsangan panas
 - Badan Krause di dermis => peka rangsangan dingin
 - Badan Taktik Meissner di papila dermis => peka rangsangan rabaan
 - Badan Merkel Ranvier di epidermis => peka rangsangan rabaan
 - Badan Paccini di epidemis => peka rangsangan tekanan
 5. Fungsi Pengaturan Suhu Tubuh (termoregulasi) => dengan cara mengeluarkan keringat dan mengerutkan (otot berkontraksi) pembuluh darah kulit. Kulit kaya pembuluh darah sehingga mendapat nutrisi yang baik. Tonus vaskuler

dipengaruhi oleh saraf simpatis (asetilkolin). Pada bayi, dinding pembuluh darah belum sempurna sehingga terjadi ekstrasvasi cairan dan membuat kulit bayi terlihat lebih edematosa (banyak mengandung air dan Na)

6. Fungsi Pembentukan Pigmen => karena terdapat melanosit (sel pembentuk pigmen) yang terdiri dari butiran pigmen (melanosomes)
7. Fungsi Keratinisasi => Keratinosit dimulai dari sel basal yang mengadakan pembelahan, sel basal yang lain akan berpindah ke atas dan berubah bentuknya menjadi sel spinosum, makin ke atas sel makin menjadi gepeng dan bergranula menjadi sel granulosum. Makin lama inti makin menghilang dan keratinosit menjadi sel tanduk yang amorf. Proses ini berlangsung 14-21 hari dan memberi perlindungan kulit terhadap infeksi secara mekanis fisiologik.
8. Fungsi Pembentukan Vitamin D => kulit mengubah 7 dihidroksi kolesterol dengan pertolongan sinar matahari. Tapi kebutuhan vit D tubuh tidak hanya cukup dari hal tersebut. Pemberian vit D sistemik masih tetap diperlukan.

C. Proses akomodasi

1. Pembentukan bayangan

Proses melihat sesungguhnya terletak pada bagaimana bayangan obyek terbentuk. Perhatikan peristiwa pembentukan bayangan berikut: Sinar-sinar cahaya dari objek bersinar melalui konjungtiva dan difokuskan sebagian oleh kornea. Cahaya-cahaya ini melewati pupil dan difokuskan lebih lanjut oleh lensa, yang elastis merupakan lensa cembung berfungsi membentuk bayangan. Cahaya ditreuskan melewati cairan vitreus dan membentuk suatu bayangan pada retina. Karena kerja lensa, gambaran yang terbentuk menjadi terbalik, dan otak "memutarnya" kembali. Otot-otot siliaris mengatur bentuk lensa, membuatnya lebih cembung untuk memfokus objek-objek yang dekat pada retina.

2. Daya Akomodasi Mata

Daya Akomodasi mata atau daya suai mata adalah kemampuan otot siliar untuk menebalkan atau memipihkan kecembungan lensa mata yang disesuaikan dengan dekat atau jauhnya jarak benda yang dilihat mata. Sehingga dalam melihat benda-benda pada jarak tertentu perlu mengubah kelengkungan lensa mata. Untuk mengubah kelengkungan lensa mata, yang berarti mengubah jarak titik fokus lensa merupakan tugas otot siliar. Hal ini dimaksudkan agar bayangan yang dibentuk oleh lensa mata selalu jatuh di retina. Pada saat mata melihat

dekat lensa mata harus lebih cembung (otot-otot siliar menegang) dan pada saat melihat jauh lensa harus lebih pipih (otot-otot siliar mengendor).

3. Batas Daya Akomodasi

Manusia memiliki dua batas daya akomodasi (jangkauan penglihatan) yaitu dekat dan jauh :

- a. Titik dekat mata (punctum proximum) adalah jarak benda terdekat di depan mata yang masih dapat dilihat dengan jelas. Untuk mata normal (emetropi) titik dekatnya berjarak 10cm s/d 20cm (untuk anak-anak) dan berjarak 20cm s/d 30cm (untuk dewasa). Titik dekat disebut juga jarak baca normal.
- b. Titik jauh mata (punctum remotum) adalah jarak benda terjauh di depan mata yang masih dapat dilihat dengan jelas. Untuk mata normal titik jauhnya adalah "tak terhingga"

4. Titik Dekat atau Jarak Terkecil pandangan Berbeda

Titik Dekat atau jarak terkecil minimal pandangan adalah titik terdekat dengan mata di mana benda masih terlihat jelas. Untuk mata normal jarak pandangan setidaknya sekitar 25 sentimeter. Namun, itu bervariasi seiring dengan bertambahnya usia orang tersebut. Misalnya, untuk bayi hanya 5 sampai 8 cm. Titik jauh mata adalah jarak maksimum sampai dimana mata normal bisa melihat sesuatu dengan jelas. Titik jauh mata tak terhingga untuk mata normal.

D. Proses mendengar



Gambar 13. Skema proses mendengar

E. Pengujian fungsi penglihatan

1. PEMERIKSAAN TAJAM PENGLIHATAN (VISUS)

Penglihatan normal bila responden dapat membaca sampai huruf terkecil 20/20 (tuliskan 020/020). Bila dalam baris tersebut responden dapat membaca atau memperagakan posisi huruf E KURANG dari setengah baris maka yang dicatat ialah baris yang tertera angka di atasnya. Bila dalam baris tersebut responden dapat membaca atau memperagakan posisi huruf E LEBIH dari setengah baris maka yang dicatat ialah baris yang tertera angka tersebut.

2. Uji penglihatan jarak jauh

Untuk menguji penglihatan jarak jauh pada klien yang dapat membaca bahasa Inggris, gunakan grafik alfabet Snellen yang berisi berbagai ukuran huruf. Untuk klien yang buta huruf atau tidak dapat berbicara bahasa Inggris, gunakan grafik Snellen E, yang menunjukkan huruf-huruf dalam berbagai ukuran dan posisi. Klien menunjukkan posisi huruf E dengan menirukan posisi tersebut dengan jari tangannya.

3. Uji penglihatan jarak dekat

Uji penglihatan jarak dekat klien dengan memegang grafik Snellen atau kartu dengan kertas koran berukuran 30,5 sampai 35,5 cm di depan mata klien

4. Uji persepsi warna

Minta klien untuk mengidentifikasi pola bulatan-bulatan warna pada plat berwarna. Klien yang tidak dapat membedakan warna tidak akan mendapatkan polanya.

5. Uji fungsi otot ekstraokuler

Untuk mengkaji fungsi otot ekstraokuler klien, perawat harus melakukan tiga tes : enam posisi kardinal tes penglihatan, tes terbuka-tertutup, dan tes refleksi cahaya korneal.

6. Uji penglihatan perifer

F. Pengujian fungsi pendengaran

1. Tes sederhana/klasik : tes arloji, tes berbisik, tes garpu tala

a. Tes berbisik

Penilaian (menurut Feldmann) :

- 1) Normal : 6-8 m
- 2) Tuli ringan : 4 - <6m
- 3) Tuli sedang : 1 - <4 m
- 4) Tuli berat : 25 cm - <1 m
- 5) Tuli Total : <25 cm

b. Tes garputala

1) Tes Rinne

Positif : bila msh terdengar

Negatif : bila tidak terdengar

Hasil

Gangguan

Positif (AC>BC)

Normal

Positif (AC=BC)

Tuli sensorineural

Negatif (AC<BC)

Tuli konduktif

2) Tes Weber

a) Bila terdengar lebih keras ke salah satu telinga : lateralisasi ke telinga tersebut

b) Bila tdk dapat dibedakan ke arah mana yg lebih keras : tidak ada lateralisasi

- c) Normal : tdk ada lateralisasi
- d) Tuli konduktif : lateralisasi ke telinga yang sakit
- e) Tuli sensorineural : lateralisasi ke telinga yang sehat
- f) Tes Swabah

Hasil	Gangguan
Sama	normal
Memanjang	Tuli konduktif
Memendek	Tulisensorineural

2. Pemeriksaan pendengaran subjektif : audiometri

- a) Tes pengukuran fungsi pendengaran secara kuantitatif dan kualitatif meliputi berapa besar gangguan pendengarannya (derajat gangguan dengar) dan lokalisasi gangguan dengar
- b) Menggunakan alat audiometer
- c) Hasil pemeriksaan dicatat dalam audiogram

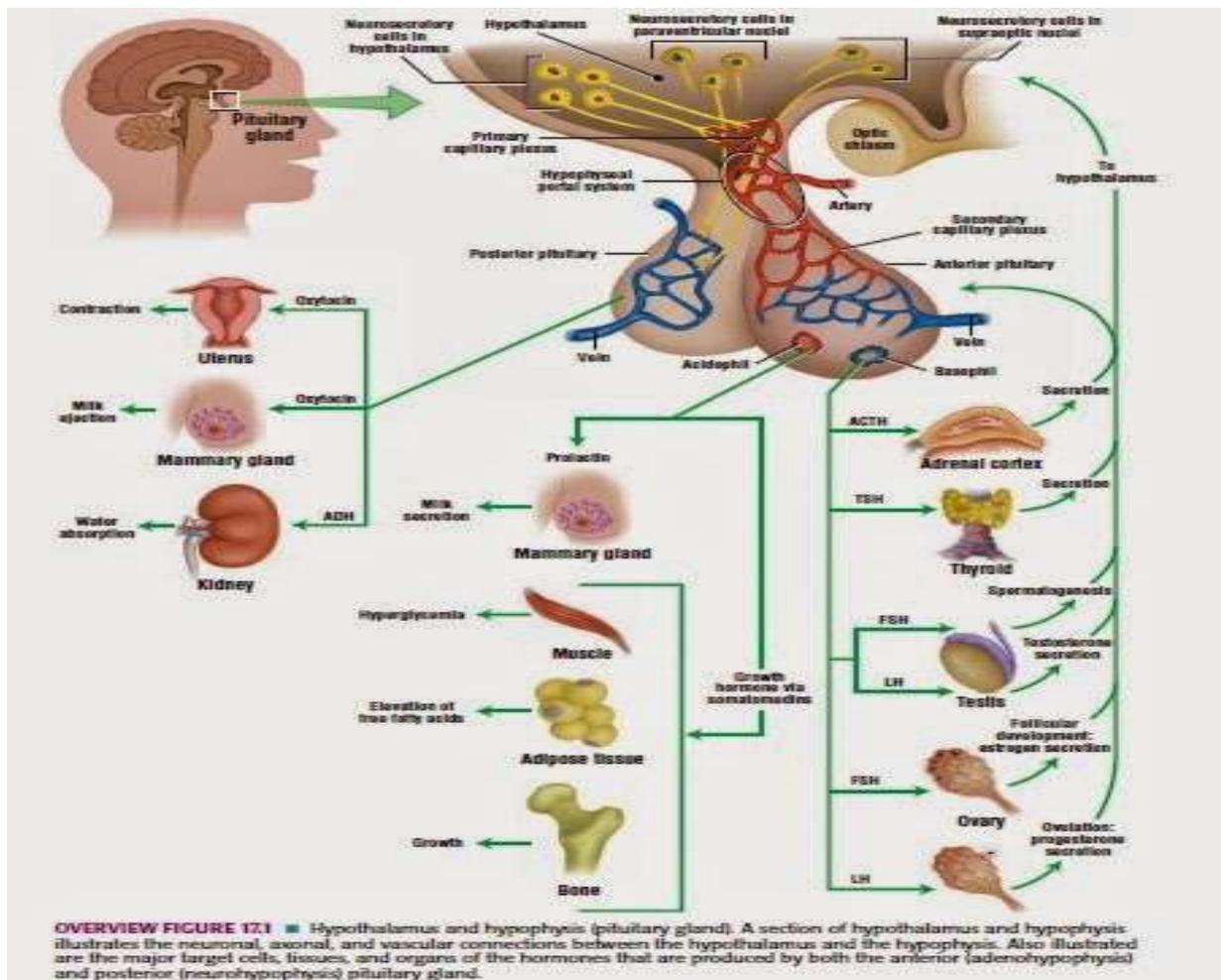
3. Pemeriksaan pendengaran objektif : BERA

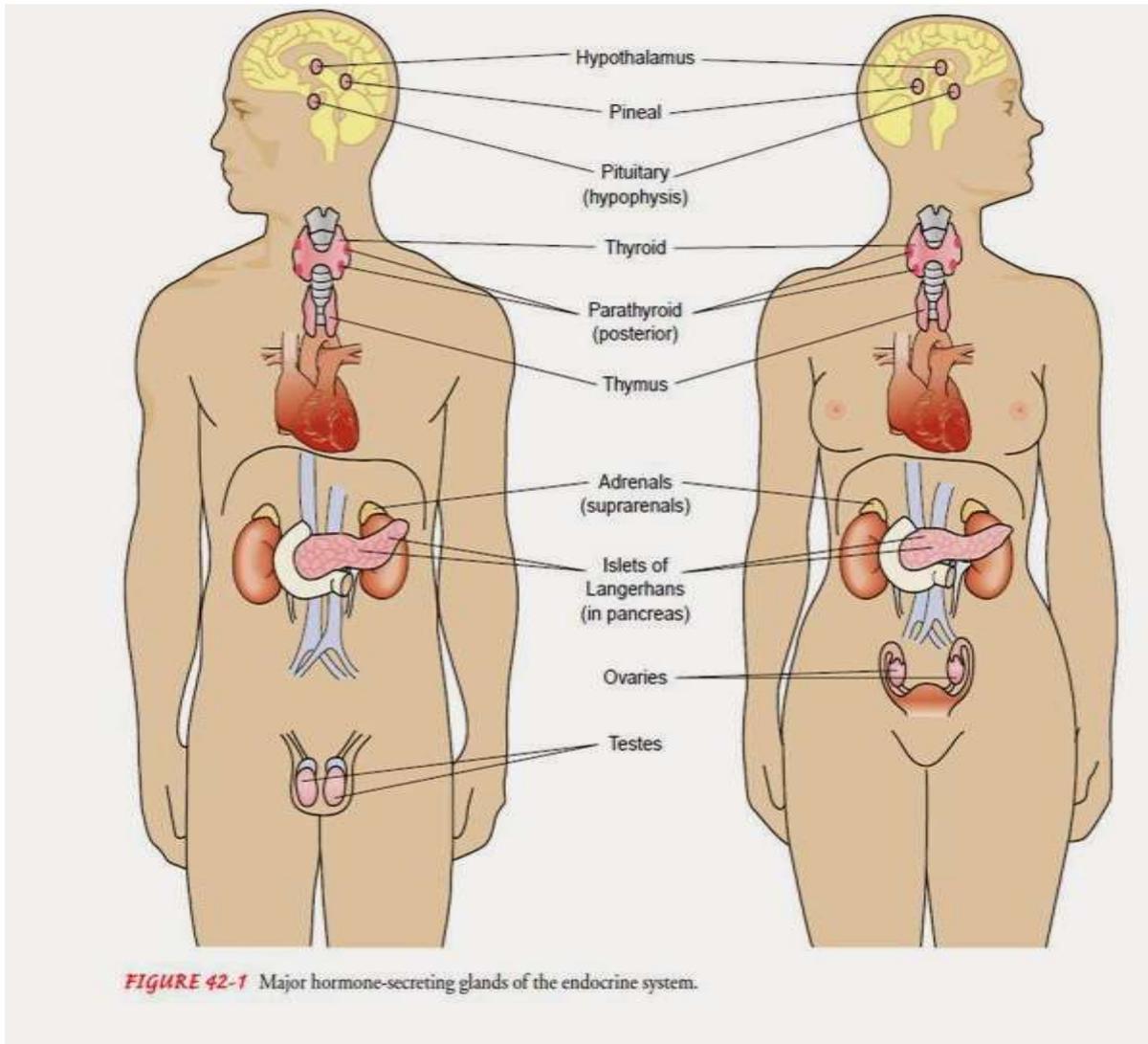
- a) Bersifat objektif dan non-invasif
- b) Prinsip pemeriksaan BERA adalah menilai potensial listrik di otak setelah pemberian rangsang sensoris berupa bunyi
- c) Pemeriksaan BERA dpt dilakukan pada :Pemeriksaan BERA dpt dilakukan pada : bayi, anak dengan gangguan sifat dan tingkah laku, retardasi mental, cacat ganda, dan kesadaran menurun.
- d) Pada orang dewasa dapat digunakan untuk memeriksa orang yang berpura-pura tuli atau ada kecurigaan tuli saraf retrocochlea.

KASUS VII

PENGERTIAN SISTEM ENDOKRIN

Sistem Endokrin disebut juga kelenjar buntu, yaitu kelenjar yang tidak mempunyai saluran khusus untuk mengeluarkan sekretnya. Sekret dari kelenjar endokrin dinamakan hormon. Hormon berperan penting untuk mengatur berbagai aktivitas dalam tubuh hewan, antara lain aktivitas pertumbuhan, reproduksi, osmoregulasi, pencernaan, dan integrasi serta koordinasi tubuh. Sistem endokrin hampir selalu bekerja sama dengan sistem saraf, namun cara kerjanya dalam mengendalikan aktivitas tubuh berbeda dari sistem saraf





Ada dua perbedaan cara kerja antara kedua sistem tersebut. Kedua perbedaan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Dibandingkan dengan sistem saraf, sistem endokrin lebih banyak bekerja melalui transmisi kimia.
2. Sistem endokrin memperhatikan waktu respons lebih lambat dari pada sistem saraf. Pada sistem saraf, potensial aksi akan bekerja sempurna hanya dalam waktu 1-5 milidetik, tetapi kerja endokrin melalui hormon baru akan sempurna dalam waktu yang sangat bervariasi, berkisar antara beberapa menit hingga beberapa jam. Hormon adrenalin bekerja hanya dalam waktu singkat, namun hormon pertumbuhan bekerja dalam waktu yang sangat lama. Di bawah kendali sistem endokrin (menggunakan hormon pertumbuhan), proses pertumbuhan memerlukan waktu hingga puluhan tahun untuk mencapai tingkat pertumbuhan yang sempurna.

Dasar dari sistem endokrin adalah hormon dan kelenjar (glandula), sebagai senyawa kimia perantara, hormon akan memberikan informasi dan instruksi dari sel satu

ke sel lainnya. Banyak hormon yang berbeda-beda masuk ke aliran darah, tetapi masing-masing tipe hormon tersebut bekerja dan memberikan pengaruhnya hanya untuk sel tertentu.

Sel-sel Penyusun Organ Endokrin

Sel-sel penyusun organ endokrin dapat dibedakan menjadi dua, yaitu sebagai berikut.

1. Sel Neusekretori, adalah sel yang berbentuk seperti sel saraf, tetapi berfungsi sebagai penghasil hormon. Contoh sel neusekretori ialah sel saraf pada hipotalamus. Sel tersebut memperhatikan fungsi endokrin sehingga dapat juga disebut sebagai sel neuroendokrin. Sesungguhnya, semua sel yang dapat menghasilkan sekret disebut sebagai sel sekretori. Oleh karena itu, sel saraf seperti yang terdapat pada hipotalamus disebut sel neusekretori.
2. Sel endokrin sejati, disebut juga sel endokrin klasik yaitu sel endokrin yang benar-benar berfungsi sebagai penghasil hormon, tidak memiliki bentuk seperti sel saraf. Kelenjar endokrin sejati melepaskan hormon yang dihasilkannya secara langsung ke dalam darah (cairan tubuh). Kelenjar endokrin sejati dapat ditemukan pada hewan yang mempunyai sistem sirkulasi, baik vertebrata maupun invertebrata. Hewan invertebrata yang sering menjadi objek studi sistem endokrin yaitu Insekta, Crustaceae, Cephalopoda, dan Moluska. Kelenjar endokrin dapat berupa sel tunggal atau berupa organ multisel.

Klasifikasi, Fungsi, dan Sifat Hormon

Berdasarkan hakekat kimianya, hormon dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu hormon peptida dan protein, steroid, dan turunan tirosin.

Steroid	Peptida	Protein Besar	Turunan Tirosin
Testosteron	Hormon Hipotalamus	Hormon Pertumbuhan	Katekolamin, meliputi :
Esterogen	Angiotensin	Prolaktin	Noradrenalin
Progesteron	Somatostatin	LH	Adrenalin
Kortikosteroid	Gastrin	FSH	Hormon Tiroid, meliputi
Vitamin D-3	Sekretin	TSH	:
	Glukagon		Tiroksin (T ₄)
	Kalsitonin		Triiodotironin (T ₃)
	Insulin		
	Parathormon		

Selain berbagai hormon yang telah disebutkan di atas, terdapat sejumlah zat kimia yang menyerupai hormon, antara lain :

- Hormon Thymic : Hormon dari kelenjar timus (thymus), berperan untuk mempengaruhi perkembangan sel limfosit B menjadi sel plasma, yaitu sel penghasil antibodi.
- Hormon Brakidin : Hormon yang dihasilkan oleh kelenjar yang sedang aktif, bekerja sebagai vasodilator (yang menyebabkan pembuluh darah membesar) sehingga dapat meningkatkan aliran darah dan merangsang pengeluaran keringat dan air ludah dalam jumlah lebih banyak.
- Hormon Eritropoietin : Merupakan glikoprotein yang proses sintesisnya melibatkan hati dan ginjal, hormon ini dapat merangsang pusat pembentukan sel darah di sumsum tulang sehingga tubuh akan menghasilkan sel darah merah dalam jumlah yang lebih banyak. Hal ini bermanfaat dalam meningkatkan jumlah oksigen yang dapat diangkut oleh darah.
- Hormon Prostaglandin, Eritropoietin, Histamin, Kinin, dan Renin dapat disintesis secara luas oleh berbagai jaringan dan organ yang sebenarnya tidak berfungsi sebagai organ endokrin.
- Hormon Feromon : suatu senyawa kimia spesifik yang dilepaskan oleh hewan ke lingkungannya dan dapat menimbulkan respons perilaku, perkembangan, reproduktif. Dan untuk membereikan daya tarik seksual, menandai daerah kekuasaan, mengenali individu lain dalam spesies yang sama dan berperan penting dalam sinkronisasi siklus seksual.

Jenis Kelenjar Endokrin

1. Kelenjar Pituitari

Kelenjar ini terletak di dasar tengkorak yang memegang peranan penting dalam sekresi hormon dari semua organ-organ endokrin. Kelenjar pituitari ini dikenal sebagai master of glands (raja dari semua kelenjar) karena pituitari itu dapat mengontrol kelenjar endokrin lainnya. Sekresi hormon dari kelenjar pituitari ini dipengaruhi oleh faktor emosi dan perubahan iklim. Pituitari dibagi 2 bagian, yaitu anterior dan posterior.

a. Hipofisis anterior: Kelenjar Hipofise Anterior menghasilkan hormone :

- Hormon Somatotropin (untuk pembelahan sel, pertumbuhan)
- Hormon tirotropin (sintesis hormon tiroksin dan pengambilan unsur yodium)
- Hormon Adrenokortikotropin (merangsang kelenjar korteks membentuk hormon)
- Hormon Laktogenik (sekresi ASI)
- Hormon Gonadotropin (FSH pada wanita pematangan folikel, pada pria pembentukan spermatogonium; LH pada wanita pembentukan korpus luteum, pada pria merangsang sel interstitial membentuk hormon testosteron)

b. Hipofisis Medula (membentuk hormon pengatur melanosit)

c. Hipofisis posterior : Menhasilkan hormone :

- Hormon oksitosin (merangsang kontraksi kelahiran)

Hormon Vasopresin(merangsang reabsorpsi air ginjal)

2. Kelenjar Tiroid

Terletak dan menempel pada trakea di bagian depan. Kelenjar tiroid adalah salah satu dari kelenjar endokrin terbesar pada tubuh manusia. Kelenjar ini dapat ditemui di leher. Kelenjar ini berfungsi untuk mengatur kecepatan tubuh membakar energi, membuat protein dan mengatur kesensitifan tubuh terhadap hormon lainnya. Kelenjar tiroid dapat distimulasi dan menjadi lebih besar oleh epoprostenol. Fungsi tiroid diatur oleh hormon perangsang tiroid (TSH) hipofisis, dibawah kendali hormon pelepas tirotropin (TRH) hipotalamus melalui sistem umpan balik hipofisis-hipotalamus. Faktor utama yang mempengaruhi laju sekresi TRH dan TSH adalah kadar hormon tiroid yang bersirkulasi dan laju metabolik tubuh.

3. Kelenjar Paratiroid

kelenjar ini terletak di setiap sisi kelenjar tiroid yang terdapat di dalam leher. Kelenjar ini berjumlah 4 buah yang tersusun berpasangan yang menghasilkan hormon paratiroksin. Ada 2 jenis sel dalam kelenjar paratiroid, ada sel utama yang mensekresi hormon paratiroid (PTH) yang berfungsi sebagai pengendali keseimbangan kalsium dan fosfat dalam tubuh melalui peningkatan kadar kalsium darah dan penurunan kadar fosfat darah dan sel oksifilik yang merupakan tahap perkembangan sel *chief*.

4. Adrenal

Merupakan kelenjar ini berbentuk bola, yang menempel pada bagian atas ginjal. Kelenjar ini disebut juga kelenjar adrenal atau kelenjar supra renal. Kelenjar adrenal dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian luar yang berwarna kekuningan yang bernama korteks, menghasilkan hormone kortisol, dan bagian tengah (medula), menghasilkan hormon Adrenalin (epinefrin) dan nor adrenalin (norepinefrin).

5. Pankreas

Pankreas terletak dibelakang lambung di depan vertebra lumalis I dan II yang tersusun dari pulau-pulau langerhans yang tersebar di seluruh pankreas. Di pulau langerhans inila terdapat sel-sel alfa dan sel-sel beta. Sel alfa menghasilkan hormon glucagon sedangkan sel-sel beta menghasilkan hormone insulin. Hormon insulin berfungsi mengatur konsentrasi glukosa dalam darah. Kelebihan glukosa akan dibawa ke sel hati dan selanjutnya akan dirombak menjadi glikogen untuk disimpan. Kekurangan hormon ini akan menyebabkan penyakit diabetes.

6. Kelenjar Timus

Terletak di dalam mediastinum di belakan tulang sternum, kelenjar timus dijumpai pada anak-anak di bawah usia 18 tahun. Kelenjar ini terletak di dalam toraks kira-kira setinggi percabangan trakea, warnanya kemerah-merahan dan terdiri atas 2 lobus. Pada bayi baru lahir beratnya kira-kira 10 gram, dan ukurannya bertambah pada masa remaja sekitar 30-40 gram.

Kelenjar timus menghasilkan suatu sel imun yang membantu dalam pertahanan tubuh, selain itu hormon kelenjar timus berperan dalam membatu pertumbuhan badan.

7. Hormon Kelamin

a) Testis

Testis terdapat pada pria, terletak pada skortum. Di dalam testis terdapat sel-sel leydig yang akan menghasilkan hormon testoteron. Hormon testoteron akan menentukan sifat kejantanan misalnya adanya jenggot, kumis, jakun dan lain-lain, dan mengasilkan sel mani (spermatozoid).

b) Ovarika

kelenjar ovarika terdapat pada wanita, terletak pada ovarium di sebelah kiri dan kanan rahi m dan menghasilkan hormon estrogen dan progesteron (korpus luteum). Hormon ini dapat mempengaruhi pekerjaan uterus serta memberikan sifat kewanitaan, misalnya panggul yang besar, bahu yang sempit dan lain-lain.

Sifat Hormon

Semua hormon umumnya memperlihatkan adanya kesamaan sifat. Beberapa sifat yang umum diperlihatkan oleh hormon ialah sebagai berikut:

1. Hormon Polipeptida biasanya disintesis dalam bentuk precursor yang belum aktif (disebut sebagai prohormon), contohnya proinsulin. Prohormon memiliki rantai yang panjang daripada bentuk aktifnya.
2. Sejumlah hormon dapat berfungsi dalam konsentrasi yang sangat rendah dan sebagian hormon berumur pendek.
3. Beberapa jenis hormon (misalnya adrenalin) dapat segera beraksi dengan sel sasaran dalam waktu beberapa detik, sedangkan hormon yang lain (contohnya esterogen dan tiroksin) bereaksi secara lambat dalam waktu beberapa jam samapai beberapa hari.
4. Pada sel sasaran, hormon akan berkaitan dengan reseptornya.
5. Hormon kadang-kadang memerlukan pembawa pesan kedua dalam mekanismenya.

Mekanisme Aksi Hormon

1) Reseptor Hormon Pada Membran

Reseptor untuk hormon pada suatu sel dapat terletak pada membrane atau sitoplasma biasanya merupakan reseptor untuk hormon protein atau peptida. Apabila sudah sampai di dekat sel sasaran, hormon akan segera berikatan dengan reseptornya dan membentuk kompleks hormon-reseptor. Pembentukan hormon-reseptor terjadi melalui mekanisme yang serupa dengan penggabungan antara anak kunci dan gemboknya. Kompleks hormon-reseptor akan memicu serangkaian reaksi biokimia yang menimbulkan tanggapan hayati.

Berikut adalah contoh beberapa peristiwa yang dapat diubah oleh hormon dengan cara kerja seperti di atas :

- Perubahan aktivitas enzim : perubahan aktivitas enzim memungkinkan proses metabolisme tertentu dapat terselenggara atau terhenti.
- Pengaktifan mekanisme transport aktif : proses transport aktif sangat penting bagi sel untuk memasukkan atau mengeluarkan suatu zat.
- Aktivitas pembentukan mikrotubulus : perubahan aktivitas pembentukan mikrotubulus dapat mempengaruhi berbagai peristiwa yang tergantung padanya, antara lain pergerakan ameba dan mitosis sel.
- Perubahan aktivitas metabolisme DNA : perubahan aktivitas metabolisme DNA dapat mempengaruhi proses pertumbuhan atau pembelahan sel.

2) Reseptor Hormon Pada Sitoplasma (Reseptor Sitosolik)

Merupakan hormon yang terdapat dalam sitoplasma sel sasaran. Hormon yang menggunakan reseptor sitosolik adalah hormon steroid dan hormon turunan asam amino. Hormon tersebut sangat mudah larut dalam lipid sehingga mudah melewati membrane sel sasaran.

Selama dalam peredaran darah ke seluruh tubuh, hormon selalu berkaitan dengan pengembannya. Hormon akan terlepas dari molekul pengemban dan masuk ke sel sasaran. Dalam sitoplasma sel sasaran, hormon berkombinasi dengan reseptor khusus sehingga menghasilkan kompleks hormon-reseptor yang aktif. Kompleks tersebut memiliki daya gabung yang sangat tinggi terhadap DNA sehingga setelah masuk ke inti, akan segera berkombinasi dengan DNA. Hal ini yang mengawali transkrip DNA. Pengikatan kompleks hormon-reseptor pada daerah promoter akan merangsang gen tertentu untuk aktif atau pasif.

KASUS VIII

ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM KARDIOVASKULER

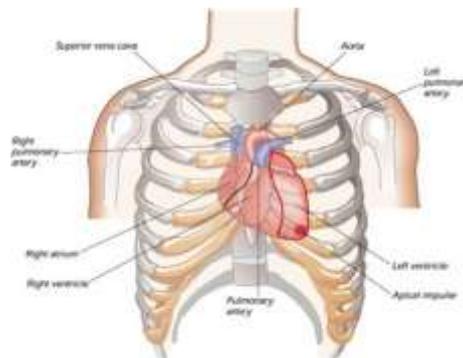
1. Anatomi Sistem Jantung

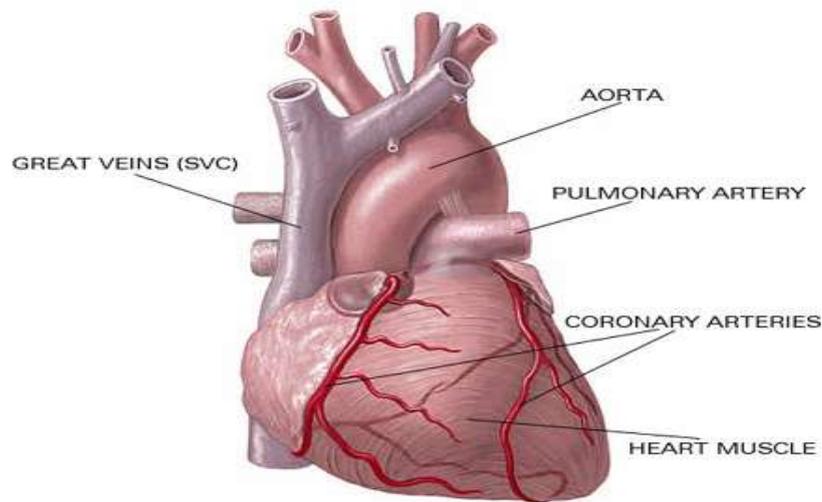
Anatomi sistem jantung Jantung merupakan organ muscular berongga, bentuknya menyerupai pyramid atau jantung pisang yang merupakan pusat sirkulasi darah ke seluruh tubuh, terletak dalam rongga toraks pada bagian mediastinum.

Ujung jantung mengarah kebawah, ke depan bagian kiri: Basis jantung terdapat aorta batang nadai paru pembuluh balik atas dan bawah dan pembuluh paru. Hubungan jantung dengan alat sekitarnya:

- Dinding depan berhubungan dengan sternum dan kartilago kostalis tinggi kosta III-I.
- Samping berhubungan dengan paru dan fasies mediastilais.
- Atas setinggi torakal IV dan servikal II, berhubungan dengan aorta pulmonalis, bronkus dekstra, dan bronkus sinistra.
- Belakang alat-alat mediastinum posterior, esophagus, aorta desendens, vena azigosis, dan kolumna vertebra torakalis.
- Bagian bawah berhubungan dengan diafragma.

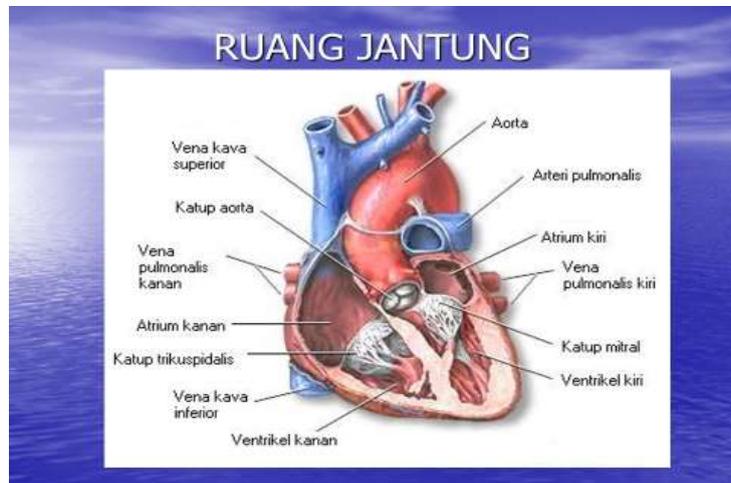
Gambar Jantung





Jantung difiksasi pada tempatnya agar tidak mudah berpindah tempat. Penyokong jantung utama adalah paru yang menekan jantung dari samping diafragma menyokong dari bawah, pembuluh darah besar yang keluar dan masuk jantung sehingga jantung tidak mudah berpindah. Factor yang memengaruhi kedudukan jantung: a. Faktor umur: pada usia lanjut alat-alat dalam rongga torak termasuk jantung agak turun ke bawah. b. Bentuk rongga dada: perubahan bentuk torak yang menetap misalnya penderita TBC menahun batas jantung menurun sedangkan pada asma torak melebar dan membulat. c. Letak diafragma: menyokong jantung dari bawah, jika terjadi penekanan diafragma ke atas akan mendorong bagian bawah jantung ke atas. d. Perubahan posisi tubuh: proyeksi jantung normal ditentukan oleh perubahan posisi tubuh, misalnya membungkuk, tidur miring ke kiri atau ke kanan. Lapisan jantung terdiri dari: a. Perikardium Lapisan yang merupakan kantong pembungkus jantung, terletak di dalam mediastinum minus, terletak di belakang korpus sterni dan rawan iga II-IV. 1) Perikardium fibrosum (visceral): bagian kantong yang membatasi pergerakan jantung terikat ke bawah sentrum tendinum diafragma bersatu dengan pembuluh darah besar, melekat pada sternum melalui ligamentum sternoperikardial. 2) Perikardium serosum (parietal), dibagi menjadi dua bagian: perikardium parietalis membatasi perikardium fibrosum, sering disebut epikardium, dan

perikardium visceral (kavitas perikardialis) yang mengandung sedikit cairan yang berfungsi melumas untuk mempermudah pergerakan jantung.



Diantara dua lapisan jantung ini terdapat lender sebagai pelican untuk menjaga agar gesekan antara perikardium tersebut tidak menimbulkan gangguan terhadap jantung. Pada permukaan posterior jantung terdapat perikardium serosum sekitar vena-vena besar membentuk sinus oblique dan sinus transversus. b. Miokardium Lapisan otot jantung menerima darah dari arteri koronaria. Arteri koronaria kiri bercabang menjadi arteri descending anterior dan arteri sirkumfleks. Arteri koronaria kanan memberikan darah untuk sinoatrial node, ventrikel kanan, permukaan diafragma ventrikel kanan. Vena koronaria mengembalikan darah ke sinus kemudian bersirkulasi langsung ke dalam paru.

Susunan miokardium: 1) Susunan otot atria: sangat tipis dan kurang teratur, serabut-serabutnya disusun dalam dua lapisan. Lapisan luar mencakup kedua atria. Serabut luar ini paling nyata di bagian depan atria. Beberapa serabut masuk ke dalam septum atrioventrikular. Lapisan dalam terdiri dari serabut-serabut berbentuk lingkaran. 2) Susunan otot ventrikuler: membentuk bilik jantung dimulai dari cincin atrioventrikuler sampai ke apeks jantung. 3) Susunan otot atrioventrikular merupakan dinding pemisah antara serambi dan bilik (atrium dan ventrikel). c. Endokardium (permukaan dalam jantung)

Dinding dalam atrium diliputi oleh membrane yang mengilat, terdiri dari jaringan endotel atau selaput lender endocardium, kecuali aurikula dan bagian depan krista. Ke arah aurikula dari ujung bawah krista terminalis terdapat sebuah lipatan endocardium yang menonjol dikenal sebagai valvula vena kava inferior, berjalan di depan muara vena inferior menuju ke tepi disebut fosa ovalis. Antara atrium kanan dan ventrikel kanan terdapat hubungan melalui orifisium articular.

Bagian-bagian dari jantung: a. Basis kordis: bagian jantung sebelah atas yang berhubungan dengan pembuluh darah besar (aorta ascendens, arteri pulmonalis/vena pulmonalis dan vena kava superior), dibentuk oleh atrium sinistra dan sebagian atrium dekstra. Bagian posterior berbatasan dengan aorta descendens, esophagus, vena azigos, duktus torakalis, terdapat seitinggi vertebrae torakalis (vertebra ruas VIII) b. Apeks kordis: bagian bawah jantung berbentuk puncak kerucut tumpul. Bagian ini dibentuk oleh ujung ventrikel sinistra dan ventrikel dekstra. Bagian apek tertutupi oleh paru dan pleura sinistra dari dinding toraks. Permukaan jantung (fascies kordis): a. Fascies sternokostalis: permukaan menghadap ke depan berbatasan dengan dinding depan toraks, dibentuk oleh atrium dekstra, ventrikel dekstra dan sedikit ventrikel sinistra. b. Fascies dorsalis: permukaan jantung menghadap kebelakang, berbentuk segi empat berbatasan dengan mediastinum posterior, dibentuk oleh dinding atrium sinistra, sebagian atrium dekstra, dan sebagian kecil dinding ventrikel sinistra. c. Fascies diafragmatika: permukaan bagian bawah jantung yang berbatas dengan sternum tendinium diafragma dibentuk oleh dinding ventrikel sinistra dan sebagian kecil ventrikel dekstra.

Tepi jantung (margo kordis): a. Margo dekstra: bagian jantung tepi kanan membentang mulai dari vena kava superior sampai ke apeks kordis, dibentuk oleh dinding atrium dekstra dan dinding ventrikel dekstra, memisahkan fascies sternokostalis dengan fascies diafragmatika sebelah kanan. b. Margo sinistra: bagian ujung jantung sebelah tepi membentang dari

bagian bawah muara vena pulmonalis sinistra inferior sampai ke apeks kordis, dibentuk oleh dinding atrium sinistra (diatas) dan dinding ventrikel sinistra (di bawah) memisahkan fascies sternokostalis dengan fascies diafragmatika sebelah kiri.

Alur permukaan jantung: a. Sulkus atrioventrikularis: mengelilingi batas bawah basis kordis, terletak diantara batas kedua atrium jantung dan kedua ventrikel jantung. b. Sulkus longitudinalis anterior: alur ini terdapat pada fascies sternokostalis mulai dari celah di antara arteri pulmonalis dengan aurikula sinistra, berjalan ke bawah menuju apeks kordis. Sulkus ini merupakan batas antara kedua ventrikel dari depan. c. Sulkus longitudinalis posterior: alur ini terdapat pada fascies diafragmatika kordis, mulai dari sulkus koronarius sebelah kanan muara vena kava inferior menuju apeks kordis. Sulkus ini merupakan batas antara kedua ventrikel dari belakang bawah.

Ruang-ruang jantung: a. Atrium dekstra: terdiri dari rongga utama dan aurikula di luar, bagian dalamnya membentuk suatu rigi atau krista terminalis. Bagian utama atrium yang terletak posterior dinding halus yang secara embriologis berasal dari sinus venosus. Bagian atrium yang terletak di depan mengalami trabekulasi akibat berkas serabut otot yang berjalan dari krista terminalis. 1) Muara pada atrium kanan: a) Vena kava superior: bermuara ke dalam bagian atas atrium kanan. Muara ini tidak mempunyai katub, mengembalikan darah dari separoh atas tubuh. b) Vena kava inferior: lebih besar dari vena kava superior, bermuara ke dalam bagian bawah atrium kanan, mengembalikan darah ke jantung dari separoh badan bagian bawah. c) Sinus koronaris: bermuara ke dalam atrium kanan antara vena kava inferior dengan ostium ventrikulare, dilindungi oleh katub yang tidak berfungsi. d) Ostium atrioventrikuler dekstra: bagian anterior vena kava inferior dilindungi oleh vulva bikuspidalis. Di samping itu banyak bermuara vena-vena kecil yang mengalirkan darah dari dinding jantung ke dalam atrium

kanan. 2) Sisa-sisa fetal pada atrium kanan. Fossa ovalis dan annulus ovalis adalah dua struktur yang terletak pada septum interatrial yang memisahkan atrium kanan dengan atrium kiri. Fossa ovalis merupakan lekukan dangkal tempat foramen ovale pada fetus dan annulus ovalis membentuk tepi, merupakan septum pada jantung embrio.

b. Ventrikel dekstra: berhubungan dengan atrium kanan melalui ostium atrioventrikuler dekstrum dan dengan traktus pulmonalis melalui ostium pulmonalis. Dinding ventrikel kanan jauh lebih tebal dari atrium kanan pulmonalis. Dinding ventrikel kanan jauh lebih tebal dari atrium kanan.

1) Valvula trikuspidalis: melindungi ostium atrioventrikuler, dibentuk oleh lipatan endocardium disertai sedikit jaringan fibrosa, terdiri dari tiga lipatan endocardium disertai sedikit jaringan fibrosa, terdiri dari tiga kuspis atau saringan (anterior, septalis, dan inferior). Basis kuspis melekat pada cincin fibrosa rangka jantung. Bila ventrikel berkontraksi M. papilaris berkontraksi mencegah agar kuspis tidak terdorong ke atrium dan terbalik waktu tekanan intraventrikuler meningkat.

2) Valvula pulmonalis: melindungi ostium pulmonalis, terdiri dari semilunaris arteri pulmonalis, dibentuk oleh lipatan endocardium disertai sedikit jaringan fibrosa. Mulut muara kuspis arahnya ke atas, ke dalam trunkus pulmonalis. Selama sistolik ventrikel katup kuspis tertekan pada dinding trunkus pulmonalis oleh darah yang keluar. Selama diastolic, darah mengalir kembali ke jantung masuk ke sinus. Katup kuspis terisi dan menutup ostium pulmonalis.

c. Atrium sinistra: terdiri dari rongga utama dan aurikula, terletak di belakang atrium kanan, membentuk sebagian besar basis (fascies posterior), dibelakang atrium sinistra terdapat sinus obliquus pericardium serosum dan pericardium fibrosum. Bagian dalam atrium sinistra halus dan bagian aurikula mempunyai rigi otot seperti aurikula dekstra. Muara atrium sinistra vena pulmonalis dari masing-masing paru bermuara pada dinding posterior dan mempunyai valvula ostium atrioventrikular sinistra, dilindungi oleh valvula mitralis.

d. Ventrikel sinistra: ventrikel kiri berhubungan dengan atrium sinistra melalui ostium atrioventrikuler sinistra dan dengan

aorta melalui ostium aorta. Dinding ventrikel sinistra tiga kali lebih tebal dari ventrikel kanan. Tekanan darah intraventrikuler kiri enam kali lebih tinggi dibanding tekanan dari ventrikel dekstra. 1) Valvula mitralis (bikuspidalis): melindungi ostium atrioventrikular terdiri atas dua kuspis (kuspis anterior dan kuspis posterior). Kuspis anterior lebih besar terletak antara ostium atrioventrikular dan aorta. 2) Valvula semilunaris aorta: melindungi ostium aorta strukturnya sama dengan valvula semilunaris arteri pulmonalis. Salah satu kuspisnya terletak pada dinding anterior dan dua terletak pada dinding posterior di belakang kuspis. Dinding aorta membentuk sinus aorta anterior merupakan asal arteri koronaria dekstra. Sinus posterior sinistra merupakan asal arteri koronaria sinistra. Peredaran darah jantung: a. Arteri koronaria kanan: berasal dari sinus anterior aorta berjalan ke depan antara trunkus pulmonalis dan aurikula dekstra, memberikan cabang-cabang ke atrium dekstra dan ventrikel dekstra. Pada tepi inferior jantung menuju sulkus atrioventrikularis untuk beranastomosis dengan arteri koronaria kiri memperdarahi ventrikel dekstra. b. Arteri koronaria kiri: lebih besar dari arteri koronaria dekstra, dari sinus posterior aorta sinistra berjalan ke depan antara trunkus pulmonalis dan aurikula kiri masuk ke sulkus atrioventrikularis menuju ke apeks jantung memberikan darah untuk ventrikel dekstra dan septum interventrikularis. c. Aliran vena jantung: sebagian darah dari dinding jantung mengalir ke atrium kanan melalui sinus koronarius yang terletak di bagian belakang sulkus atrioventrikularis merupakan lanjutan dari V. kardiak magna yang bermuara ke atrium dekstra sebelah kiri vena kava inferior V. Kardiak minima dan media merupakan cabang sinus koronarius, sisanya kembali ke atrium dekstra melalui vena kardiak anterior, melalui vena kecil langsung ke ruang-ruang jantung.

Jantung dipersarafi oleh serabut simpatis dan parasimpatis system saraf otonom melalui pleksus kardiakus. Saraf simpatis berasal dari trunkus simpaticus bagian servikal dan torakal bagian atas dan saraf simpatis berasal dari nervus vagus. Serabut eferen post-ganglion berjalan ke nodus sinus atrialis dan nodus atrioventrikularis tersebar ke bagian jantung yang lain. Serabut aferen berjalan bersama nervus vagus berperan sebagai refleksi kardiovaskuler, berjalan bersama saraf simpatis.

2. Sel Eksitabel

a. Pengertian Eksitabel sel adalah sel yang dapat menghantarkan impuls atau potensial aksi. Jaringan eksitabel apabila dirangsang dengan adekuat akan memberi respon berupa potensial aksi.

b. Struktur dan Komposisi Sel

Membran sel merupakan bagian terluar sel yang membatasi bagian dalam sel dengan lingkungan luar. Membran sel merupakan selaput selektif permeabel, artinya hanya dapat dilalui molekul-molekul tertentu seperti glukosa, asam amino, gliserol, dan berbagai ion. Berdasarkan analisis kimiawi dapat diketahui bahwa hampir seluruh membran sel terdiri atas lapisan protein dan lapisan lipid (lipoprotein). Membran plasma terdiri atas dua lapisan, yaitu berupa lapisan lipid rangkap dua (lipid bilayer). Lapisan lipid disusun oleh fosfolipid. Fosfolipid adalah lipid yang mengandung gugus fosfat dan terdiri atas bagian kepala (polar head) dan bagian ekor (nonpolar tail). Bagian kepala bersifat hidrofilik (suka air), sedangkan bagian ekor bersifat hidrofobik (tidak suka air). Lipid terdiri atas fosfolipid, glikolipid, dan sterol.

- 1) Fosfolipid, yaitu lipid yang mengandung gugusan fosfat.
- 2) Glikolipid, yaitu lipid yang mengandung karbohidrat.
- 3) Sterol, yaitu lipid alkohol terutama kolesterol.

Lapisan protein membran sel terdiri atas glikoprotein. Lapisan protein membentuk dua macam lapisan, yaitu lapisan protein perifer atau ekstrinsik dan lapisan protein integral atau intrinsik. Lapisan protein perifer membungkus bagian kepala (polar head) lipid rangkap dua bagian luar. Lapisan protein integral membungkus bagian kepala (polar head) lipid rangkap dua bagian dalam.

c. Komposisi Elektrolit Intrasel dan Ekstrasel

Di dalam cairan intrasel maupun ekstrasel terdapat

elektrolit, unsur penting bagi tubuh selain air. Komposisi elektrolit pada kedua kompartemen cairan tersebut berbeda. Kalium dan fosfat adalah elektrolit utama pada CIS, sedangkan natrium dan klorida adalah elektrolit utama CES. Natrium dan kalium berperan dalam keseimbangan asam-basa, keseimbangan cairan, dan fungsi sel saraf. Fosfat adalah unsur pembentuk molekul berenergi (adenosine triphosphate-ATP), dan berperan dalam pembentukan tulang dan gigi. Klorida berperan dalam keseimbangan asam-basa dan cairan. Selain itu masih terdapat elektrolit lain yang memiliki fungsi penting, misalnya kalsium dan magnesium. Kalsium berperan dalam pembentukan tulang dan gigi, proses pembekuan darah, kontraksi otot, dan fungsi sel saraf. Magnesium berperan dalam aktivitas enzim, pembentukan tulang, dan aktivitas otot dan sel saraf. Kekurangan elektrolit akan menimbulkan berbagai gangguan fungsi organ, oleh sebab itu kebutuhan elektrolit harus selalu tercukupi. Volume cairan dan konsentrasi elektrolit selalu dipertahankan dalam keadaan yang seimbang. Keseimbangan cairan dan elektrolit dipertahankan dengan mengatur masukan dan keluaran air dan elektrolit. Masukan air dan elektrolit (water and electrolyte gain) diperoleh terutama melalui makan dan minum. Keluaran air dan elektrolit (water and electrolyte loss) secara eksresi melalui buang air kecil dan buang air besar, dan secara evaporasi melalui pernafasan dan kulit dalam bentuk keringat. Masukan dan keluaran air dikendalikan oleh otak yaitu di hipotalamus. Perubahan volume CES maupun konsentrasi elektrolit merangsang hipotalamus untuk mengurangi atau meningkatkan keluaran dan masukan air dengan cara mengatur rasa haus dan eksresi air melalui ginjal.

d. Transportasi Elektrolit Melalui Membran Sel Membrane plasma merupakan selaput sel di sebelah luar sitoplasma. Di dalam sitoplasma terdapat bagian-bagian yang disebut organel. Semua organel dibatasi oleh membrane. Membrane yang membatasi organel mempunyai struktur molekul yang sama dengan membrane plasma yang terdiri atas molekul-molekul lemak dan protein. Membran sel berguna sebagai pembatas antara

organel-organel di bagian dalam sel dan cairan yang membasahi semua sel. Membrane sel sangat tipis sehingga hanya dapat diamati dengan perbesaran tinggi menggunakan mikroskop electron. S. Singer dan E. Nicolson (1972) mengemukakan teori tentang membrane sel yang dikenal dengan teori membrane mozaik cair. Teori ini menyatakan bahwa membrane sel tersusun oleh lapisan protein. Protein tersusun mozaik atau tersebar dan masing-masing tersisip atau tenggelam di antara lapisan ganda fosfolipid (bilayer fosfolipid). Membrane sel terdiri atas kira-kira 50% lipid dan 50% protein, lipid terutama merupakan fosfolipid dan tersusun dua lapis dan protein tersebar diantara bilayer fosfolipid disebut protein intrinsik (integral) yang bersifat hidrofobik atau menolak air. Karena susunan membrane sel yang demikian maka membrane sel bersifat semipermeable. Membrane sel tidak simetris, protein ekstrinsik yang bergabung dengan permukaan luar membrane amat berlainan dari protein yang ekstrinsik yang bergabung dengan membrane dalam. Membran sel berfungsi mengatur gerakan materi atau transportasi dari atau keluar sel.

e. Potensial Membrane Potensial membran adalah tegangan melintasi suatu membran sel yang berkisar dari sekitar -50 hingga -200 milivolt (tanda minus menunjukkan bahwa di dalam sel bersifat negatif dibandingkan dengan di luarnya). Semua sel memiliki tegangan melintasi membran plasmanya, di mana tegangan ialah energi potensial listrik-pemisahan muatan yang berlawanan. Sitoplasma sel bermuatan negatif dibandingkan dengan fluida ekstraseluler disebabkan oleh distribusi anion dan kation pada sisi membran yang berlawanan yang tidak sama. Potensial membran bertindak seperti baterai, suatu sumber energi yang mempengaruhi lalulintas semua substansi bermuatan yang melintasi membran. Karena di dalam sel itu negatif dibandingkan dengan di luarnya, potensial membran ini mendukung transpor pasif kation ke dalam sel dan anion ke luar sel. Dengan demikian, dua gaya menggerakkan difusi ion melintasi suatu membran: gaya kimiawi (gradien konsentrasi ion) dan gaya listrik (pengaruh potensial membran pada pergerakan ion). Kombinasi kedua

gaya yang bekerja pada satu ion ini disebut gradien elektrokimiawi. Perubahan lingkungan dapat mempengaruhi potensial membran dan sel itu sendiri, sebagai contohnya, depolarisasi dari membran plasma diduga memicu apoptosis (kematian sel yang terprogram).

f. Potensial Aksi Tentang Sel, Jaringan, Organ, dan Sistem Organ Pada sebuah sel yang dalam keadaan istirahat terdapat beda potensial di antara kedua sisi membrannya. Keadaan sel yang seperti ini disebut keadaan polarisasi. Bila sel yang dalam keadaan istirahat/polarisasi ini diberi rangsangan yang sesuai dan dengan level yang cukup maka sel tersebut akan berubah dari keadaan istirahat menuju ke keadaan aktif. Dalam keadaan aktif, potensial membran sel mengalami perubahan dari negatif di sisi dalam berubah menjadi positif di sisi dalam. Keadaan sel seperti ini disebut dalam keadaan depolarisasi. Depolarisasi ini dimulai dari suatu titik di permukaan membran sel dan merambat ke seluruh permukaan membran. Bila seluruh permukaan membran sudah bermuatan positif di sisi dalam, maka sel disebut dalam keadaan depolarisasi sempurna. Setelah mengalami depolarisasi sempurna, sel selanjutnya melakukan repolarisasi. Dalam keadaan repolarisasi, potensial membran berubah dari positif di sisi dalam menuju kembali ke negatif di sisi dalam. Repolarisasi dimulai dari suatu titik dan merambat ke seluruh permukaan membran sel. Bila seluruh membran sel sudah bermuatan negatif di sisi dalam, maka dikatakan sel dalam keadaan istirahat atau keadaan polarisasi kembali dan siap untuk menerima rangsangan berikutnya. Aktivitas sel dari keadaan polarisasi menjadi depolarisasi dan kemudian kembali ke polarisasi lagi disertai dengan terjadinya perubahan-perubahan pada potensial membran sel. Perubahan tersebut adalah dari negatif di sisi dalam berubah menjadi positif dan kemudian kembali lagi menjadi negatif. Perubahan ini menghasilkan suatu impuls tegangan yang disebut potensial aksi (action potential). Potensial aksi dari suatu sel akan dapat memicu aktivitas sel-sel lain yang ada di sekitarnya. Berikut ini akan diuraikan bagaimana proses terjadinya potensial aksi dari suatu sel yang semula dalam

keadaan istirahat. 3. Pembuluh Darah Pembuluh darah adalah prasarana jalan bagi aliran darah ke seluruh tubuh. Saluran darah ini merupakan system tertutup dan jantung sebagai pemompa darah. Fungsi pembuluh darah adalah mengangkut (transportasi) darah dari jantung ke seluruh bagian tubuh dan mengangkut kembali darah yang sudah dipakai kembali ke jantung. Fungsi ini disebut sirkulasi darah. Selain darah itu juga darah mengangkut gas-gas, zat makanan, sisa metabolisme, hormone, antibodi, dan keseimbangan elektrolit. Pembuluh darah terdiri atas arteri dan vena. Arteri berhubungan langsung dengan vena pada bagian kapiler dan venula yang dihubungkan oleh bagian endotheliumnya. Arteri dan vena terletak bersebelahan. Dinding arteri lebih tebal dari pada dinding vena. Dinding arteri dan vena mempunyai tiga lapisan yaitu lapisan bagian dalam yang terdiri dari endothelium, lapisan tengah yang terdiri atas otot polos dengan serat elastis dan lapisan paling luar yang terdiri atas jaringan ikat ditambah dengan serat elastis. Cabang terkecil dari arteri dan vena disebut kapiler. Pembuluh kapiler memiliki diameter yang sangat kecil dan hanya memiliki satu lapisan tunggal endothelium dan sebuah membran basal. Perbedaan struktur masing-masing pembuluh darah berhubungan dengan perbedaan fungsional masing-masing pembuluh darah tersebut. Pembuluh darah terbagi menjadi:

- a. Pembuluh Darah Arteri
 - 1) Tempat mengalir darah yang dipompa dari bilik
 - 2) Merupakan pembuluh yang liat dan elastis
 - 3) Tekanan pembuluh lebih kuat dari pada pembuluh balik
 - 4) Memiliki sebuah katup (valvula semilunaris) yang berada tepat di luar jantung,
 - 5) Terdiri atas:
 - a) Aorta yaitu pembuluh dari bilik kiri menuju ke seluruh tubuh
 - b) Arteriol yaitu percabangan arteri
 - c) Kapiler :
 - 1) Diameter lebih kecil dibandingkan arteri dan vena
 - 2) Dindingnya terdiri atas sebuah lapisan tunggal endothelium dan sebuah membran basal
 - 6) Dindingnya terdiri atas 3 lapis yaitu :
 - a) Lapisan bagian dalam yang terdiri atas Endothelium
 - b) Lapisan tengah terdiri atas otot polos dengan Serat elastis
 - c) Lapisan terluar yang terdiri atas jaringan ikat Serat elastis
 - b. Pembuluh Balik (Vena)
 - 1) Terletak di dekat permukaan

kulit sehingga mudah di kenali 2) Dinding pembuluh lebih tipis dan tidak elastis. 3) Tekanan pembuluh lebih lemah di bandingkan pembuluh nadi 4) Terdapat katup yang berbentuk seperti bulan sabit (valvula semi lunaris) dan menjaga agar darah tak berbalik arah. 5) Terdiri dari : a) Vena cava superior yang bertugas membawa darah dari bagian atas tubuh menuju serambi kanan jantung. b) Vena cava inferior yang bertugas membawa darah dari bagian bawah tubuh ke serambi kanan jantung. c) Vena cava pulmonalis yang bertugas membawa darah dari paru-paru ke serambi kiri jantung. 4. Pembuluh Limfe System pembuluh limfe merupakan suatu jalan tambahan tempat cairan dapat mengalir dari ruang interstisial ke dalam darah. Pembuluh limfe dapat mengangkut protein dan zat berpartikel besar, ke luar ruang jaringan yang tidak dikeluarkan dengan absorpsi secara langsung ke dalam kapiler darah. System limfe berhubungan erat dengan sirkulasi darah, mengandung cairan yang bergerak, berasal dari darah, dan mempunyai jaringan pembuluh limfe. System limfe juga merupakan salah satu jalan utama untuk absorpsi bahan gizi dari traktus gastrointestinal yang bertanggung jawab untuk absorpsi lemak dan merupakan salah satu mekanisme pertahanan tubuh terhadap infeksi. Pembuluh limfe merupakan pembuluh yang lebih besar dibentuk oleh bersatunya kapilar limfatik. Pembuluh limfatik transparan mempunyai banyak katup sehingga terlihat seperti manik-manik. Pembuluh limfe superfisial mengalir kulit, pembuluh limfe yang lebih dalam mengalir struktur tubuh yang lebih dalam, melewati dan memasuki nodus limfe membawa sel limfosit. Aliran limfe sangat dipengaruhi oleh aktivitas otot yang dapat mempercepat dan mengatur alirannya. Aliran akan bertambah akibat pengaruh peristaltic, pergerakan pernapasan, aktivitas jantung, masase, pergerakan pasif, dan pulsasi arteri di sekelilingnya. Dinding pembuluh limfe demikian permeabelnya sehingga partikel yang sangat besar ukuran molekulnya di dalam jaringan dapat dilalui. Pembuluh limfe yang kecil-kecil menyatu menjadi besar, banyak mempunyai katup sehingga aliran cairan limfe

menuju ke satu arah yaitu vena subklavia. Setiap kali pembuluh limfe mengembang karena terisi penuh oleh cairan dari jaringan, pembuluh limfe ini berkontraksi sehingga cairan limfe terdorong melewati katup yang terbuka. Peristiwa ini terjadi sekitar 10 detik sekali, secara dinamik cairan interstisial terus menerus bergerak datang dan kembali ke pembuluh darah.

B. Fisiologi Sistem Kardiovaskuler

1. Hemodinamika Jantung
Pengaturan tekanan darah lebih cenderung diperankan oleh adanya perubahan-perubahan tekanan osmotik dan tekanan hidrostatik baik intravaskuler maupun ekstrasvaskuler. Peran utama dilakukan oleh kadar natrium yang secara langsung memengaruhi nilai osmotik cairan, sehingga akan memengaruhi proses sekresi aldosterone dan hormone antidiuretic. Selanjutnya hormone tersebut memengaruhi volume darah dan tekanan darah. Perubahan tekanan osmotik dan hidrostatik juga memengaruhi tekanan darah. Pengaruh langsung peningkatan volume darah oleh suatu tindakan pemberian cairan intravena, pada peristiwa perdarahan, mampu mempertahankan tekanan darah dalam batas normal. Dalam mengatur tekanan darah, system hemodinamik diperankan oleh adanya perubahan tekanan osmotik dan tekanan hidrostatik baik intravaskuler maupun ekstrasvaskuler. Peran utama oleh kadar natrium yang secara langsung memengaruhi nilai osmotik cairan, sehingga memengaruhi proses sekresi aldosterone dan hormone antidiuretic. Selanjutnya kedua hormone ini akan memengaruhi volume darah dan tekanan darah.
2. Elektrofisiologi Jantung
Aktifitas listrik jantung merupakan akibat dari perubahan permeabilitas membrane sel yang memungkinkan pergerakan ion-ion melalui membrane tersebut. Dengan masuknya ion-ion maka muatan listrik sepanjang membrane ini mengalami perubahan yang relative. Terdapat tiga macam ion yang mempunyai fungsi penting dalam elektrofisiologis sel yaitu kalium (K), natrium (Na), dan kalsium (Ca). Kalium lebih banyak terdapat di dalam sel, sedangkan kalsium dan kalium lebih banyak terdapat diluar sel. Dalam keadaan istirahat sel-sel otot jantung mempunyai muatan positif di bagian

luar sel dan muatan negative di bagian dalam sel. Ini dapat dibuktikan dengan galvanometer. Perbedaan muatan bagian luar dan bagian dalam sel disebut resting membrane potensial. Bila sel dirangsang akan terjadi perubahan muatan dalam sel menjadi positif, sedangkan di luar sel menjadi negative. Proses terjadinya perubahan muatan akibat rangsangan dinamakan depolarisasi. Setelah rangsangan sel berusaha kembali pada keadaan muatan semula proses ini dinamakan repolarisasi. Seluruh proses tersebut dinamakan aksi potensial. Aksi potensial terjadi disebabkan oleh rangsangan listrik, kimia, mekanik, dan termis. Aksi potensial dibagi dalam lima fase. a. Fase istirahat Bagian luar sel jantung bermuatan positif dan bagian dalam bermuatan negative (polarisasi). Membran sel lebih permeable terhadap kalium daripada natrium sehingga sebagian kecil kalium merembes ke luar sel. Dengan hilangnya kalium maka bagian dalam sel menjadi relative negative. b. Fase depolarisasi (cepat) Disebabkan oleh meningkatnya permeabilitas membrane terhadap natrium, sehingga natrium mengalir dari luar ke dalam. Akibatnya, muatan di dalam sel menjadi positif sedangkan diluar sel menjadi negative. c. Fase polarisasi parsial Segera setelah terjadi depolarisasi terdapat sedikit perubahan akibat masuknya kalsium ke dalam sel, sehingga muatan positif di dalam sel menjadi berkurang. d. Fase plato (keadaan stabil) Fase depolarisasi diikuti keadaan stabil yang agak lama sesuai dengan masa refraktor absolut dari miokard. Selama fase ini tidak terjadi perubahan muatan listrik. Terdapat keseimbangan antara ion positif yang masuk dan yang ke luar. Aliran kalsium dan natrium ke dalam sel perlahan-lahan diimbangi dengan keluarnya kalium dari dalam sel. e. Fase repolarisasi (cepat) Pada fase ini muatan kalsium dan natrium secara berangsur-angsur tidak mengalir lagi dan permeabilitas terhadap kalium sangat meningkat sehingga kalium keluar dari sel dengan cepat. Akibatnya muatan positif dalam sel menjadi sangat berkurang sehingga pada akhir muatan di dalam sel menjadi relative negative dan muatan di luar sel relative positif.

3. Mekanisme Jantung sebagai Pompa Pada tiap siklus jantung

terjadi systole dan diastole secara berurutan dan teratur dengan adanya katup jantung yang terbuka dan tertutup. Pada saat itu jantung dapat bekerja sebagai suatu pompa sehingga darah dapat beredar ke seluruh tubuh. Selama satu siklus kerja jantung terjadi perubahan tekanan di dalam rongga jantung sehingga terdapat perbedaan tekanan. Perbedaan ini menyebabkan darah mengalir dari rongga yang tekanannya lebih tinggi ke tekanan yang lebih rendah.

a. Fungsi atrium sebagai pompa Dalam keadaan normal darah mengalir terus dari vena-vena besar ke dalam atrium. Kira-kira 70% aliran ini langsung mengalir dari atrium ke ventrikel walaupun atrium belum berkontraksi. Kontraksi atrium mengadakan pengisian tambahan 30% karena atrium berfungsi hanya sebagai pompa primer yang meningkatkan efektivitas ventrikel sebagai pompa. Kira-kira 30% tambahan efektivitas, jantung terus dapat bekerja dengan sangat memuaskan dalam keadaan istirahat normal.

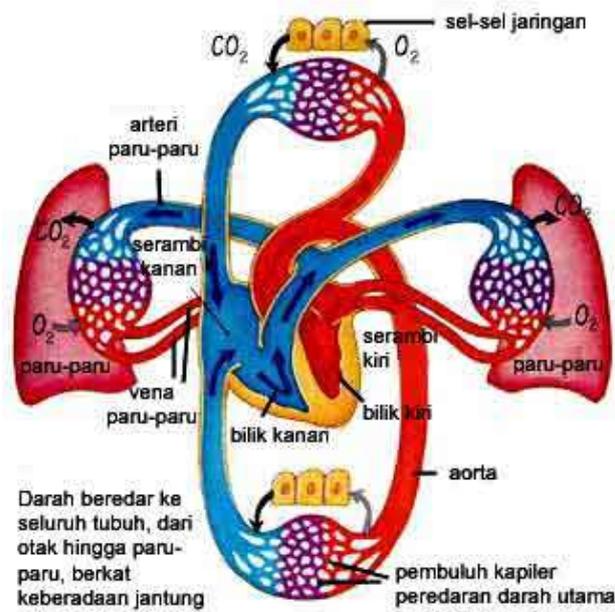
b. Fungsi ventrikel sebagai pompa

- 1) Pengisian ventrikel Selama systole ventrikel, sejumlah darah tertimbun dalam atrium karena katub atrium ke ventrikel tertutup. Tepat setelah sistolik berakhir tekanan ventrikel turun kembali sampai ke tekanan diastolic yang rendah. Tekanan pada atrium yang tinggi dengan segera mendorong katub antara atrium dan ventrikel membuka dan memungkinkan darah mengalir dengan cepat ke dalam ventrikel. Ini dinamakan periode pengisian cepat ventrikel. Periode pengisian berlangsung kira-kira 1/3 pertama diastolic. Selama 1/3 tengah diastolic darah sedikit mengalir ke ventrikel. Darah yang terus masuk ke dalam atrium dari vena-vena dan berjalan melalui atrium langsung ke ventrikel.
- 2) Pengosongan ventrikel selama systole Bila kontraksi ventrikel mulai, tekanan ventrikel meningkat dengan cepat, menyebabkan katub atrium dan ventrikel menutup. Diperlukan penambahan 0,02-0,03 detik bagi ventrikel untuk meningkatkan tekanan yang cukup untuk mendorong katup-katup semilunaris aorta dan semilunaris arteri pulmonalis, membuka melawan tekanan dalam aorta dan arteri pulmonalis. Selama periode ini terjadi kontraksi pada ventrikel tetapi tidak terjadi pengosongan. Periode ini

dinamakan periode kontraksi sistemik. 3) Periode ejeksi Bila tekanan ventrikel kiri meningkat sedikit di atas 80mmHg, tekanan ventrikel dekstra sedikit di atas 8 mmHg, tekanan ventrikel sekarang mendorong membuka katup semilunaris segera darah mulai dikeluarkan dari ventrikel. Sekitar 60% terjadi pengosongan selama $\frac{1}{4}$ pertama systole, dan 40% sisanya dikeluarkan selaa $\frac{2}{4}$ berikutnya, $\frac{3}{4}$ bagian systole ini dinamakan periode ejeksi. 4) Diastole Selama $\frac{1}{4}$ terakhir diastole ventrikel hampir tidak ada aliran darah dari vetrikel masuk ke arteri besar walaupun otot ventrikel tetap berkontraksi. 5) Periode Relaksasi Isometrik (isovolemik) Pada akhir systole relaksasi ventrikel mulai dengan tiba-tiba, mungkin tekanan dalam ventrikel turun dengan cepat. Peningkatan tekanan dalam arteri besar tiba-tiba mendorong darah kembali kea rah ventrikel, menimbulkan bunyi penutupan katup aorta dan pulmonal dengan keras selama 0,03-0,06 detik. Selanjutnya otot ventrikel relaksasi dan tekanan dalam ventrikel turun dengan cepat kembali ke tekanan diastole yang sangat rendah. Katup atrium dan ventrikel membuka mengawali siklus pompa ventrikel yang baru. Selama diastole, pengisian ventrikel dalam keadaan normal meningkatkan volume setiap ventrikel sekitar 120-130 ml. Volume ini dinamakan volume akhir diastolic. Pada waktu ventrikel kosong selama systole, volume berkurang kira-kira 70 ml, dinamakan isi sekuncup. Volume yang tersisa dalam tiap-tiap ventrikel sekitar 50-60 ml dinamakan volume akhir sistolik. Katup trikuspidalis dan katup bikuspidalis mencegah pengaliran balik darah dari ventrikel ke atrium selama systole. Katup semilunaris aorta dan katup semilunaris arteri pulmonalis mencegah alirab balik dari aorta dan arteri pulmonalis ke dalam ventrikel selama periode diastole. Semua katup ini membuka dan menutup secara pasif yaitu akan menutup bila selisih tekanan yang membalik mendorong darah kembali dan membuka bila selisih tekanan ke depan mendorong darah kea rah depan. Seseorang yang seang istirahat jantungnya memompakan darah 4-6 liter/menit, Dalam keadaan kerja berat mungkin diperlukan pemompaan darah sebanyak 5 kali dari jumlah tersebut.

Dua cara dasar pengaturan kerja pemompaan jantung. a. Autoregulasi intrinsic pemompaan akibat perubahan volume darah yang mengalir ke dalam jantung. Hukum Frank dan Starling: Makin banyak jantung terisi selama diastole makin besar jumlah darah dipompakan ke dalam aorta. Dalam batas fisiologis, jantung memompakan semua darah yang masuk ke dalam jantung tanpa mungkin terjadinya bendungan darah yang berlebihan dalam vena. Bila ventrikel terisi oleh tekanan atrium yang lebih tinggi kekuatan kontraksi jantung meningkat, menyebabkan jantung memompakan darah dalam jumlah yang lebih besar ke dalam arteri. b. Refleksi yang mengawasi kecepatan dan kekuatan kontraksi jantung melalui saraf otonom. Saraf ini memengaruhi daya pompa jantung melalui dua cara, yaitu dengan mengubah frekuensi jantung dan mengubah kekuatan kontraksi jantung. 4. Sistem Konduksi Sistem konduksi jantung meliputi : a. Sinoatrial node (SA node) Suatu tumpukan jaringan neuromuscular yang kecil berada di dalam dinding atrium kanan di ujung krista terminalis. Nodus ini merupakan pendahuluan dari kontraksi jantung. Dari sini impuls diteruskan ke atrioventrikuler node. b. Atrioventrikuler node (AV node) Susunannya sama seperti sinoatrial node, berada di dalam septum atrium dekat muara sinus koronari. Impuls-impuls diteruskan ke bundle atrioventrikuler melalui berkas Wenkebach. c. Bundel atrioventrikular Mulai dari bundel AV berjalan ke arah depan pada tepi posterior dan tepi bawah pars membranosa septum interventrikulare. Pada bagian cincin yang terdapat antara atrium dan ventrikel disebut anulus fibrosus rangsangan terhenti 1/10 detik, selanjutnya menuju apeks kordis dan bercabang dua : 1) Pars septalis dekstra : Melanjut ke arah bundel AV di dalam pars muskularis septum interventrikular menuju ke dinding depan ventrikel dekstra. 2) Pars septalis sinistra : Berjalan di antara pars membranosa dan pars muskularis sampai di sisi kiri septum interventrikularis menuju basis M. papilaris inferior ventrikel sinistra. Serabut-serabut pars septialis kemudian bercabang-cabang menjadi serabut terminal (serabut Purkinje). d. Serabut penghubung terminal (serabut

purkinje): anyaman yang berada pada endocardium menyebar pada kedua ventrikel. Jantung mendapat persarafan dari cabang simpatis dan parasimpatis dari susunan saraf otonom. Sistem simpatis menggiatkan kerja jantung sedangkan system parasimpatis bersifat menghambat kerja jantung. Perangsangan simpatis jantung mempunyai efek mempercepat denyut jantung sehingga menyebabkan takikardia dan daya kontraksi jantung menjadi lebih kuat terutama kontraksi miokardium ventrikel. Setiap kerja jantung diatur dan disesuaikan dengan kebutuhan melalui pengendalian persarafan. Pada keadaan istirahat pengaruh nervus vagus lebih besar dari nervus simpatikus. Waktu kerja otot atau stress tonus simpatis meningkat dan tonus vagus menurun. Pengaturan jantung oleh persarafan terjadi secara refleksi. Untuk terjadinya refleksi diperlukan stimulus dan lengkung refleksi sehingga memungkinkan terjadinya jawaban dalam bentuk menggiatkan atau menghambat kerja jantung. Pada refleks sinus karotikus rangsangannya mengubah tekanan darah. Bila tekanan darah meningkat, maka kerja jantung akan dihambat oleh peningkatan tonus parasimpatikus dan penurunan tonus simpatikus. Sebaliknya bila tekanan darah rendah akan terjadi penggiatan kerja jantung melalui peningkatan tonus simpatikus dan penurunan tonus vagus. Pengaruh oksigen dan karbon dioksida terhadap jantung sukar dinilai dari hasil percobaan, karena zat ini secara langsung atau melalui refleksi juga memengaruhi pembuluh darah dan kerja jantung.



5. Pembuluh Darah Arteri, Vena, dan Sistem Kapiler

a. Arteri Arteri atau pembuluh darah nadi merupakan pembuluh darah yang keluar dari jantung yang membawa darah ke seluruh tubuh dan alat tubuh. Pembuluh darah yang paling besar keluar dari ventrikel sinistra, disebut aorta. Arteri mempunyai dinding yang tebal dan kuat tetapi mempunyai sifat yang sangat elastis, terdiri dari tiga lapisan: 1) Tunika intima (interna): lapisan yang paling dalam, berhubungan dengan darah, terdiri dari lapisan endothelium dan jaringan fibrosa. 2) Tunika media: lapisan tengah yang terdiri dari jaringan otot polos sifatnya sangat elastis, mempunyai sedikit jaringan fibrosa, karena susunan otot tunika ini arteri dapat berkontraksi dan berdilatasi. 3) Tunika eksterna (adventitia): lapisan yang paling luar terdiri dari jaringan ikat gembur untuk memperkuat dinding arteri, jaringan fibrotic yang elastis. Arteri mendapat darah dari pembuluh darah halus yang mengalir di dalamnya, berfungsi memberi nutrisi pada pembuluh tersebut yang disebut vasa vasorum. Arteri dapat berkontraksi dan berdilatasi disebabkan pengaruh susunan saraf otonom.

b. Vena Pembuluh darah vena merupakan kebalikan dari pembuluh darah arteri yang membawa darah dari alat-alat tubuh masuk ke jantung. Bentuk dan susunannya hampir sama dengan arteri. Katup pada vena terdapat di sepanjang pembuluh darah untuk mencegah darah tidak

kembali lagi ke sela atau jaringan. Vena yang terbesar adalah vena pulmonalis. Vena mempunyai cabang yaitu venulus, selanjutnya menjadi kapiler. c. Sistem Kapiler Kapiler adalah pembuluh darah yang sangat kecil sehingga disebut juga pembuluh rambut. Pada umumnya kapiler-kapiler meliputi sel-sel jaringan karena secara langsung berhubungan dengan sel. Kapiler terdiri dari: 1) Kapiler arteri, tempat berakhirnya arteri. Makin kecil arteriol, makin hilang lapisan dinding dari arteri sehingga pada kapiler arteri lapisan dinding hanya menjadi satu lapisan yaitu lapisan endothelium. Lapisan yang sangat tipis ini memungkinkan cairan darah/limfe merembes keluar membentuk cairan jaringan, membawa air, mineral dan zat makanan melalui pertukaran gas antara pembuluh kapiler dengan jaringan sel. Kapiler juga menyediakan oksigen dan menyingkirkan karbondioksida. 2) Kapiler vena, lapisannya hampir sama dengan kapiler arteri. Fungsinya adalah membawa zat sisa yang tidak terpakai oleh jaringan sel berupa zat ekskresi dan karbondioksida. Darah dibawa keluar dari tubuh melalui venulus, vena dan seterusnya keluar tubuh melalui tiga proses yaitu pernapasan, keringat dan feses. Fungsi kapiler: 1) Sebagai penghubung antara pembuluh darah arteri dan vena. 2) Tempat terjadinya pertukaran zat antara darah dan cairan jaringan. 3) Mengambil hasil dari kelenjar. 4) Menyerap zat makanan yang terdapat dalam usus. 5) Menyaring darah yang terdapat di ginjal. Pintu masuk ke kapiler dilingkari oleh sfingter yang terbetuk dari otot polos. Bila sfingter ini terbuka, darah memasuki kapiler dan bila sfingter ini tertutup, darah langsung dari arteriole ke venulus dan tidak melalui kapiler. Tekanan darah pada kapiler arteri bekurang sampai 30 mmHg, sesampai di ujung kapiler vena menjadi 10 mmHg. Tekanan kapiler akan meningkatkan bila arteriole berdilatasi dan sfingter kapiler relaksasi, sehingga darah banyak masuk ke dalam kapiler. Kapiler membuka dan menutup dengan kecepatan 6-12 kali/menit. Relaksasi kapiler terjadi sebagai respons terhadap setiap peningkatan jumlah karbon dioksida dan asam laktat dalam darah atau penurunan yang terjadi pada kadar oksigen. Relaksasi tersebut menimbulkan

banyak darah mencapai jaringan bila terjadi peningkatan aktivitas metabolic. Sfingter kapiler yang menuju ke kulit berelaksasi sebagai respons terhadap peningkatan suhu tubuh dan peningkatan sirkulasi melalui kapiler karena turunnya suhu tubuh. Mekanisme pergeseran cairan kapiler mengatur tekanan darah. Di samping mekanisme saraf dan hormonal untuk mengatur tekanan arteri dengan cepat, mekanisme intrinsic dari sirkulasi juga membantu mengatur tekanan arteri. Biasanya mekanisme pergeseran cairan kapiler mulai bekerja dalam beberapa menit dan berfungsi penuh dalam beberapa jam. Ini merupakan mekanisme perpindahan cairan kapiler yaitu perubahan tekanan arteri disertai dengan perubahan tekanan kapiler yang menyebabkan cairan mulai bergerak melintasi membrane kapiler diantara darah dengan ruangan cairan interstisial. Jika tekanan arteri naik terlalu tinggi mengakibatkan hilangnya cairan melalui kapiler ke dalam ruangan interstisial, menyebabkan volume darah turun. Dengan demikian tekanan arteri kembali normal. Sebaliknya bila tekanan turun terlalu rendah, cairan diabsorpsi ke dalam darah dan peningkatan volume cairan akan menaikkan kembali tekanan menjadi normal.

6. Tekanan Darah dan Sistem Regulasi

Selisih antara tekanan sistolik dan diastolic disebut tekanan (pulse pressure). Misalnya, tekanan sistolik 120 mmHg dan tekanan diastolic 80 mmHg, maka tekanan nadi sama dengan 40 mmHg. Tekanan darah umumnya tidak selalu tetap, berubah dari waktu ke waktu sesuai dengan keadaan kesehatan. Tekanan nadi juga akan berubah selaras dengan perubahan tekanan darah seseorang. Perubahan tekanan nadi dipengaruhi oleh factor yang memengaruhi tekanan darah. Misalnya, pengaruh usia dan penyakit arteriosclerosis. Pada keadaan arteriosclerosis elastisitas pembuluh darah berkurang dan bahkan menghilang sama sekali, sehingga tekanan nadi meningkat. Tekanan darah sangat penting dalam system sirkulasi darah dan selalu diperlukan untuk daya dorong mengalirkan darah di dalam arteri, arteriola, kapiler dan system vena sehingga terbentuk aliran darah yang menetap. Jantung bekerja sebagai pemompa darah dapat memindahkan

darah dari pembuluh vena ke pembuluh arteri pada system sirkulasi tertutup. Aktivitas pompa jantung berlangsung dengan cara mengadakan kontraksi dan relaksasi, sehingga menimbulkan perubahan tekanan darah dalam system sirkulasi. Pada perekaman tekanan di dalam siste arteri, tampak kenaikan tekanan arteri sampai pada puncaknya sekitar 120 mmHg. Tekanan ini disebut tekanan systole, kenaikan ini menyebabkan aorta mengalami distensi sehingga tekanan di dalamnya turun sedikit. Pada saat diastole, ventrikel tekanan aorta cenderung menurun sampai dengan 80 mmHg. Tekanan ini dalam pemeriksaan disebut dengan tekanan diastolic. Dengan adanya perubahan ini pada siklus jantung, inilah yang menyebabkan terjadinya aliran darah di dalam system sirkulasi tertutup pada tubuh manusia. Pusat pengawasan dan pengaturan perubahan tekanan darah:

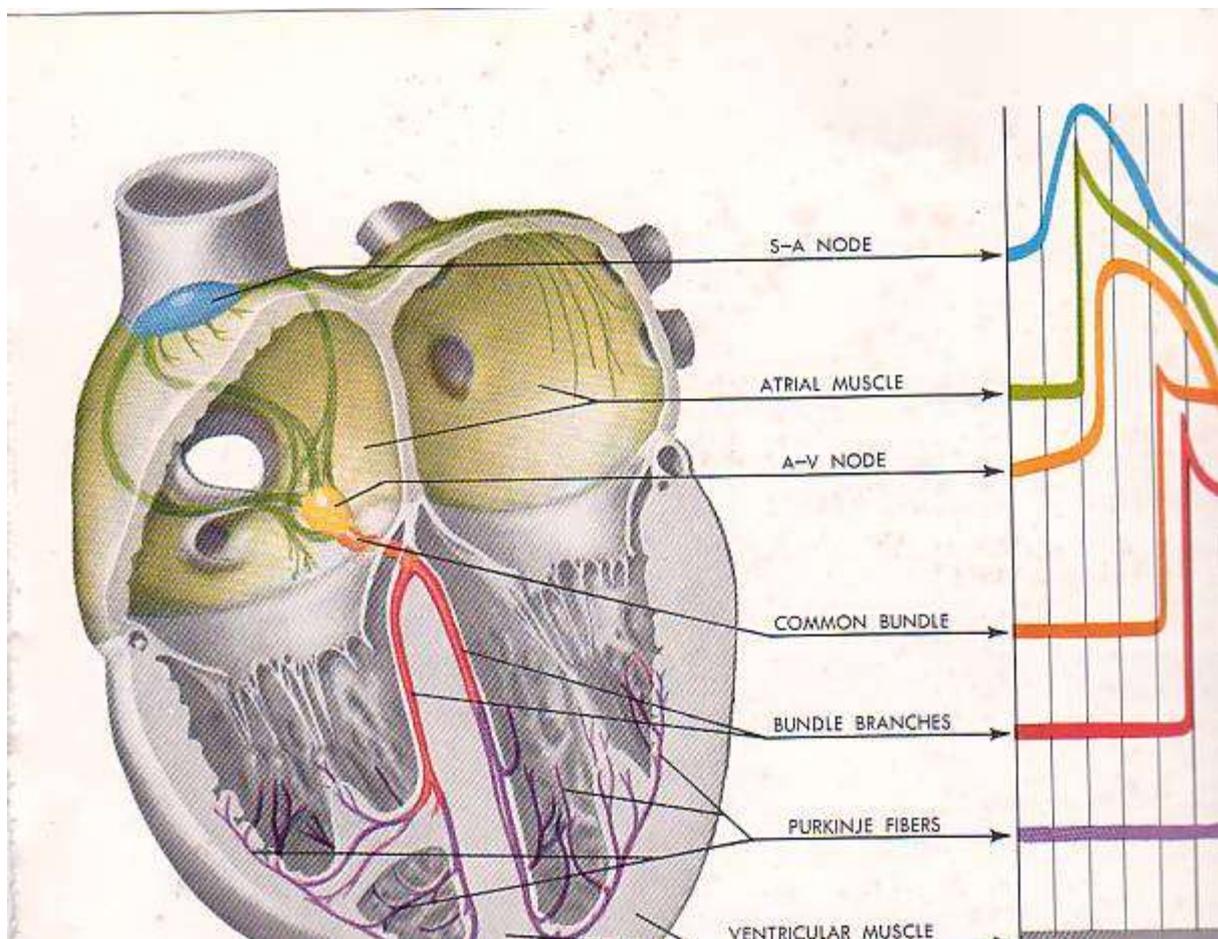
1. System saraf: terdiri dari pusat-pusat yang terdapat di batang otak (misalnya pusat vasomotor), di luar susunan saraf pusat (misalnya baroreseptor) dan sistemik.
2. System humoral atau kimia: berlangsung local atau sistemik. Misalnya, renin-angiotensin, vasopressin, epinefrin, asetilkolin, serotonin, adenosine kalsium, magnesium, hydrogen dan valium.
3. System hemodinamik, lebih banyak dipengaruhi oleh volume darah, susunan kapiler, perubahan tekanan osmotik, dan hidrostatis bagian luar dan dalam system vaskuler. Pusat pengendalian tekanan dara yang terdapat pada duapertiga proksimal medulla oblongata dan sepertiga distal pons, pusat vasomotor bertanggung jawab atas vasokonstriksi pembuluh darah. Jantung selalu berdenyut otomatis karena sel-selnya memiliki potensial istirahat yang labil . impuls atau rangsangan selalu terjadi dan dikirim melalui jalur saraf di medulla spinalis dan melalui saraf simpatis menuju keo organ yang dipeliharanya, seperti jantung dan pembuluh darah.

C. Biofisika pada Sistem Kardiovaskuler

1. Listrik Jantung Jantung sebenarnya tergantung dalam suatu medium konduktif. Bila satu bagian ventrikel menjadi elektronegatif bila dibandingkan dengan sisanya, arus listrik mengalir dari daerah berdepolarisasi ke daerah berpolarisasi dalam jalur memutar besar. Selama

siswa siklus depolarisasi arus listrik terus mengalir dalam arah dari basis jantung menuju ke apeks, sewaktu impuls menyebar dari permukaan endokardial ke luar melalui otot ventrikel. Dalam membuat perekaman elektrokardiografik, digunakan bermacam-macam posisi standar untuk penempatan elektroda dan positif atau negatifnya polaritas rekaman selama setiap siklus jantung ditentukan oleh orientasi elektroda dengan mengingat aliran arus di dalam jantung . beberapa sistem elektroda konvensional yang biasanya disebut sandapan elektrokardiografik. 2. Konduksi Jantung Di dalam otot jantung terdapat jaringan khusus yang menghantarkan aliran listrik. Jaringan tersebut mempunyai sifat-sifat yang khusus,yaitu : a. Otomatisasi,kemampuan untuk menimbulkan impuls secara spontan. b. Irama,kemampuan membentuk impuls yang teratur.

Sistem Konduksi .



c. Daya konduksi, kemampuan untuk menyalurkan impuls. d. Daya rangsang, kemampuan untuk bereaksi terhadap rangsang. Berdasarkan sifat-sifat tersebut di atas, maka secara spontan dan teratur jantung akan menghasilkan impuls-impuls yang di salurkan melalui sistem hantaran untuk merangsang otot jantung dan bisa menimbulkan kontraksi otot. Perjalanan impuls di mulai dari nodus SA ke nodus AV, sampai ke serabut purkinje. Di dinding atrium kanan terdapat nodus sinoatrial (SA). Sel-sel dari nodus SA memiliki otomatisasi. Karena nodus SA secara normal melepaskan impuls dengan kecepatan lebih cepat dari pada sel jantung lain dengan otomatisasi 60-100 denyut/menit. Jaringan khusus ini bekerja sebagai pemacu jantung normal. Pada bagian bawah septum interatrial terdapat nodus atrioventrikuler (AV). Jaringan ini bekerja untuk menghantarkan, memperlambat, potensial aksi atrial sebelum ia mengirimnya ke ventrikel. Potensial aksi mencapai nodus AV pada waktu yang berbeda. Nodus AV memperlambat hantaran dari potensial aksi ini sampai semua potensial aksi telah di keluarkan atrium dan memasuki nodus AV. Setelah sedikit perlambatan ini, nodus AV melampau potensial aksi sekaligus, ke jaringan konduksi ventrikular, memungkinkan kontraksi simultan semua sel ventrikel. Perlambatan nodus AV ini juga memungkinkan waktu untuk atrium secara penuh mengejeksi kelebihan darahnya ke dalam ventrikel, sebagai persiapan untuk sistole ventrikel. Dari nodus AV, impuls berjalan ke berkas his di septum interventrikular ke cabang berkas kanan dan kiri, dan kemudian melalui satu dari beberapa serat purkinje ke jaringan miokard ventrikel itu sendiri. Potensial aksi dapat melintasi jaringan penghantar 3-7 kali lebih cepat dari pada melalui miokard ventrikel. Maka berkas, cabang dan serabut purkinje dapat mendekati kontraksi simultan dari semua bagian ventrikel, sehingga memungkinkan terjadinya penyatuan kerja pompa maksimal.

3. Viskositas Pembuluh Jantung Tahanan terhadap aliran darah ditentukan tidak hanya oleh jari-jari pembuluh darah tetapi juga oleh viskositas darah. Plasma kira-kira 1,8 kali lebih kental dibanding air,

sedangkan darah 3-4 kali lebih kental dibanding air. Jadi viskositas bergantung sebagian besar pada hematokrit yaitu persentase volume darah yang ditempati oleh sel darah merah. Efek viskositas in vivo menyimpang dari yang diperkirakan oleh rumus Poiseuille-Hagen. Di pembuluh besar, peningkatan hematokrit menyebabkan peningkatan viskositas yang cukup besar. Namun di pembuluh yang diameter lebih kecil, yaitu di arteriol, kapiler dan venula, viskositas berubah lebih sedikit per satuan perubahan hematokrit dibandingkan perubahan viskositas di pembuluh besar. Hal ini karena perbedaan pada sifat aliran yang melalui pembuluh kecil. Oleh sebab itu perubahan nettoviskositas persatuan perubahan hematokrit jauh lebih kecil di tubuh dibandingkan perubahannya secara invitro. Hal inilah yang menyebabkan mengapa perubahan hematokrit memiliki pengaruh yang relatif kecil pada tahanan perifer kecuali pada perubahan tersebut besar. Pada polisitemia berat, peningkatan tahanan jelas meningkatkan kerja jantung. Sebaliknya, pada anemia, tahanan perifer menurun, sebagai akibat penurunan viskositas. Tentu saja penurunan hemoglobin menurunkan kemampuan darah mengangkut O₂, tetapi perbaikan aliran darah viskositas relatif.

D. Biokimia pada Sistem Kardiovaskuler 1. Struktur dan Fungsi Enzim Analisa enzim jantung dalam plasma merupakan bagian dari profil diagnostic, yang meliputi riwayat, gejala, dan elektrokardiogram, untuk mendiagnosa infark miokard. Enzim dilepaskan dari sel bila sel mengalami cedera dan membrannya pecah. Kebanyakan enzim tidak spesifik dalam hubungannya dengan organ tertentu yang rusak. Namun berbagai isoenzim hanya dihasilkan oleh sel miokardium dan dilepaskan bila sel mengalami kerusakan akibat hipoksia lama dan mengakibatkan infark. Isoenzim bocor ke rongga interstisial miokardium dan kemudian di angkut ke peredaran darah umum oleh system limfa dan peredaran koronaria, mengakibatkan peningkatan kadar dalam darah. Karena enzim yang berbeda dilepaskan ke dalam darah pada periode yang berbeda setelah infark miokard, maka sangat penting mengevaluasi kadar enzim yang dihubungkan dengan waktu awitan

nyeri dada atau gejala lainnya. Kreatinin kinase (CK) dan isoenzimnya (CK-MB) adalah enzim paling spesifik yang di analisa untuk mendiagnosa infark jantung akut, dan merupakan enzim pertama yang meningkat. Laktat dehidrogenase (LDH) dan isoenzimnya juga perlu diperiksa pada pasien yang datang terlambat berobat, karena kadarnya baru meningkat dan mencapai puncaknya pada 2-3 hari, jauh lebih lambat dibandingkan CK. Enzim umumnya merupakan protein globular dan ukurannya berkisar dari hanya 62 asam amino pada monomer 4-oksalokrotonat tautomerase, sampai dengan lebih dari 2.500 residu pada asam lemak sintase. Terdapat pula sejumlah kecil katalis RNA, dengan yang paling umum merupakan ribosom; Jenis enzim ini dirujuk sebagai RNA-enzim ataupun ribozim. Aktivitas enzim ditentukan oleh struktur tiga dimensinya (struktur kuaterner). Walaupun struktur enzim menentukan fungsinya, prediksi aktivitas enzim baru yang hanya dilihat dari strukturnya adalah hal yang sangat sulit. Kebanyakan enzim berukuran lebih besar daripada substratnya, tetapi hanya sebagian kecil asam amino enzim (sekitar 3–4 asam amino) yang secara langsung terlibat dalam katalisis. Daerah yang mengandung residu katalitik yang akan mengikat substrat dan kemudian menjalani reaksi ini dikenal sebagai tapak aktif. Enzim juga dapat mengandung tapak yang mengikat kofaktor yang diperlukan untuk katalisis. Beberapa enzim juga memiliki tapak ikat untuk molekul kecil, yang sering kali merupakan produk langsung ataupun tak langsung dari reaksi yang dikatalisasi. Pengikatan ini dapat meningkatkan ataupun menurunkan aktivitas enzim. Dengan demikian ia berfungsi sebagai regulasi umpan balik. Sama seperti protein-protein lainnya, enzim merupakan rantai asam amino yang melipat. Tiap-tiap urutan asam amino menghasilkan struktur pelipatan dan sifat-sifat kimiawi yang khas. Rantai protein tunggal kadang-kadang dapat berkumpul bersama dan membentuk kompleks protein. Kebanyakan enzim dapat mengalami denaturasi (yakni terbuka dari lipatnya dan menjadi tidak aktif) oleh pemanasan ataupun denaturasi kimiawi. Tergantung pada jenis-jenis enzim,

denaturasi dapat bersifat reversibel maupun ireversibel. a. Kespesifikan Enzim biasanya sangat spesifik terhadap reaksi yang ia kataliskan maupun terhadap substrat yang terlibat dalam reaksi. Bentuk, muatan dan katakteristik hidrofilik/hidrofobik enzim dan substrat bertanggung jawab terhadap kespesifikan ini. Enzim juga dapat menunjukkan tingkat stereospesifitas, regioselektivitas, dan kemoselektivitas yang sangat tinggi. Beberapa enzim yang menunjukkan akurasi dan kespesifikan tertinggi terlibat dalam pengkopian dan pengekspresian genom. Enzim-enzim ini memiliki mekanisme “sistem pengecekan ulang”. Enzim seperti DNA polimerase mengatalisasi reaksi pada langkah pertama dan mengecek apakah produk reaksinya benar pada langkah kedua. Proses dwi-langkah ini menurunkan laju kesalahan dengan 1 kesalahan untuk setiap 100 juta reaksi pada polimerase mamalia. Mekanisme yang sama juga dapat ditemukan pada RNA polimerase, aminoasil tRNA sintetase dan ribosom. Beberapa enzim yang menghasilkan metabolit sekunder dikatakan sebagai “tidak pilih-pilih”, yakni bahwa ia dapat bekerja pada berbagai jenis substrat yang berbeda-beda. Diajukan bahwa kespesifikan substrat yang sangat luas ini sangat penting terhadap evolusi lintasan biosintetik yang baru. b. Model “lock & key” Enzim sangatlah spesifik. Pada tahun 1894, Emil Fischer mengajukan bahwa hal ini dikarenakan baik enzim dan substrat memiliki bentuk geometri yang saling memenuhi. Hal ini sering dirujuk sebagai model “Kunci dan Gembok”. Manakala model ini menjelaskan kespesifikan enzim, ia gagal dalam menjelaskan stabilisasi keadaan transisi yang dicapai oleh enzim. Model ini telah dibuktikan tidak akurat, dan model ketepatan induksi adalah yang sekarang paling banyak diterima.

2. Apoptosis, Injury Sel dan Adaptasi Sel Apoptosis (dari bahasa Yunani; apo = “dari” dan ptosis = “jatuh”) adalah mekanisme biologi yang merupakan salah satu jenis kematian sel terprogram. Apoptosis adalah suatu kematian sel yang sudah direncanakan sebelumnya. Apoptosis merupakan suatu bagian dari kehidupan; sel yang sudah tua atau rusak akan diprogram untuk mati untuk

kelangsungan hidup atau mempertahankan fungsionalitas suatu organ tertentu. Apoptosis berbeda dengan nekrosis. Apoptosis pada umumnya berlangsung seumur hidup dan bersifat menguntungkan bagi tubuh. Contohnya dari keuntungan apoptosis adalah pemisahan jari pada embrio. Apoptosis yang dialami oleh sel-sel yang terletak di antara jari menyebabkan masing-masing jari menjadi terpisah satu sama lain. Bila sel kehilangan kemampuan melakukan apoptosis maka sel tersebut dapat membelah secara tak terbatas dan akhirnya menjadi kanker. Apoptosis memiliki ciri morfologis yang khas seperti blebbing membran plasma, pengerutan sel, kondensasi kromatin dan fragmentasi DNA, dan dimulai dengan enzim kaspase dari kelompok sisteina protease membentuk kompleks aktivasi protease multi sub-unit yang disebut apoptosom. Apoptosom disintesis di dalam sitoplasma setelah terjadi peningkatan permeabilitas membran mitokondria sisi luar dan pelepasan sitokrom c ke dalam sitoplasma, setelah terjadi interaksi antara membran ganda sardiolipin mitokondria dengan fosfolipid anionik yang memicu aktivitas peroksidase. Apoptosom merupakan kompleks protein yang terdiri dari sitokrom c, Apaf-1 dan prokaspase-9. Fungsi apoptosis :

- a. Berhubungan dengan kerusakan sel atau infeksi. Dimana terjadinya apoptosis ketika sel mengalami kerusakan yang sudah tidak dapat diperbaiki lagi. Keputusan untuk melakukan apoptosis berasal dari sel itu sendiri, dari jaringan yang mengelilinginya, atau dari sel yang berasal dari sistem imun.
- b. Sebagai respon stress atau kerusakan DNA

Kondisi yang mengakibatkan sel mengalami stress, misalnya kelaparan, atau kerusakan DNA akibat racun atau paparan terhadap ultraviolet atau radiasi (misalnya radiasi gamma atau sinar X), dapat menyebabkan sel memulai proses apoptosis

- 1) Sebagai upaya menjaga kestabilan jumlah sel
- 2) Sebagai bagian dari pertumbuhan
- 3) Regulasi sistem imun

Sel B dan Sel T merupakan pelaku utama pertahanan tubuh terhadap zat asing yang dapat menginfeksi tubuh. "Sel T pembunuh" (killer T cells) menjadi aktif saat terpapar potongan-potongan protein yang

tidak sempurna (misalnya karena mutasi), atau terpapar antigen asing karena adanya infeksi virus. Setelah sel T menjadi aktif, sel-sel tersebut bermigrasi keluar dari lymph node, menemukan dan mengenali sel-sel yang tidak sempurna atau terinfeksi, dan membuat sel-sel tersebut melakukan kematian sel terprogram. Proses apoptosis secara morfologi : Sel yang mengalami apoptosis menunjukkan morfologi unik yang dapat dilihat menggunakan mikroskop a. Sel terlihat membulat. Hal itu terjadi karena struktur protein yang menyusun cytoskeleton mengalami pemotongan oleh peptidase yang dikenal sebagai caspase. Caspase diaktivasi oleh mekanisme sel itu sendiri. b. Kromatin mengalami degradasi awal dan kondensasi. c. Kromatin mengalami kondensasi lebih lanjut dan membentuk potongan-potongan padat pada membran inti. d. Membran inti terbelah-belah dan DNA yang berada didalamnya terpotong-potong. e. Lapisan dalam dari membran sel, yaitu lapisan lipid fosfatidilserina akan mencuat keluar dan dikenali oleh fagosit, dan kemudian sel mengalami fagositosis, atau f. Sel pecah menjadi beberapa bagian yang disebut badan apoptosis, yang kemudian difagositosis.

3. Nekrosis Sel a. Pengertian Nekrosis Nekrosis merupakan kematian sel sebagai akibat dari adanya kerusakan sel akut atau trauma (misalnya: kekurangan oksigen, perubahan suhu yang ekstrem, dan cedera mekanis), dimana kematian sel tersebut terjadi secara tidak terkontrol yang dapat menyebabkan rusaknya sel, adanya respon peradangan dan sangat berpotensi menyebabkan masalah kesehatan yang serius. Stimulus yang terlalu berat dan berlangsung lama serta melebihi kapasitas adaptif sel akan menyebabkan kematian sel di mana sel tidak mampu lagi mengompensasi tuntutan perubahan. Sekelompok sel yang mengalami kematian dapat dikenali dengan adanya enzim-enzim lisis yang melarutkan berbagai unsur sel serta timbulnya peradangan. Leukosit akan membantu mencerna sel-sel yang mati dan selanjutnya mulai terjadi perubahan-perubahan secara morfologis. Nekrosis biasanya disebabkan karena stimulus yang bersifat patologis. Selain karena stimulus patologis, kematian sel juga dapat terjadi

melalui mekanisme kematian sel yang sudah terprogram di mana setelah mencapai masa hidup tertentu maka sel akan mati. Mekanisme ini disebut apoptosis, sel akan menghancurkan dirinya sendiri (bunuh diri/suicide), tetapi apoptosis dapat juga dipicu oleh keadaan iskemia.

b. Jenis-jenis Nekrosis

Ada tujuh khas morfologi pola nekrosis :

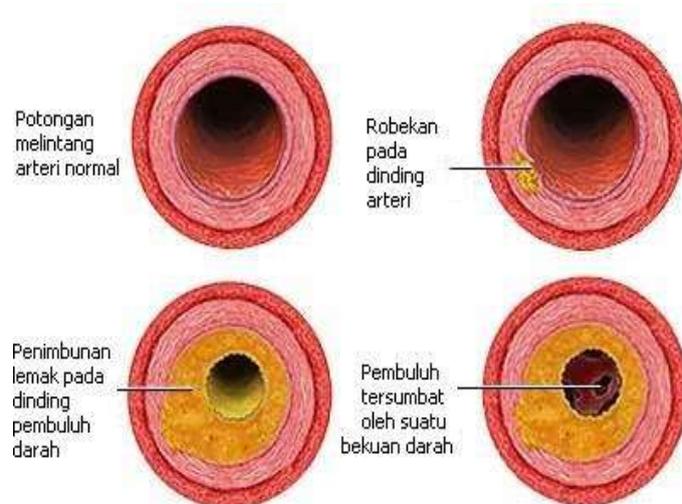
- 1) Liquefactive nekrosis (atau nekrosis colliquative) biasanya berhubungan dengan kerusakan seluler dan nanah formasi (misalnya pneumonia). Ini khas infeksi bakteri atau jamur, kadang-kadang, karena kemampuan mereka untuk merangsang reaksi inflamasi. Iskemia (pembatasan pasokan darah) di otak menghasilkan liquefactive, bukan nekrosis coagulative karena tidak adanya dukungan substansial stroma.
- 2) Gummatous nekrosis terbatas pada nekrosis yang melibatkan spirochaetal infeksi (misalnya sifilis).
- 3) Dengue nekrosis adalah karena penyumbatan pada drainase vena dari suatu organ atau jaringan (misalnya, dalam torsion testis).
- 4) Nekrosis Caseous adalah bentuk spesifik dari nekrosis koagulasi biasanya disebabkan oleh mikobakter (misalnya tuberkulosis), jamur, dan beberapa zat asing. Hal ini dapat dianggap sebagai kombinasi dari nekrosis coagulative dan liquefactive.
- 5) Lemak nekrosis hasil dari tindakan lipase di jaringan lemak (misalnya, pankreatitis akut, payudara nekrosis jaringan).
- 6) Nekrosis fibrinoid disebabkan oleh kekebalan yang diperantarai vaskular kerusakan. Hal ini ditandai dengan deposisi fibrin seperti protein bahan di arteri dinding, yang muncul buram dan eosinofilik pada mikroskop cahaya.

c. Penyebab Nekrosis

- 1) Iskemia Iskemia dapat terjadi karena perbekalan (supply) oksigen dan makanan untuk suatu alat tubuh terputus. Iskemia terjadi pada infark, yaitu kematian jaringan akibat penyumbatan pembuluh darah. Penyumbatan dapat terjadi akibat pembentukan trombus. Penyumbatan mengakibatkan anoxia. Nekrosis terutama terjadi apabila daerah yang terkena tidak mendapat pertolongan sirkulasi kolateral. Nekrosis lebih mudah terjadi pada jaringan-jaringan yang bersifat rentan terhadap anoxia. Jaringan yang sangat rentan terhadap anoxia ialah otak.
- 2) Agens biologic Toksin bakteri dapat mengakibatkan kerusakan

dinding pembuluh darah dan trombosis. Toksin ini biasanya berasal dari bakteri-bakteri yang virulen, baik endo maupun eksotoksin. Bila toksin kurang keras, biasanya hanya mengakibatkan radang. Virus dan parasit dapat mengeluarkan berbagai enzim dan toksin, yang secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi jaringan, sehingga timbul nekrosis. 3) Agens kimia Dapat eksogen maupun endogen. Meskipun zat kimia merupakan juga merupakan juga zat yang biasa terdapat pada tubuh, seperti natrium dan glukose, tapi kalau konsentrasinya tinggi dapat menimbulkan nekrosis akibat gangguan keseimbangan kosmotik sel. Beberapa zat tertentu dalam konsentrasi yang rendah sudah dapat merupakan racun dan mematikan sel, sedang yang lain baru menimbulkan kerusakan jaringan bila konsentrasinya tinggi. 4) Agens fisik Trauma, suhu yang sangat ekstrem, baik panas maupun dingin, tenaga listrik, cahaya matahari, tenaga radiasi. Kerusakan sel dapat terjadi karena timbul kerusakan potoplasma akibat ionisasi atau tenaga fisik, sehingga timbul kekacauan tata kimia potoplasma dan inti. 5) Kerentanan (hypersensitivity) Kerentanan jaringan dapat timbul spontan atau secara didapat (acquired) dan menimbulkan reaksi imunologik..

Lapisan Dinding Pembuluh Darah



KASUS IX

SISTEM LIMPATIK DAN KEKEBALAN TUBUH

Sistem limfatik atau dikenal pula sebagai sistem getah bening adalah sekumpulan jaringan dan organ yang bekerja untuk mengalirkan limfa atau getah bening di dalam tubuh. Limfa melakukan sirkulasi ke seluruh tubuh mirip dengan cara kerja darah. Sistem limfatik terdiri dari beberapa organ yang memiliki fungsi masing-masing untuk mendukung kekebalan tubuh terhadap penyakit. Sistem getah bening mengumpulkan cairan, zat sisa, dan hal lainnya (seperti virus, bakteri, dan jamur) pada jaringan tubuh, di luar aliran darah. Ketika cairan mengalir, kelenjar getah bening menyaring bakteri, virus, dan zat asing lainnya. Lalu, cairan yang telah tersaring, garam, dan protein dikembalikan ke dalam peredaran darah.

Beberapa fungsi sistem limfatik bagi tubuh, antara lain: mengatur keseimbangan cairan tubuh, menyerap sebagian lemak makanan dalam usus dan melindungi tubuh dari zat asing yang mengganggu kekebalan tubuh

A. Struktur limfatik

Sistem yang terdiri dari pembuluh, sel, dan organ yang membawa kelebihan cairan interstisial ke dalam aliran darah dan filter patogen dari darah. Sistem limfatik memiliki 3 fungsi utama yaitu:

1. Mengalirkan kelebihan cairan interstitial

Pembuluh limfa mengalirkan kelebihan cairan interstitial (dari ruang antar sel pada jaringan) dan mengembalikannya ke dalam pembuluh darah

2. Mengangkut lipid

Pembuluh limfa mengangkut lipid dan vitamin yg larut dlm lipid (A, D, E, dan K) yang diserap oleh saluran gastrointestinal ke dalam darah

3. Menghasilkan respon imun

Jaringan limfatik mengawali respon yg sangat spesifik terhadap mikroba patogen tertentu atau sel-sel yg abnormal

Sistem limfatik terdiri dari:

1. Cairan limfa (=getah bening)

Cairan limfa (*lymph*) disebut juga getah bening

a. Komponen plasma darah tersaring melalui dinding kapiler darah

membentuk cairan interstitial.

- b. Cairan interstitial yg telah masuk ke dlm pembuluh limfa disebut cairan limfa (getah bening)
- c. Perbedaan utama antara cairan interstitial dan getah bening terletak pada lokasi tempatnya berada.

2. Pembuluh limfa dan kapiler limfa

a. Pembuluh limfa

Pembuluh limfa merupakan muara kapiler limfa. Kapiler-kapiler limfatik bergabung membentuk pembuluh limfa yg lebih besar (Strukturnya mirip seperti pembuluh vena, hanya dindingnya lebih tipis dan katupnya lebih banyak). Menyerupai vena kecil yang terdiri atas 3 lapis dan mempunyai katup pada lumen yang mencegah cairan limfa kembali ke jaringan kontraksi otot yang berdekatan juga mencegah limfa keluar dari pembuluh. Aliran cairan limfa bergerak melewati nodus limfa (organ sistem limfik yg mengandung massa sel B & sel T). Pembuluh limfa di kulit terletak di antara jaringan subkutan dan umumnya mengikuti rute aliran cairan pada pembuluh vena dan membentuk jaringan di sekitar pembuluh vena.

Pembuluh limfa terdapat di seluruh bagian tubuh, kecuali:

- 1) Jaringan avaskular (jaringan kartilago, epidermis, kornea mata)
- 2) Sistem saraf pusat
- 3) Sebagian limpa (*spleen*)
- 4) Sumsum tulang merah (*red bone marrow*)

b. Kapilerlimfa

- 1) Diameter kapiler limfa > Diameter kapiler darah, merupakan tempat pertama dari jaringan limfa
- 2) Hanya ada satu arah aliran (cairan interstitial dpt berdifusi melewati membran plasma sel-sel pada jaringan tp tidak dpt mengalir kembali ke arah sebaliknya).
- 3) Bagian ujung sel endotelium yg menyusun kapiler limfa, tersusun tumpang-tindih (*overlap*)
- 4) Terdapat sepanjang jaringan kapiler, *kecuali* di dalam sumsum tulang dan susunan saraf pusat, tulang, gigi, dan kornea mata
- 5) Ketika : $P_{\text{cairan interstitial}} > P_{\text{kapiler limfa}} \rightarrow$ sel-sel

endotelial akan merenggang sedikit → membentuk celah/katup terbuka → cairan interstitial masuk ke dlm pembuluh limfa

- 6) Ketika: Pkapiler limfa meningkat → sel-sel endotelial saling berdekatan → celah/katup tertutup → cairan limfa tidak dapat kembali ke cairan interstitial. Tekanan tsb mengakibatkan cairan limfa mulai mengalir dari kapiler limfa ke seluruh tubuh

3. Struktur dan organ yang mengandung jaringan limfatik

Organ limfatik terbagi menjadi 2 kelompok organ yang dipisahkan berdasarkan fungsinya yaitu: a. Organ limfatik primer: organ yg mengandung *stem cell* (membelah dan menjadi *immunocompetent* : mampu berperan dlm respon imun) Terdapat pada : sumsum tulang merah (*red bone marrow*) dan *thymus*. b. Organ limfatik sekunder: organ dan jaringan dimana banyak terjadi respon imun. Terdapat pada : nodus limfa, limfa dan nodul limfatik.

a. Thymus

Pada bayi, thymus berukuran besar ($\pm 70g$). Setelah pubertas, jaringan konektif dan jaringan adiposa digantikan dg jaringan thymus. Setelah dewasa, kelenjar mengalami pemberhentian pertumbuhan sehingga ukuran thymus hanya sekitar 3g. Pada bagian korteks terdapat sejumlah besar sel T, sel-sel dendrit, sel-sel epitel, dan makrofag. Sel T yg belum dewasa (*thymocyte*) bermigrasi dari sumsum tulang merah ke korteks thymus untuk selanjutnya berproliferasi dan menjadi matang. Selanjutnya sel T akan bermigrasi ke medulla. Sel-sel dendrit berperan dlm respon imun pada nodus limfa Sel-sel epitel memproduksi hormon yg berperan dlm pematangan sel T Makrofag membantu membersihkan sisa-sisa sel yg mati krn tdk berfungsi.

b. Bone Marrow

Red Bone Marrow : tempat terjadinya hematopoiesis → □ sel-sel imun
Yellow Bone Marrow : tempat penyimpanan energi, banyak sel lemak

c. Nodus Limfa

Nodus limfa berbentuk menyerupai kacang, terletak di sepanjang pembuluh limfa. Terdapat ± 600 nodus limfa, tersebar di seluruh

tubuh. Nodus limfa dikelilingi oleh kapsul (jaringan konektif padat) yg memanjang ke dalam nodus membentuk ruang-ruang di dalam nodus, disebut *trabeculae*. Trabeculae berfungsi sbg penyokong dan jalur bagi pembuluh darah menuju ke bagian dalam nodus.

d. Limfa (Spleen)

Limfa merupakan massa jaringan limfatik terbesar di seluruh tubuh. Terletak di bagian kiri hypocondriac antara perut dan diafragma. Limpa dikelilingi oleh kapsul

e. Nodul Lympatic (Lymphatic Follicles)

Kelompok sel limfatik yang diselubungi oleh matriks extra celluler. Bagian tengah disebut pusat benih (germinal center) yang berisi proliferasi limfosit B dan makrofag. Limfosit T terdapat diluar pusat benih. Berfungsi menyaring dan membunuh antigen

B. Nonspecific defenses

Imunitas bawaan sejak lahir, berupa komponen normal tubuh yang selalu ditemukan pada individu sehat, dan siap mencegah serta menyingkirkan dengan cepat antigen yang masuk ke dalam tubuh.

Tabel 1. Mekanisme pertahanan tubuh non spesifik dan spesifik

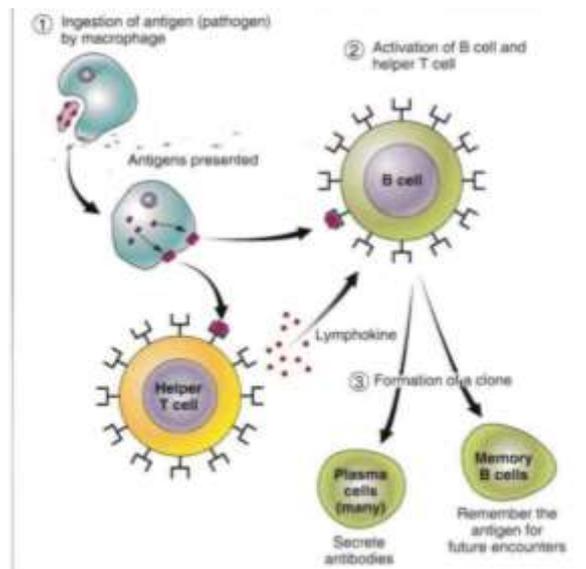
Mekanisme pertahanan nonspesifik		Mekanisme pertahanan spesifik
Pertahanan pertama	Pertahanan kedua	Pertahanan ketiga
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kulit ✓ Membran mukosa ✓ Rambut hidung dan silia ✓ Cairan sekresi dari kulit dan membrane mukosa 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Inflamasi ✓ Sel-sel fagosit ✓ Protein antimikroba 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Limfosit ✓ Antibodi

C. Antibody-Mediated Immunity

Langkah-langkah antibody- mediated immunity

1. Langkah 1: Makrofag mencerna dan mempresentasikan antigen ke

- permukaan; dipresentasikan ke sel B dan sel T helper
2. Langkah 2: antigen yang dipresentasikan berikatan dengan sel B dan sel T helper
 3. Langkah 3: Sel T helper mensekresikan limfokin yang merangsang sel B memproduksi sel plasma dan sel-B memory.
 - a. Sel plasma menghasilkan banyak antibodi
 - b. Sel B memori mengingat serangan antigen yang memungkinkan respon cepat terhadap serangan mendatang



Gambar 1. Antibody-Mediated Immunity

D. Cell-Mediated Immunity

Langkah-langkah cell-mediated immunity:

1. Langkah 1: antigen difagosit oleh makrofag ◊ dicerna ◊ didorong ke permukaan (presentasi antigen)
2. Langkah 2: sel T berikatan dengan antigen ◊ teraktivasi (aktivasi sel T)
3. Langkah 3: sel T yang teraktivasi membentuk sel T killer, sel T helper, sel T suppressor dan sel T memory
 - a. SelTkiller
 - 1) Menghancurkan antigen dengan dua mekanisme: Melubangi membran sel antigen dan Mensekresikan limfokin yang meningkatkan aktivitas fagositik
 - 2) Sel T killer ikut serta dalam perang sel-lawan-sel

b. SelThelper

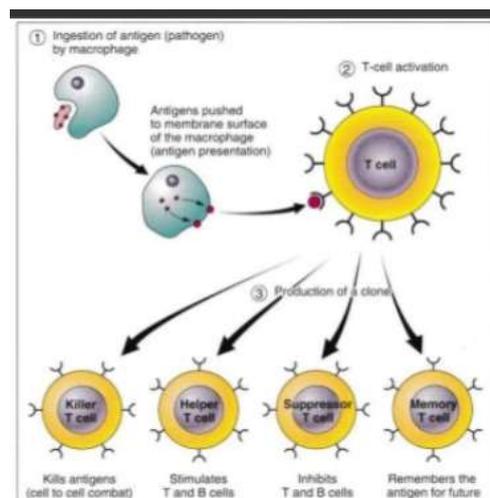
Mengeluarkan limfokin yang merangsang sel T dan sel B ◊ memperbaiki respon imun

c. SelTsuppressor

- 1) Menghambat atau menghentikan respon imun bila antigen sudah dihancurkan
- 2) Mengendalikan aktivitas sel B dan T

d. SelTmemory

- 1) Tidak terlibat dalam penghancuran antigen
- 2) “mengingat” serangan awal oleh antigen
- 3) Jika antigen tersebut menyerang kembali ◊ sel memori bereproduksi dengan cepat dan memungkinkan respon imun segera terjadi



Gambar 2. cell-mediated immunity

E. Reaksi penolakan transfuse

Studi di era tahun 1940-1950 menyatakan bahwa penolakan jaringan transplantasi merupakan fenomena imunologi karena memperlihatkan spesifitas dan memori serta dimediasi oleh sel limfosit. Pada respons imun terhadap transplantasi, sistem imun merespons bukan terhadap mikroba (seperti lazimnya), tetapi terhadap sel non-infeksius yang dianggap sebagai benda asing.

Pada transplantasi, respons imun merupakan penghalang keberhasilan transplantasi. Oleh karena itu, metode penekanan respons imun menjadi

tujuan dari ahli imunologi. Respons imun normal terhadap organ atau jaringan transplantasi yang berasal dari individu yang tidak kompatibel menyebabkan terjadinya penolakan transplantasi. Penolakan terjadi sebagai hasil reaksi radang yang merusak jaringan transplantasi. Sel imun dalam jaringan atau organ transplantasi dapat menyerang dan merusak jaringan hospes, menyebabkan terjadinya penyakit "*graft vs host*."

Antigen jaringan transplantasi sebagai benda asing diekspresikan pada hampir setiap sel yang ditransplantasi dari seorang ke orang lain, dan merupakan substansi khusus yang menginduksi respons imun terhadap sel jaringan transplantasi yang berbeda dari sel hospes. Pada tiap individu, semua sel T CD4⁺ dan sel T CD8⁺ terseleksi selama maturasi untuk mengenali peptida yang diekspresikan oleh molekul MHC hospes. Seleksi ini merupakan dasar dari "self MHC restriction" dari limfosit-T yang merupakan modal dasar dari sel T. Bila semua sel T dewasa terseleksi untuk hanya mengenali peptida yang diekspresikan oleh molekul MHC hospes, sel T seseorang akan mengenali antigen molekul MHC orang lain (alogenik) sebagai benda asing. Sel T dewasa dapat mengenali molekul MHC hospes yang mengekspresikan peptida asing karena adanya proses memori. Dengan demikian, pengenalan antigen MHC dari sel orang lain merupakan suatu respons imun yang sudah sangat diketahui sehingga alasan mengapa individu bereaksi melawan molekul MHC individu lain sudah dimengerti dengan baik.

Molekul MHC alogenk yang berisi peptida yang berasal dari sel alogenk tampak mirip dengan molekul MHC hospes yang berikatan dengan peptida asing dan pengenalan molekul MHC alogenk pada alograf merupakan contoh dari reaksi silang. Banyak klon sel T spesi \square k untuk peptida asing yang terikat pada molekul MHC hospes bereaksi silang dengan tiap molekul MHC alogenk asalkan molekul MHC alogenk tersebut menyerupai kompleks MHC *hostes* dengan peptida asingnya sehingga akibatnya banyak MHC sel T-spesi \square k untuk peptida antigen yang berbeda-beda dapat mengenali setiap molekul MHC alogenk.

Meskipun protein MHC merupakan antigen utama yang menstimulasi

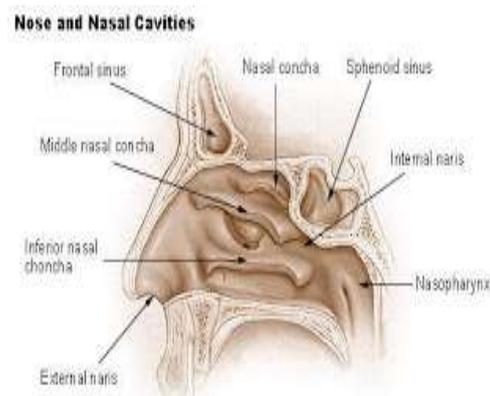
penolakan graf, protein polimorfik lainnya juga berperan dalam reaksi penolakan. Antigen Non-MHC yang dapat menginduksi penolakan graf disebut antigen histokompatibilitas minor yang umumnya merupakan bentuk allel dari protein normal sel yang berbeda antara donor dan resipien. Reaksi penolakan yang ditimbulkan oleh antigen histokompatibilitas minor umumnya tidak sekeras reaksi melawan protein MHC asing. Dua keadaan dimana antigen minor merupakan target penting penolakan adalah pada reaksi terhadap transfusi darah dan trans plantasi sumsum tulang

KASUS X

ANATOMI FISILOGI SISTEM PERNAFASAN

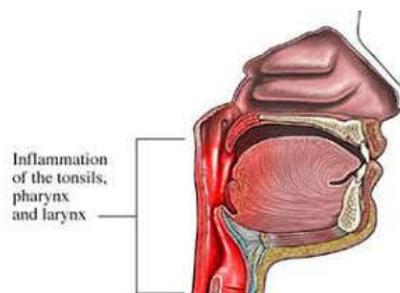
Saluran penghantar udara hingga mencapai paru-paru adalah hidung, farinx, larinx, trachea, bronkus, dan bronkiolus.

a. Hidung



Hidung merupakan alat pernapasan yang terletak di luar dan tersusun atas tulang rawan. Pada bagian ujung dan pangkal hidung ditunjang oleh tulang *nasalis*. Rongga hidung dibagi menjadi dua bagian oleh septum nasalis, yaitu bagian kiri dan kanan. Bagian depan septum ditunjang oleh tulang rawan, sedangkan bagian belakang ditunjang oleh tulang vomer dan tonjolan tulang ethmoid. Bagian bawah rongga hidung dibatasi oleh tulang palatum, dan maksila. Bagian atas dibatasi oleh ethmoid, bagian samping oleh tulang maksila, konka nasalis inferior, dan ethmoid sedangkan bagian tengah dibatasi oleh septum nasalis.

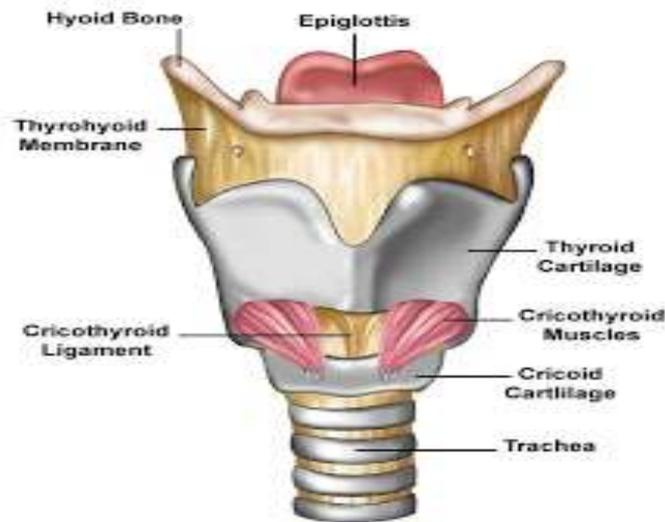
b. Faring



Faring merupakan percabangan 2 saluran, yaitu saluran pernapasan (*nasofaring*) pada bagian depan dan saluran pencernaan (*orofaring*) pada bagian belakang. Udara dari rongga hidung masuk ke faring. Faring berbentuk seperti tabung corong, terletak di

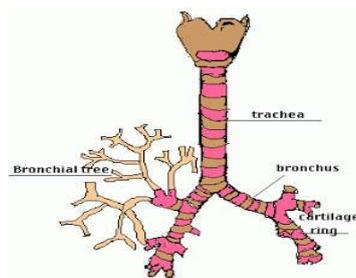
belakang rongga hidung dan mulut, dan tersusun dari otot rangka. Faring berfungsi sebagai jalannya udara dan makanan.

c. Laring



Laring tersusun atas kepingan tulang rawan yang membentuk jakun. Jakun tersebut tersusun oleh tulang lidah, katup tulang rawan, perisai tulang rawan, piala tulang rawan, dan gelang tulang rawan. Pangkal tenggorokan dapat ditutup oleh katup pangkal tenggorokan (*epiglottis*). Jika udara menuju tenggorokan, anak tekak melipat ke bawah, dan ketemu dengan katup pangkal tenggorokan sehingga membuka jalan udara ke tenggorokan. Saat menelan makanan, katup tersebut menutupi pangkal tenggorokan dan saat bernapas katup tersebut akan membuka.

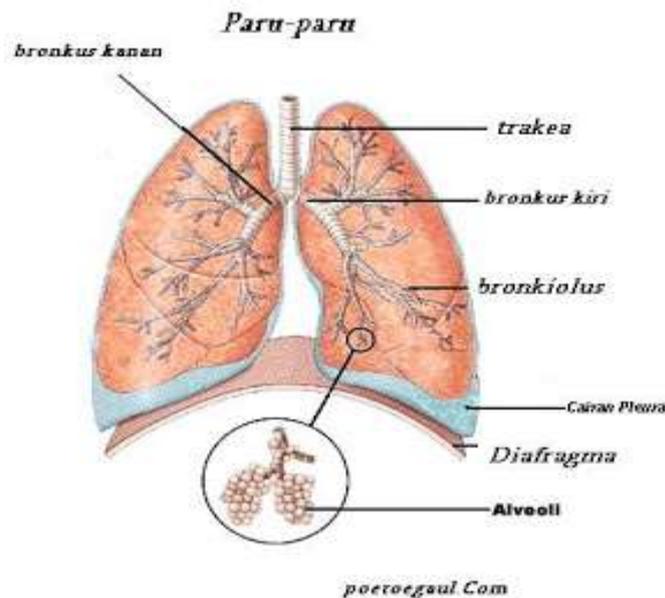
d. Trakea



Tenggorokan berupa pipa yang panjangnya ± 10 cm, terletak sebagian di leher dan sebagian di rongga dada. Dinding tenggorokan tipis dan kaku, dikelilingi oleh cincin

tulang rawan, dan pada bagian dalam rongga bersilia. Silia-silia ini berfungsi menyaring benda-benda asing yang masuk ke saluran pernapasan.

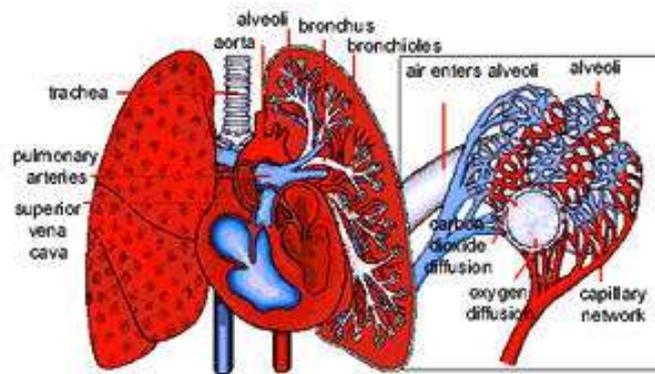
e. Bronkus



Bronkus tersusun atas percabangan, yaitu bronkus kanan dan kiri. Letak bronkus kanan dan kiri agak berbeda. Bronkus kanan lebih vertikal daripada kiri. Karena strukturnya ini, sehingga bronkus kanan akan mudah kemasukan benda asing. Itulah sebabnya paru-paru kanan seseorang lebih mudah terserang penyakit bronkhitis. Pada seseorang yang menderita asma bagian otot-otot bronkus ini berkontraksi sehingga akan menyempit. Hal ini dilakukan untuk mencegah masuknya lebih banyak benda asing yang menimbulkan reaksi alergi.

Akibatnya penderita akan mengalami sesak napas. Sedangkan pada penderita bronkitis, bagian bronkus ini akan tersumbat oleh lendir. Bronkus kemudian bercabang lagi sebanyak 20–25 kali percabangan membentuk *bronkiolus*. Pada ujung bronkiolus inilah tersusun alveolus yang berbentuk seperti buah anggur.

f. Paru-paru



Organ yang berperan penting dalam proses pernapasan adalah paru-paru. Paru-paru merupakan organ tubuh yang terletak pada rongga dada, tepatnya di atas sekat diafragma. **Diafragma** adalah sekat rongga badan yang membatasi rongga dada dan rongga perut. Paru-paru terdiri atas dua bagian, paru-paru kanan dan paru-paru kiri. Paru-paru kanan memiliki tiga gelambir yang berukuran lebih besar daripada paru-paru sebelah kiri yang memiliki dua gelambir. Paru-paru dibungkus oleh dua lapis selaput paru-paru yang disebut **pleura**. Semakin ke dalam, di dalam paru-paru akan ditemui gelembung halus kecil yang disebut **alveolus**. Jumlah alveolus pada paru-paru kurang lebih 300 juta buah. Adanya alveolus ini menjadikan permukaan paru-paru lebih luas. Diperkirakan, luas permukaan paru-paru sekitar 160 m². Dengan kata lain, paru-paru memiliki luas permukaan sekitar 100 kali lebih luas dari pada luas permukaan tubuh. Dinding alveolus mengandung kapiler darah. Oksigen yang terdapat pada alveolus berdifusi menembus dinding alveolus, lalu menembus dinding kapiler darah yang mengelilingi alveolus. Setelah itu, masuk ke dalam pembuluh darah dan diikat oleh hemoglobin yang terdapat di dalam sel darah merah sehingga terbentuk oksihemoglobin (HbO₂). Akhirnya, oksigen diedarkan oleh darah ke seluruh tubuh. Setelah sampai ke dalam sel-sel tubuh, oksigen dilepaskan sehingga oksihemoglobin kembali menjadi hemoglobin. Oksigen ini digunakan untuk oksidasi. Karbon dioksida yang dihasilkan dari respirasi sel diangkut oleh plasma darah melalui pembuluh darah menuju ke paru-paru. Sesampai di alveolus, CO₂ menembus dinding pembuluh darah dan dinding alveolus. Dari alveolus, karbondioksida akan disalurkan menuju hidung untuk dikeluarkan. Jadi proses pertukaran gas sebenarnya berlangsung di alveolus.

Mekanisme bernapas

Pernapasan manusia dibedakan atas pernapasan dada dan pernapasan perut. Pernapasan dada terjadi melalui fase inspirasi dan ekspirasi, demikian juga untuk pernapasan perut.

Mekanisme pernapasan dada

1. Fase Inspirasi pernapasan dada

Mekanisme inspirasi pernapasan dada sebagai berikut:

Otot antar tulang rusuk (muskulus intercostalis eksternal) berkontraksi --> tulang rusuk terangkat (posisi datar) --> Paru-paru mengembang --> tekanan udara dalam paru-paru menjadi lebih kecil dibandingkan tekanan udara luar --> udara luar masuk ke paru-paru

2. Fase ekspirasi pernapasan dada

Mekanisme ekspirasi pernapasan perut adalah sebagai berikut:

Otot antar tulang rusuk relaksasi --> tulang rusuk menurun --> paru-paru menyusut --> tekanan udara dalam paru-paru lebih besar dibandingkan dengan tekanan udara luar --> udara keluar dari paru-paru.

Mekanisme pernapasan perut

1. Fase inspirasi pernapasan perut

Mekanisme inspirasi pernapasan perut sebagai berikut:

sekat rongga dada (diafragma) berkontraksi --> posisi dari melengkung menjadi mendatar --> paru-paru mengembang --> tekanan udara dalam paru-paru lebih kecil dibandingkan tekanan udara luar --> udara masuk

2. Fase ekspirasi pernapasan perut

Mekanisme ekspirasi pernapasan perut sebagai berikut:

otot diafragma relaksasi --> posisi dari mendatar kembali melengkung --> paru-paru mengempis --> tekanan udara di paru-paru lebih besar dibandingkan tekanan udara luar --> udara keluar dari paru-paru.

Peran sistem pernapasan adalah untuk mengelola pertukaran oksigen dan karbon dioksida antara udara dan darah. Oksigen diperlukan oleh semua sel untuk menghasilkan sumber energi, adenosin trifosfat (ATP). Karbon dioksida dihasilkan oleh sel-sel yang secara metabolis aktif dan membentuk suatu asam yang harus dibuang dari tubuh. Untuk melakukan pertukaran gas, sistem kardiovaskuler dan sistem respirasi harus bekerjasama. Sistem kardiovaskuler bertanggung jawab untuk perfusi darah melalui paru. Sistem pernapasan melakukan dua fungsi terpisah: ventilasi dan respirasi.

KONSEP FISIOLOGIS

VENTILASI

Ventilasi mengacu kepada pergerakan udara dari atmosfer masuk dan keluar paru. Ventilasi berlangsung secara *bulk flow*. *Bulk flow* adalah perpindahan atau pergerakan gas atau cairan dari tekanan tinggi ke rendah.

FAKTOR YANG MEMPENGARUHI VENTILASI

Ventilasi ditentukan oleh variable-variabel dalam persamaan:

$$F = P / R$$

F: bulk flow udara.

P: Perbedaan tekanan antara atmosfer dan tempat pertukaran gas (alveolus).

R: Resistensi yang di timbulkan oleh saluran nafas.

TEKANAN

Tekanan alveolus bervariasi pada setiap inspirasi dan mendorong aliran udara. Pada awitan inspirasi rongga thoraks mengembang. Hal ini menyebabkan tekanan didalam alveolus lebih rendah dari pada tekanan atmosfer sehingga udara masuk ke dalam paru dari atmosfer. Pada akhir inspirasi rongga thorak melemas, sehingga tekanan didalam alveolus, yang terisi oleh udara inspirasi, memiliki tekanan lebih tinggi dari pada tekanan atmosfer. Udara kemudian mengalir keluar paru sesuai penurunan gradien tekanan.

RESISTENSI BRONKUS

Resistensi jalan nafas biasanya sangat rendah. Resistensi dapat meningkat pada keadaan-keadaan dimana otot polos bronkus berkonstriksi. Hal ini dapat menyebabkan penurunan aliran udara kedalam paru. Resistensi berbanding terbalik dengan jari-jari pangkat empat dari pembuluh. Dengan demikian, sewaktu saluran udara mengalami konstriksi, walaupun ringan, konstriksi terhadap aliran udara meningkat secara bermakna.

Resistensi bronkus ditentukan oleh persarafan otot polos bronkus oleh sistem simpatis dan parasimpatis.

PERSARAFAN BRONKUS

Persarafan para simpatis disalurkan ke otot polos bronkus melalui saraf vagus dan menyebabkan kontraksi atau penyempitan jalan nafas, sehingga terjadi peningkatan resistensi dan pengurangan aliran udara.

Persarafan simpatis otot polos bronkus terjadi melalui serat-serat saraf dari ganglion servikalis dan torakalis bagian atas dan menyebabkan relaksasi atau dilatasi bronkus. Hal ini menurunkan resistensi dan meningkatkan aliran udara.

KONTROL SARAF ATAS RESPIRASI

Ventilasi dikontrol oleh pusat pernapasan dibatang otak bagian bawah di daerah medula dan pons. Di medula, terdapat neuron-neuron inspirasi dan ekspirasi yang melepaskan muatan pada waktu-waktu yang berbeda dalam suatu pola kecepatan dan irama yang telah ditentukan sebelumnya. Neuron-neuron respirasi menjalankan respirasi dengan merangsang neuron-neuron motorik yang mempersarafi diafragma dan otot-otot antar iga.

NEURON MOTORIK YANG MENJALANKAN RESPIRASI

Neuron motorik utama yang mengontrol otot pernapasan adalah saraf frenikus. Apabila diaktifkan oleh neuron-neuron inspirasi pusat, maka saraf frenikus menyebabkan dada mengembang dan udara mulai mengalir dari atmosfer ke dalam paru. Hal ini disebut *inspirasi*. Seiring dengan berlanjutnya inspirasi, maka pelepasan muatan neuron-neuron inspirasi sentral melambat dan pelepasan muatan neuron-neuron ekspirasi melambat, sehingga aktivitas neuron motorik berhenti dan terjadi relaksasi diafragma dan otot antar iga. Dada kembali mengempis dan udara mengalir keluar paru. Aliran udara keluar dari paru adalah ekspirasi.

KEMORESEPTOR SENTRAL

Kemoreseptor sentral di otak berespons terhadap perubahan-perubahan konsentrasi ion hidrogen didalam cairan cerebrospinalis. Peningkatan konsentrasi ion hidrogen meningkatkan kecepatan pelepasan muatan kemoreseptor. Sebaliknya, penurunan konsentrasi ion hidrogen menurunkan kecepatan pelepasan muatan kemoreseptor. Informasi dari kemoreseptor sentral disalurkan ke pusat pernapasan di otak yang, sebagai responya, meningkatkan atau menurunkan kecepatan pernapasan. Konsentrasi ion hidrogen biasanya mencerminkan konsentrasi karbon dioksida. Dengan demikian, sewaktu kadar karbon dioksida meningkat, kadar ion hidrogen meningkat, dan kecepatan pelepasan muatan neuron-neuron inspirasi berkurang.

KEMORESEPTOR PERIFER

Kemoreseptor perifer terdapat diarteri karotis dan aorta dan memantau konsentrasi oksigen didalam darah arteri. Reseptor-reseptor ini, yang disebut barokarotis dan aorta, mengirim impuls mereka kepusat pernapasan di medulla dan pons terutama untuk meningkatkan kecepatan ventilasi sewaktu kadar oksigen rendah. Kemoreseptor ini kurang sensitiv daripada kemoreseptor sentral.

RESPIRASI

Respirasi mengacu kepada difusi gas antara alveolus dan kapiler yang *memperfusinya*. Respirasi berlangsung melalui difusi, yaitu perpindahan suatu gas sesuai penurunan gradien konsentrasinya.

KONSENTRASI OKSIGEN DAN KARBONDIOKSIDA DALAM ALVEOLUS DALAM KAPILER

Dalam keadaan normal konsentrasi oksigen didalam alveolus lebih tinggi daripada didalam kapiler paru. Konsentrasi oksigen alveolus mencerminkan oksigen atmosfer, sedangkan konsentrasi oksigen kapiler paru mencerminkan konsentrasi oksigen darah vena sistemik. Darah vena sistemik memiliki konsentrasi oksigen yang rendah karena merupakan darah yang kembali dari sirkulasi perifer dimana sebagian besar oksigen telah digunakan oleh sel-sel. Besar konsentrasi oksigen berbanding lurus dengan tekanan parsial dan biasanya dinyatakan dalam mmHg. Dalam keadaan normal, tekanan parsial oksigen adalah sekitar 100 mmHg didalam alveolus dan 40 mmHg di dalam kapiler paru pada ketinggian permukaan laut. Karena konsentrasi oksigen alveolus lebih besar daripada kapiler. Inilah cara bagaimana darah deoksigenasi mengalami oksigenasi melalui respirasi.

Karbon dioksida secara normal berdifusi dengan arah berlawanan. Di atmosfer konsentrasi karbon dioksida rendah sehingga konsentrasinya di alveolus juga rendah (40 mmHg). Darah kapiler paru mencerminkan darah vena sistemik. Karena karbondioksida adalah produk sisa metabolisme sel, maka konsentrasi karbondioksida di kapiler paru tinggi (46 mmHg).

Dengan demikian, di paru karbon dioksida akan berdifusi sesuai arah penurunan gradien konsentrasi, dari arah ke dalam alveolus tempat gas tersebut kemudian dikeluarkan.

Untuk mempertahankan kelangsungan hidup seluruh sel tubuh, diperlukan oksigen sebagai salah satu komponen gas dan unsur vital dalam proses metabolisme, yang diperoleh dengan proses pernafasan. Agar oksigen sampai ke tingkat sel ada beberapa sistem tubuh yang ikut terlibat didalamnya, mulai dari sistem respirasi, sistem

kardiovaskuler dan keadaan hematologis. Jika terjadi kekurangan oksigen yang ditandai dengan keadaan hipoksia, dalam beberapa menit dapat menyebabkan kematian jaringan bahkan dapat mengancam kehidupan. Dalam situasi seperti ini, diharapkan kompetensi perawat untuk segera mengatasi masalah ini. Dalam memberikan asuhan keperawatan tentang pemberian terapi oksigen, diperlukan dasar pengetahuan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi masuknya oksigen melalui proses respirasi, indikasi pemberian oksigen, cara pemberian oksigen, serta bahaya-bahayanya.

Kandungan oksigen di udara bebas (atmosfir) mengandung konsentrasi sebesar 21 %, melalui mekanisme ventilasi akan masuk ke alveoli kemudian terjadi proses pertukaran gas yang disebut proses difusi. Difusi adalah suatu perpindahan/ peralihan O₂ dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah dimana konsentrasi O₂ yang tinggi di alveoli akan beralih ke kapiler paru dan selanjutnya didistribusikan melalui darah dalam 2 (dua) bentuk yaitu :

1. 1,34 ml O₂ terikat dengan 1 gram Hemoglobin (Hb) dengan persentasi kejenuhan yang disebut dengan "Saturasi O₂" (SaO₂) .
2. 0,003 ml O₂ terlarut dalam 100 ml plasma pada tekanan parsial O₂ di arteri (PaO₂) 1 mmHg.

Kedua bentuk pengangkutan ini disebut sebagai kandungan O₂ atau "Oxygen Content" (CaO₂) dengan formulasi :

$$\mathbf{CaO_2 = (1,34 \times Hb \times SaO_2) + (0,003 \times PaO_2)}$$

Sedangkan banyaknya O₂ yang ditransportasikan dalam darah disebut dengan "Oxigen Delivery" (DO₂) dengan rumus :

$$\mathbf{DO_2 = (10 \times CaO_2) \times CO}$$

Selain faktor difusi dan pengangkutan O₂ dalam darah maka faktor masuknya O₂ kedalam alveoli yang disebut sebagai ventilasi alveolar.

Ventilasi Alveolar

Ventilasi alveolar merupakan salah satu bagian yang penting karena O₂ pada tingkat alveoli berperan utama dalam proses difusi. Besarnya ventilasi alveolar berbanding lurus

dengan banyaknya udara yang masuk keluar paru, laju nafas, udara dalam jalan nafas serta keadaan metabolik. Banyaknya udara keluar masuk paru dalam setiap kali bernafas disebut sebagai "Volume Tidal" (VT) yang bervariasi tergantung pada berat badan. Nilai VT normal pada orang dewasa berkisar 500 – 700 ml dengan menggunakan "Wright's Spirometer". Volume nafas yang berada di jalan nafas dan tidak ikut dalam pertukaran gas disebut sebagai "Dead Space" (VD) (Ruang Rugi) dengan nilai normal sekitar 150 – 180 ml yang terbagi atas tiga yaitu :

1. Anatomic Dead Space:

Anatomic Dead Space yaitu volume nafas yang berada di dalam mulut, hidung dan jalan

nafas yang tidak terlibat dalam pertukaran gas.

2. Alveolar Dead Space :

Alveolar Dead Space yaitu volume nafas yang telah berada di alveoli, akan tetapi tidak terjadi pertukaran gas yang dapat disebabkan karena di alveoli tersebut tidak ada suplai

darah. Dan atau udara yang ada di alveoli jauh lebih besar jumlahnya dari pada aliran darah

pada alveoli tersebut.

3. Physiologic Dead Space.

Ventilasi alveolar dapat diperoleh dari selisih volume Tidal dan ruang rugi, dikalikan laju

Nafas dalam 1 menit. Dengan rumus "

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

Sedangkan tekanan parsial O₂ di alveolar (PaO₂) diperoleh dari fraksi O₂ inspirasi (FiO₂) yaitu 20,9 % yang ada di udara, tekanan udara, tekanan uap air, tekanan parsial CO₂ di arteri (PaCO₂).

$$PaO_2 = FiO_2 (760 - 47) - (PaCO_2 : 0,8)$$

Demikian faktor-faktor yang mempengaruhi proses respirasi dimana respirasi tidak saja pertukaran gas pada tingkat paru (respirasi eksternal) tetapi juga pertukaran gas yang terjadi pada tingkat sel (respirasi internal).

Volume dan Kapasitas Paru

Volume paru dan kapasitas paru merupakan gambaran fungsi ventilasi sistem pernapasan. Dengan mengetahui besarnya volume dan kapasitas fungsi paru dapat diketahui besarnya kapasitas ventilasi maupun ada tidaknya kelainan fungsi paru. Alat yang dipakai untuk mengukur Volume dan kapasitas paru disebut : Spiro Ball atau Spirometri .



Gambar : A. Spiro Ball.

B. Spirometri .

Spirometri adalah salah satu tes fungsi paru terbaik dan paling sering digunakan oleh tim medis. Alat yang digunakan untuk melakukan tes spirometri disebut dengan spirometer. Spirometer merupakan suatu mesin yang mengukur seberapa baik fungsi paru Anda, mencatat hasilnya, dan menampilkannya dalam bentuk grafik. Indikasi Test spirometri adalah Asthma, bronchitis, COPD .

a. Volume Paru

Empat macam volume paru tersebut jika semuanya dijumlahkan, sama dengan volume maksimal paru yang mengembang atau disebut juga *total lung capacity*, dan arti dari masing-masing volume tersebut adalah sebagai berikut :

1. **Volume Tidal (TV)** , merupakan jumlah udara yang masuk ke dalam paru setiap kali inspirasi atau ekspirasi pada setiap pernapasan normal. Nilai rerata pada kondisi istirahat = 500 ml.

2. **Volume cadangan inspirasi** merupakan jumlah udara yang masih dapat masuk ke dalam paru pada inspirasi maksimal setelah inspirasi biasa dan diatas volume tidal, digunakan pada saat aktivitas fisik. Volume cadangan inspirasi dicapai dengan kontraksi maksimal diafragma,

musculus intercostalis eksternus dan otot inspirasi tambahan. Nilai rerata = 3000 ml.

3. **Volume cadangan ekspirasi** merupakan jumlah udara yang dapat dikeluarkan secara aktif dari dalam paru melalui kontraksi otot ekspirasi secara maksimal, setelah ekspirasi biasa. Nilai rerata = 1000 ml.

4. **Volume residual** merupakan udara yang masih tertinggal di dalam paru setelah ekspirasi maksimal. Volume ini tidak dapat diukur secara langsung menggunakan spirometri. Namun, volume ini dapat diukur secara tidak langsung melalui teknik pengenceran gas yang melibatkan inspirasi sejumlah gas tertentu yang tidak berbahaya seperti helium. Nilai rerata = 1200 ml.

b. Kapasitas Paru

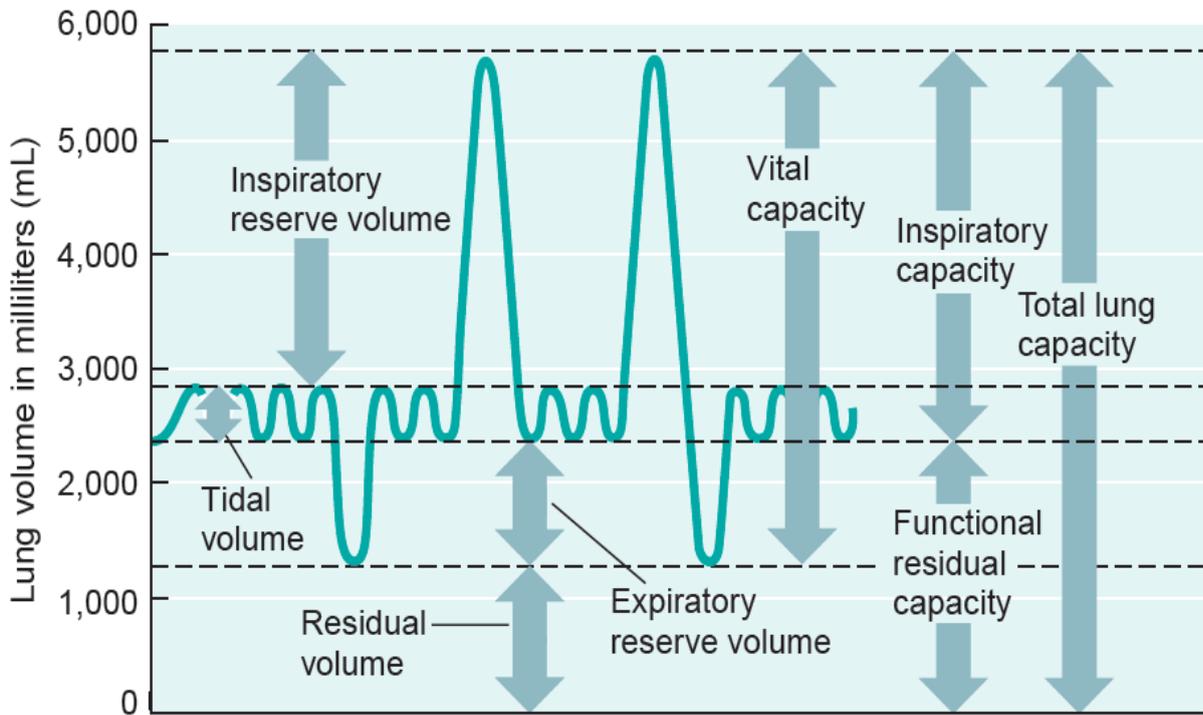
Kapasitas paru merupakan jumlah oksigen yang dapat dimasukkan ke dalam paru seseorang secara maksimal. Jumlah oksigen yang dapat dimasukkan ke dalam paru akan ditentukan oleh kemampuan *compliance* sistem pernapasan. Semakin baik kerja sistem pernapasan berarti volume oksigen yang diperoleh semakin banyak.

1. Kapasitas vital yaitu jumlah udara terbesar yang dapat dikeluarkan dari paru dalam satu kali bernapas setelah inspirasi maksimal. Kapasitas vital mencerminkan perubahan volume maksimal yang dapat terjadi di paru. Kapasitas vital merupakan hasil penjumlahan volume tidal dengan volume cadangan inspirasi dan volume cadangan ekspirasi. Nilai rerata = 4500 ml.

2. Kapasitas inspirasi yaitu volume udara maksimal yang dapat dihirup pada akhir ekspirasi biasa. Kapasitas inspirasi merupakan penjumlahan volume tidal dengan volume cadangan inspirasi. Nilai rerata = 3500 ml.

3. Kapasitas residual fungsional yaitu jumlah udara di paru pada akhir ekspirasi pasif normal. Kapasitas residual fungsional merupakan penjumlahan dari volume cadangan ekspirasi dengan volume residual. Nilai rerata = 2200 ml.

4. Kapasitas total paru yaitu jumlah udara dalam paru sesudah inspirasi maksimal. Kapasitas total paru merupakan penjumlahan dari keseluruhan empat volume paru atau penjumlahan dari kapasitas vital dengan volume residual. Nilai rerata = 5700 ml.



KASUS XI

MATERI SISTEM PENCERNAAN

Nurachmah & Rida (2010) merangkum organ sistem pencernaan sebagai berikut :

Organ sistem pencernaan terdiri atas:

- a. Saluran cerna, disebut juga saluran gastrointestinal (GI), yang merupakan saluran panjang yang dilalui makanan/minuman dan terdiri atas mulut, faring, esophagus, usus halus, lambung, usus besar, rectum, serta saluran anus
- b. Kelenjar aksesori yang merupakan kelenjar yang melapisi organ yang terdiri dari 3 pasang kelenjar ludah, pancreas, hati, dan saluran empedu.

Bagian-bagian organ pencernaan adalah sebagai berikut (Nurachmah & Rida, 2010) :

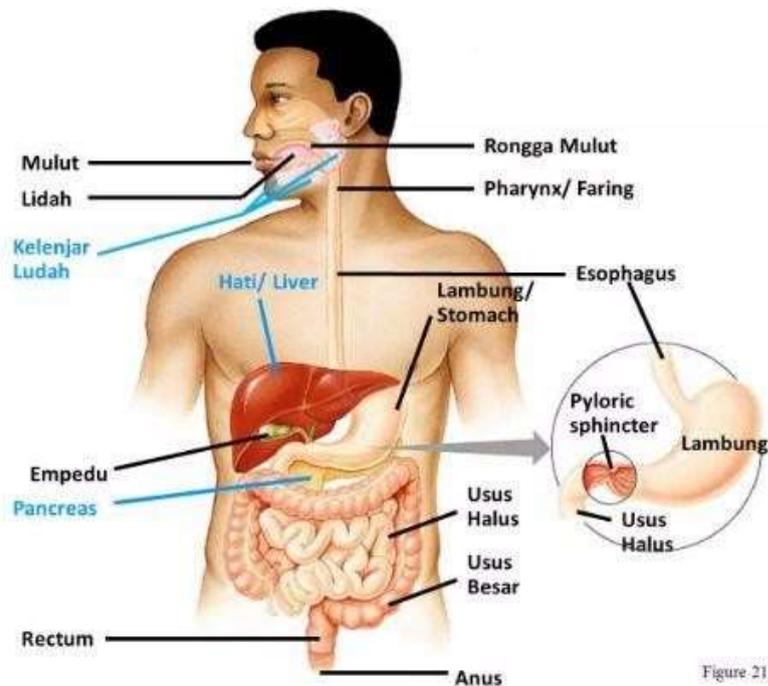


Figure 21.4

Source : *Biology – Concepts & Connection – Campbell (Fourth edition)*

Gambar 1 Anatomi Pencernaan.

Sumber: Campbell (2009)

a. Mulut

Rongga mulut dilapisi membrane mukosa yang terdiri atas epitelium skuamosa berlapis yang berisi sedikit kelenjar penyekresi mukus. Bagian mulut di antara gusi dan pipi adalah vestibula dan sisanya adalah rongga mulut. Palatum membentuk langit-langit mulut dan terdiri atas palatum durum (langit-langit atas) dibagian anterior, dan palatum molle (langit-langit lunak) dibagian posterior.

b. Lidah

Lidah adalah struktur muskular yang berada di dasar mulut. Permukaan superior berisi epitelium skuamosa berlapis, dengan banyak papilla. Papila berisi reseptor sensori (ujung saraf khusus) yang berfungsi sebagai indra pengecap yang berada di kuncup pengecap.

c. Gigi

Gigi melekat pada alveoli atau rongga pangkal gigi dari mandibular dan maksila. Gigi seri dan gigi taring merupakan gigi pemotong dan berfungsi untuk memotong makanan, sedangkan gigi geraham kecil dan geraham besar yang memiliki permukaan rata dan luas berfungsi untuk menggiling atau mengunyah makanan.

d. Kelenjar ludah

Saliva (ludah) merupakan sekresi dari kelenjar ludah dan sebagian kecil kelenjar penyekresi mukus dari mukosa oral. Sekitar 1,5 liter saliva dihasilkan setiap hari dan terdiri atas air, garam mineral, enzim (*amylase alivariou*s), mukus, lisozim, immunoglobulin, dan faktor pembeku darah. Saliva berfungsi untuk membantu pencernaan polisakarida secara kimia, melubrikasi makanan, membersihkan dan melembutkan mulut, dan pertahanan tubuh non spesifik.

e. Faring.

Faring dibagi menjadi tiga area: nasofaring, orofaring, dan laringofaring. Nasofaring berperan penting dalam pernafasan, orofaring dan laringofaring merupakan saluran utama baik bagi sistem pernafasan maupun pencernaan.

f. Esofagus

Panjang esophagus sekitar 25cm dan diameternya sekitar 2cm serta berada di bidang median thorax di depan kolum vertebra yang berada di belakang trakea dan jantung. Bagian atas esophagus berhubungan dengan faring dan tepat pada bagian bawahnya berhubungan dengan diafragma dan bersatu dengan lambung.

g. Lambung

Lambung merupakan bagian saluran cerna yang berbentuk huruf J melebar dan berada di region epigastrik, umbilical, dan hipokondria kiri rongga abdomen. Lambung dibagi menjadi 3 regio : fundus, badan, dan antrum. Di ujung distal antrum pilorus, terdapat sfingter pylorus, yang menjaga pintu antara lambung dan duodenum. Saat lambung kosong, sfingter pylorus berelaksasi dan terbuka, kemudian saat lambung berisi makanan, sfingter pilorus menutup.

Di dalam lambung terdapat getah lambung yang berfungsi sebagai pencair makanan yang ditelan lebih lanjut, penyekresi asam klorida (mengasamkan makanan dan menghentikan kerja amylase saliva, membunuh mikroba yang tertelan mulut, memberikan suasana asam yang diperlukan pepsin untuk pencernaan yang efektif). Beberapa fungsi lambung antara lain:

1. Penyimpanan sementara yang memberikan waktu bagi enzim pencernaan dan pepsin bekerja
2. Pencernaan kimia-pepsin mengubah protein menjadi polipeptida
3. Penghancuran secara mekanik-tiga otot polos yang melapisi lambung memungkinkan lambung bekerja sebagai pengaduk, yaitu getah lambung bercampur dengan isi lambung diubah menjadi kime.
4. Absorpsi dari air, alkohol, dan sebagian obat larut lemak yang terbatas.
5. Pertahanan non-spesifik terhadap mikroba oleh asam hidroklorida di dalam getah lambung. Muntah dapat terjadi sebagai respon terhadap ingesti iritan lambung, misal mikroba atau zat kimia.
6. Produksi dan sekresi faktor intrinsik yang diperlukan untuk absorpsi vitamin B12 di ileum terminal.
7. Mengatur jalannya isi lambung menuju duodenum
8. Sekresi hormone gastrin.

h. Usus halus

Usus halus menyambung dengan lambung di sfingter pylorus dan mengarah ke usus besar di katup *ileosekal*. Panjangnya lebih dari 5 meter dan berada di rongga abdomen yang dikelilingi oleh usus besar. Di usus halus, pencernaan makanan secara kimia telah lengkap dan sebagian besar absorpsi nutrient terjadi di sini. Usus halus dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

- 1) Duodenum yang panjangnya sekitar 25-38 cm dan melingkari kepala pankreas. Sekresi dari kantung empedu dan pancreas dilepaskan ke duodenum.
- 2) Jejunum, merupakan bagian tengah usus halus dan panjangnya sekitar 8 m. Usus halus merupakan bagian usus yang paling panjang.
- 3) Ileum atau bagian terminal, memiliki panjang 2-4 m dan ujungnya berada di katup ileosekal, yang mengendalikan aliran materi dari ileum ke sekum, bagian pertama usus besar, dan mencegah regurgitasi.

Saat isi asam lambung masuk ke duodenum, isi asam lambung bercampur dengan getah pankreas dan empedu, selain itu pH meningkat antara 6 dan 8. Pada pH ini, enzim pankreatik yaitu amylase dan lipase bekerja dengan efektif. Fungsi getah pankreas adalah sebagai berikut :

- 1) Pencernaan protein, tripsinogen dan kimotripsinogen adalah precursor enzim inaktif yang diaktivasi oleh *enterokinasi*, suatu enzim di mikrofil, yang mengubah precursor ini menjadi *enzim tripsin* dan *kimotripsin*. Enzim ini mengubah polipeptida menjadi tripeptida, dipeptide, dan asam amino.
- 2) Pencernaan karbohidrat, *amylase pankreatik* mengubah semua polisakarida (pati) yang dapat dicerna menjadi monosakarida.
- 3) Pencernaan lemak, *lipase* mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol.

Kandungan dasar sekresi usus adalah air, mukus, dan garam mineral. Absorpsi nutrien terjadi melalui dua proses utama, yaitu:

- 1) Difusi. Monosakarida, asam amino, asam lemak, dan gliserol perlahan-lahan berdifusi dari konsentrasi tinggi ke rendah di enterosit yang berada di lumen usus.
- 2) Transpor aktif. Monosakarida, asam amino, asam lemak, dan gliserol dapat secara aktif diangkut ke vili. Sebagian protein tidak berubah saat diabsorpsi, misalnya antibodi yang ada di ASI dan vaksin oral, seperti vaksin poliomyelitis. Nutrien lain, seperti vitamin, garam mineral, dan air juga diabsorpsi di dalam kapiler darah pada usus halus. Vitamin yang larut di

dalam lemak, diabsorpsi dengan asam lemak dan gliserol.

i. Usus besar (kolon), rectum, dan saluran anus

Panjang usus besar sekitar 13 meter, yang memanjang dari sekum di fossa iliaka kanan hingga rectum dan saluran anus di pelvis. Diameter lumen sekitar 6,5 cm. Usus besar terbagi menjadi sekum, kolon asenden, kolon desenden, kolon transversum, kolon sigmoid, rectum, dan saluran anus.

1. Sekum merupakan bagian pangkal kolon dan merupakan area buntu di bagian inferiornya dan bersambung dengan kolon asenden di bagian superiornya.
2. Kolon asenden, kolon ini berjalan menuju ke atas, yakni dari sekum ke bagian kolon setinggi hati di mana kolon membentuk garis lengkung yang tajam di bagian kiri fleksur hepatica untuk membentuk kolon transversum.
3. Kolon transversum merupakan lengkung kolon yang melintang (horizontal) di rongga abdomen di depan duodenum dan lambung menuju area limpa di mana kolon ini membentuk *fleksur splenik* dan lengkungan tajam ke bawah menjadi kolon desenden.
4. Kolon desenden, kolon ini berjalan menuju ke bawah rongga abdomen kemudian melengkung menuju garis tengah. Setelah kolon masuk ke bagian pelvis, kolon desenden membentuk kolon sigmoid.
5. Kolon sigmoid, kolon ini membentuk suatu lengkung berbentuk huruf S di pelvis yang berlanjut ke bawah membentuk rectum.
6. Rektum merupakan bagian kolon yang sedikit melebar dan memiliki panjang sekitar 13cm. Bagian pangkal rectum berbatasan dengan kolon sigmoid dan bagian ujungnya berbatasan dengan saluran anus.
7. Saluran anus aluran ini merupakan saluran pendek yang panjangnya sekitar 3,8cm pada orang dewasa dan memanjang dari rectum hingga bagian eksterior.

KASUS XII

METABOLISME DAN PENGATURAN SUHU

A. Metabolisme

1. Definisi Metabolisme

Metabolism merupakan perubahan kimiawi yang terjadi dalam tubuh untuk pelaksanaan berbagai fungsi vital tubuh. Disamping itu, metabolisme berfungsi untuk menyisihkan bahan tertentu sebagai bahan buangan, misalnya karbondioksida. Keseimbangan yang terus menerus antara anabolisme dan katabolisme merupakan unsur kompleks dengan membebaskan energi. Pada masa pertumbuhan, anabolisme akan bekerja lebih kuat sedangkan pada waktu kelaparan atau sakit katabolisme lebih dominan (Syarifudin, 2016).

Metabolisme adalah suatu proses kompleks perubahan makanan menjadi energi dan panas melalui proses fisika dan kimia, berupa proses pembentukan dan penguraian zat didalam tubuh organisme untuk kelangsungan hidupnya.

2. Macam Metabolisme

Metabolisme dibedakan 2 macam :

- a. Katabolisme : proses penguraian makanan menjadi energi, yang terjadi pada proses respirasi sel.
- b. Anabolisme : proses pembentukan (sintesa) zat organik kompleks yang berasal dari zat yang lebih sederhana

3. Contoh Metabolisme

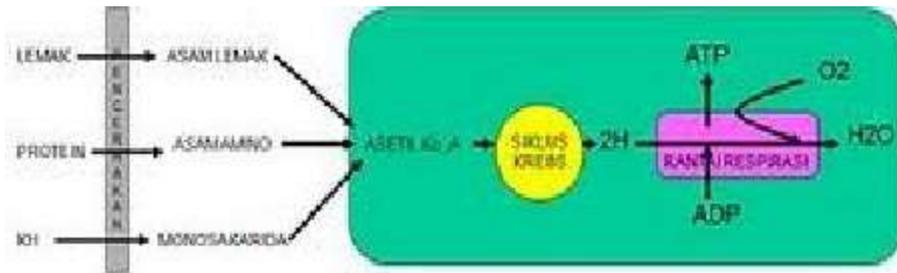
a. Contoh Katabolisme :

- 1) Glikogenolisis : proses pemecahan glikogen menjadi glukosa
- 2) Glikolisis : proses pemecahan glukosa menjadi asam piruvat

b. Contoh Anabolisme :

- 1) Glikogenesis : proses pembentukan glikogen dari glukose
- 2) Glikoneogenesis : proses pembentukan glukose dari protein atau lemak

□



Gambar 1. Alur Metabolisme

4. Hasil Metabolisme

Hasil metabolisme berupa energi dan panas → energi tersebut belum dapat digunakan langsung oleh sel → berikatan adenin, fosfat dan ribose → ATP (Adenosin Tri Fosfat). ATP tersebut merupakan simpanan energi → siap digunakan oleh sel untuk : transport membran, sintesis senyawa kimia, kerja mekanik. □ Jika sel memerlukan energi, maka energi diambil dari ATP dengan cara melepas satu gugus fosfat menjadi ADP (Adenosin Di Fosfat) dengan melepas 8.000 kalori.

5. Penggunaan ATP

- a. $ATP \rightarrow ADP + PO_4 + 8.000 \text{ kalori}$
- b. $ADP \rightarrow AMP + PO_4 + 8.000 \text{ kalori}$
- c. AMP sudah tidak dapat mengeluarkan energi lagi → harus diisi lagi dengan energi baru yang berasal dari metabolisme makanan → menjadi ATP.
- d. Metabolisme → proses merubah makanan → ATP
- e. $Kreatin + ATP \rightarrow \text{Fosforil kreatin} + ADP$
- f. Kreatin di otot dalam keadaan istirahat mampu mengikat ATP menjadi Fosforil kreatin (simpanan energi) □ Jika otot perlu energi untuk gerak maka fosforil kreatin dipecah → $Kreatin + ATP$.
- g. ATP inilah yang digunakan untuk gerak

B. Metabolisme karbohidrat



Gambar 2. Metabolisme Karbohidrat

1. Definisi Metabolisme Karbohidrat

Karbohidrat yaitu senyawa yang terdiri atas unsur karbon, hidrogen serta oksigen. Jumlah atom dan karbonnya dapat bervariasi. Hampir sebagian besar dari organisme yang memperoleh sebagian besar dari energi untuk menunjang kehidupannya atas karbohidrat. Dengan cara umum, karbohidrat dan juga sakarida (yang berasal dari bahasa Yunani artinya yaitu 'gula') yang dibagi menjadi dua jenis, yaitu sebagai berikut:

a. Karbohidrat kompleks

Karbohidrat kompleks adalah karbohidrat yang terdiri atas tiga unit gula dan bisa lebih serta tertaut di dalam rantai. Karbohidrat terdiri atas 3 sampai 10 unit gula yang disebut dengan oligosakarida (oligo yaitu beberapa), dan sedangkan karbohidrat yang terdiri atas banyaknya unit gula yang disebut dengan polisakarida (poli yaitu banyak).

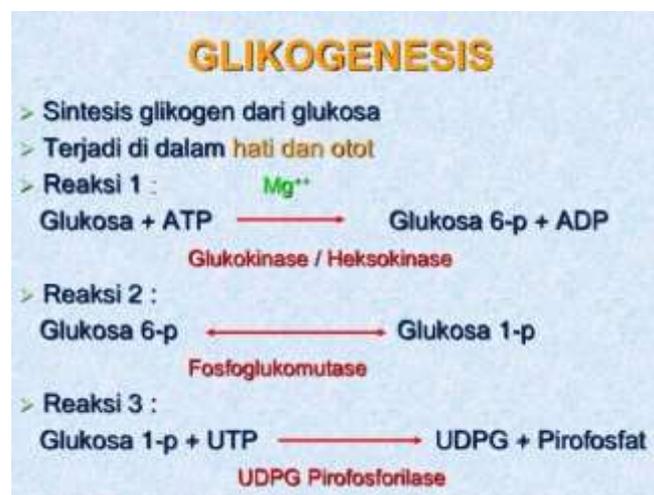
b. karbohidrat sederhana

Karbohidrat Sederhana adalah karbohidrat yang terdiri atas satu unit gula dan juga unit gula dobel. Karbohidrat satu unit gula itu disebut dengan gula sederhana atau biasa disebut monosakarida (mono yaitu satu dan sakarida yaitu gula).

Metabolisme karbohidrat adalah proses kimia yang berlangsung dalam tubuh makhluk hidup untuk mengolah karbohidrat, baik itu reaksi pemecahan (katabolisme) maupun reaksi pembentukan (anabolisme).

2. Macam-macam Proses Metabolisme Karbohidrat

a. Glikogenesis dan Glikogenolisis



Glikogenesis adalah proses metabolisme karbohidrat yang merubah glukosa menjadi glikogen atau dengan kata lain, proses pembentukan glikogen dari glukosa. Ada beberapa tahapan dalam proses pembentukan glikogen, sebagai berikut:

- 1) Tahap pertama, glukosa menjadi glukosa-6-fosfat dibantu oleh enzim glukokinase, serta mendapat tambahan energi dari fosfat dan ATP.
- 2) Tahap kedua, glukosa-6-fosfat berreaksi dengan enzim glukomutase menjadi glukosa-1-fosfat.
- 3) Tahap ketiga, glukosa-1-fosfat berreaksi dengan Uridin Tri Phospat atau yang sering disingkat UTP, dikatalisis oleh Uridil Transferase dan menghasilkan UDP-Glukosa (Uridin Difosfat Glukosa) dan PPI (Pirofosfat).

- 4) Tahap keempat; tahap terakhir, terjadi kondensasi antara glukosa nomor satu dan UDP-glukosa dalam rantai primer glikogen yang kemudian menghasilkan rantai glikogen baru dengan satu tambahan unit glukosa.

Glikogenolisis adalah pembentukan Glukosa 6 Fosfat dari glikogen, atau kebalikan dari glikogenesis.

b. Glikolisis dan Glukoneogenesis

Glikolisis merupakan penguraian glukosa menjadi piruvat, sedangkan Glukoneogenesis merupakan pembentukan glukosa dari piruvat. Piruvat adalah senyawa penting dalam biokimia; dihasilkan dari metabolisme glukosa yaitu glikolisis. Ada beberapa sifat dalam proses glikolisis ini. Sebagai berikut:

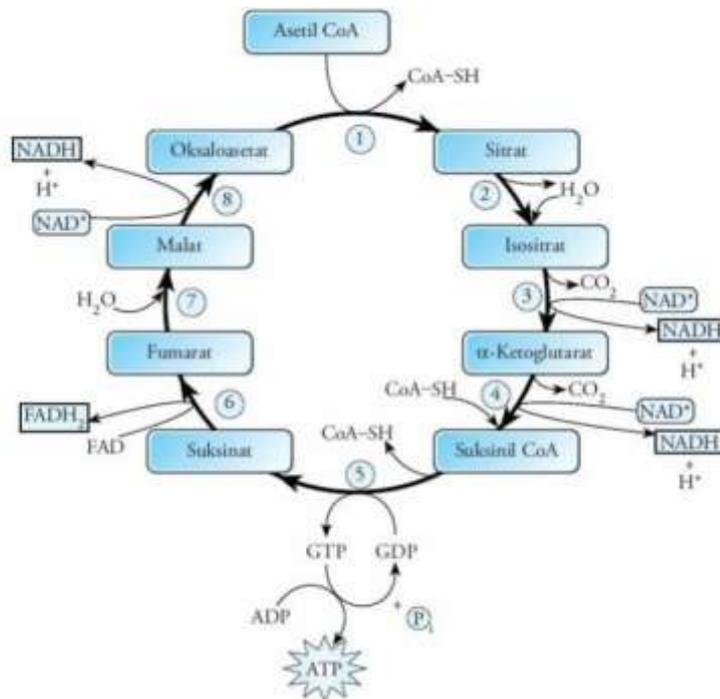
- 1) Oksidasi glukosa / glikogen menjadi piruvat laktat.
- 2) Dapat berlangsung secara anaerob dan aerob.
- 3) Diperlukan adanya energi dan enzim.
- 4) Membentuk karbohidrat yang memiliki atom tiga.
- 5) Terjadi sintesis ATP dari ADP + Pi

Pada proses glikosis aerob dihasilkan piruvat; dan pada proses glikosis anaerob dihasilkan laktat melalui piruvat.

c. Asetil ko-A

Setelah terbentuk Asam Piruvat, proses selanjutnya adalah pembentukan Asetil ko-A dari Asam piruvat.

d. Daur Krebs



Daur krebs disebut juga siklus asam sitrat. Sesuai namanya, rantai reaksi pada tahap ini memang berbentuk siklus yang berulang secara terus-menerus. Pada prinsipnya, siklus Krebs merupakan rantai reaksi yang seluruh prosesnya dikatalisasi (dipercepat laju reaksinya) oleh enzim. Pada siklus ini, asetil-KoA bergabung bersama asam oksaloasetat (C₄H₄O₅) membentuk asam sitrat (C₆H₈O₇). Ya, molekul dengan 2 karbon (asetil-KoA) bergabung dengan asam oksalat dengan 4 karbon menghasilkan asam sitrat yang memiliki 6 karbon.

Selanjutnya, asam sitrat mengalami reaksi oksidasi berkali-kali hingga 2 atom karbonnya terputus dan kembali menjadi asam oksaloasetat dengan 4 atom karbon. Asam oksaloasetat kemudian akan bergabung dengan asetil-KoA lainnya untuk membentuk asam sitrat. Molekul asam sitrat lalu mengalami oksidasi hingga 2 atom karbonnya terlepas dan membentuk asam oksaloasetat.

Hal ini terjadi terus-menerus hingga membentuk siklus. Dua atom karbon yang terlepas pada reaksi oksidasi asam oksaloasetat selanjutnya bergabung dengan atom oksigen membentuk CO₂ dan keluar dari tubuh.

Siklus ini tentu saja tidak hanya menghasilkan karbon, tetapi juga NADH, FADH₂, dan ATP. Satu molekul asetil-KoA yang masuk ke dalam siklus Krebs akan menghasilkan 3 molekul NADH, 1 molekul FADH₂, dan 1 ATP.

e. Transport Elektron

Transfer elektron merupakan tahapan terakhir dari respirasi aerob yang nantinya akan menghasilkan ATP dan H₂O sebagai hasil akhirnya. Dalam transfer elektron, oksigen berperan sebagai penerima elektron terakhir yang nantinya akan membentuk H₂O yang akan dikeluarkan dari sel.

Disebut dengan transfer elektron karena dalam prosesnya terjadi transfer elektron dari satu protein ke protein yang lain. Elektron yang ditransfer berasal dari NADH dan FADH₂ yang telah terbentuk sebelumnya. Elektron akan ditransfer dari tingkat energi tinggi menuju tingkat energi yang lebih rendah sehingga akan melepaskan energi yang akan digunakan untuk membentuk ATP.

Jadi, jika seluruh proses pernapasan seluler ini dirangkum maka hasilnya adalah:

- Glikolisis: 1 glukosa → 2 asam piruvat + 2 ATP + 2 NADH
- Dekarboksilasi oksidatif: 1 asam piruvat → 1 asetil-KoA + 1 NADH

Karena 1 glukosa menghasilkan 2 asam piruvat, maka dari tahap dekarboksilasi oksidatif:

2 asam piruvat → 2 asetil-KoA + 2 NADH

- Siklus Krebs: 1 asetil KoA + 1 asam oksaloasetat → 1 asam sitrat + 3 NADH + 1 FADH₂ + 1 ATP

Karena 1 glukosa menghasilkan 2 asam piruvat dan 2 asam piruvat menghasilkan 2 asetil-KoA, maka dari tahap siklus Krebs:

2 asetil KoA + 2 asam oksaloasetat → 2 asam sitrat + 6 NADH + 2 FADH₂ + 2 ATP

Dari tiga tahap respirasi sel di atas, dapat disimpulkan bahwa satu molekul glukosa dapat menghasilkan total 4 ATP, 10 NADH, dan 2 FADH₂.

Selanjutnya NADH dan FADH₂ akan diteruskan ke dalam tahap transfer elektron untuk menghasilkan ATP. Satu NADH dapat menghasilkan 3 molekul ATP sementara satu molekul FADH₂ dapat menghasilkan 2 molekul ATP sehingga total ATP yang diperoleh dari 1 molekul glukosa adalah:

- a. 4 ATP
- b. 10 NADH = 30 ATP
- c. 2 FADH₂ = 4 ATP
- d. total = 38 ATP

Akan tetapi, jumlah 38 ATP ini hanya terjadi pada kondisi ideal, yaitu ketika terdapat cukup oksigen dan sel bekerja dengan sangat efisien.

C. Metabolisme lemak

1. Definisi Metabolisme lemak

Metabolisme lemak merupakan proses yang dimana asam lemak dicerna, dipecah untuk energi, atau disimpan dalam tubuh manusia untuk penggunaan energi di masa depan. Asam lemak ini merupakan sebuah komponen trigliserida yang membentuk sebagian besar lemak makan dalam makanan seperti minyak nabati dan produk hewani.

Lipid/lemak : kelompok heterogen senyawa yg lebih berhubungan karena sifat2 fisiknya ketimbang sifat2 kimianya. Sifat umum lemak: Relatif tdk larut dlm air dan Larut dlm pelarut nonpolar seperti eter, kloroform, serta benzena

2. KLASIFIKASI LIPID

- a. Lipid Sederhana : Ex : lemak (minyak → lemak cair), wax/malam
- b. Lipid Kompleks: Ex : fosfolipid, glikolipid/glikosfingolipid
- c. Prekursor/derivat lipid: Ex : as.lemak, gliserol, aldehyd lemak, benda keton, hidrokarbon, vit.larut lemak, & berbagai hormon

3. Sumber lemak :

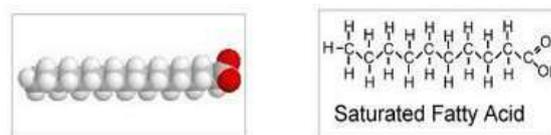
- a. Makanan
- b. Biosintesis *de novo* terjadi di hepar
- c. Simpanan tubuh → jaringan adiposity

4. Lemak dalam tubuh

- Asam lemak & triasilglisero: berfungsi sbg bahan bakar & sumber energi utama bagi tubuh
- Gliserofosfolipid & sfingolipid: mengandung asam lemak ester → ditemukan di membran membentuk sawar hidrofobik & di dlm lipoprotein darah
- Eikosanoid: terbentuk dr asam lemak *polyunsaturated* yg mengandung 20 karbon → mengatur banyak proses di dlm sel
- Kolesterol: menstabilkan lapis ganda fosfolipid pd membran → berfungsi sbg prekursor garam2 empedu & hormon steroid, mengatur metabolisme, pertumbuhan & reproduksi
- Garam empedu
- Hormon steroid

5. Asam lemak

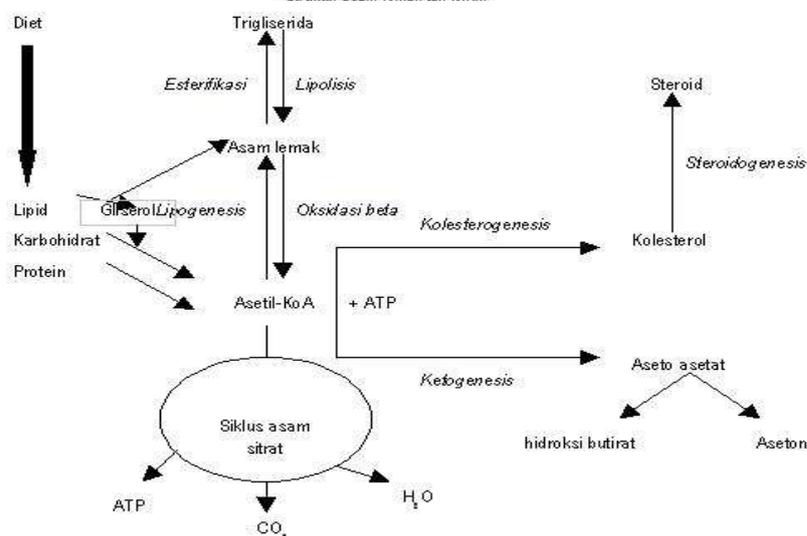
- Asam lemak jenuh → tidak mengandung ikatan rangkap.
- Asam lemak tak jenuh → mengandung satu atau lebih ikatan rangkap.



Struktur asam lemak jenuh



Struktur asam lemak tak jenuh



Ikhtisar metabolisme lipid

6. 3 fase Metabolisme Lemak:

a. β oksidasi

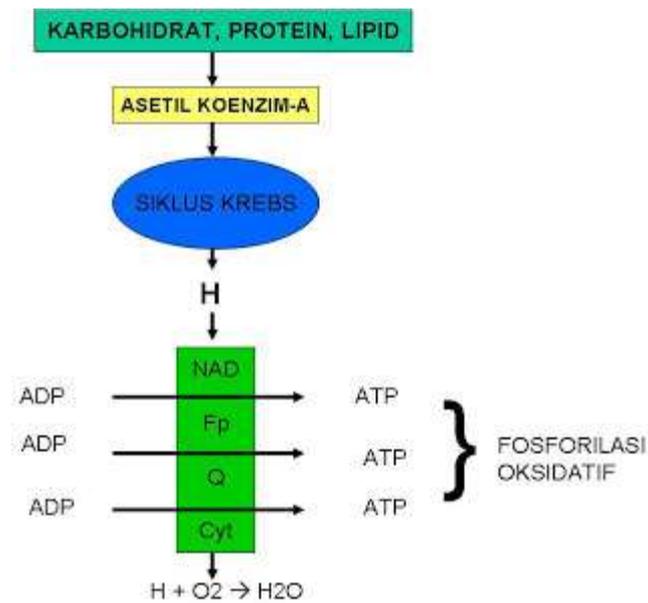
- Proses pemutusan/perubahan asam lemak \rightarrow asetil co-A
- Asetil co-A terdiri 2 atom C \rightarrow sehingga jumlah asetil co-A yang dihasilkan = jumlah atom C dalam rantai carbon asam lemak : 2
- Misal: asam palmitat ($C_{15}H_{31}COOH$) \rightarrow β oksidasi \rightarrow ?? asetil co-A

b. Siklus Krebs

- Proses perubahan asetil ko-A \rightarrow H + CO₂
- Proses ini terjadi didalam mitokondria
- Pengambilan asetil co-A di sitoplasma dilakukan oleh: oxaloasetat \rightarrow proses pengambilan ini terus berlangsung sampai asetil co-A di sitoplasma habis
- Oksaloasetat berasal dari asam piruvat
- Jika asupan nutrisi kekurangan KH \rightarrow kurang as. Piruvat \rightarrow kurang oksaloasetat

c. Fosforilasi Oksidatif

- Dalam proses rantai respirasi dihasilkan energi yang tinggi \rightarrow energi tsb ditangkap oleh ADP untuk menambah satu gugus fosfat menjadi ATP
- Fosforilasi oksidatif adalah proses pengikatan fosfor menjadi ikatan berenergi tinggi dalam proses rantai respirasi
- Fosforilasi oksidatif \rightarrow proses merubah ADP \rightarrow ATP (dengan menggunakan energi hasil reaksi $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O + E$)



D. Metabolisme protein

a. Definisi Metabolisme Protein

Protein adalah senyawa organik kompleks berbobot molekul tinggi yang merupakan polimer dari monomer-monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptida. Molekul protein mengandung karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan kadang kala sulfur serta fosfor. Protein merupakan salah satu dari biomolekul raksasa, selain polisakarida, lipid, dan polinukleotida, yang merupakan penyusun utama makhluk hidup

Protein menyusun $\frac{3}{4}$ zat padat tubuh yaitu otot, enzim, protein plasma, antibodi, hormon. Protein merupakan rangkaian asam amino dengan ikatan peptide. Banyak protein terdiri ikatan kompleks dengan fibril → protein fibrosa. Macam protein fibrosa: kolagen (tendon, kartilago, tulang); elastin (arteri); keratin (rambut, kuku); dan aktin-miosin. Macam protein yaitu :

- a. Peptide: 2 – 10 asam amino
- b. Polipeptide: 10 – 100 asam amino
- c. Protein: > 100 asam amino
- d. Antara asam amino saling berikatan dengan ikatan peptide
- e. Glikoprotein: gabungan glukose dengan protein
- f. Lipoprotein: gabungan lipid dan protein.

Metabolisme Proein merupakan proses penguraian protein dalam tubuh meliputi reaksi

deaminasi, dekarboksilasi dan transaminasi. Proses ini juga berkaitan dengan siklus urea, beberapa biosintesis asam-asam amino dan bagaimana keterkaitan antara metabolisme protein dengan metabolisme karbohidrat dan lipid (Murray, 2001). Hati merupakan organ tubuh di mana terjadi reaksi katabolisme maupun anabolisme protein

b. Proses Metabolisme Protein dan Asam amino

Proses metabolisme protein dimulai dari proses pencernaan di mulut sampai di usus halus, dilanjutkan dengan proses metabolisme asam amino. Yaitu sebagian besar zat makanan yang mengandung protein dipecahkan menjadi molekul-molekul yang lebih kecil terlebih dahulu sebelum diabsorpsi dari saluran pencernaan. Protein diabsorpsi di usus halus dalam bentuk asam amino → masuk darah. Dalam darah asam amino disebar keseluruh sel untuk disimpan. Didalam sel asam amino disimpan dalam bentuk protein (dengan menggunakan enzim). Hati merupakan jaringan utama untuk menyimpan dan mengolah protein. Perubahan kimia dalam proses pencernaan dilakukan dengan bantuan enzim-enzim saluran pencernaan yang mengkatalisis hidrolisis protein menjadi asam amino.

Protein dalam makanan dicerna dalam lambung dan usus di katabolisme menjadi asam amino yang diabsorpsi dan dibawa oleh darah. Asam amino dalam darah di bawa ke hati menjadi asam amino dalam hati (ekstra sel), kemudian asam amino tersebut ada yang di simpan dalam hati (intra sel) dan sebagian dibawa oleh darah ke jaringan-jaringan tubuh. Asam amino yang dibawa ke hati dikatakan ekstra sel karena sebagian asam amino dalam hati ini kemudian akan dibawa sebagian keluar dari sel atau menuju ke seluruh jaringan tubuh yang membutuhkan. Setelah masuk ke jaringan-jaringan tubuh asam amino ini akan masuk ke sel-sel tubuh (asam amino dalam sel). Dan sebagiannya lagi tetap didalam hati (intra sel) sebagai cadangan protein dalam tubuh, bila tubuh kekurangan protein maka asam amino ini diubah menjadi protein dan sebaliknya jika tubuh membutuhkan asam amino dari dalam tubuh maka protein di rombak kembali menjadi asam amino. Dan asam amino ini juga berfungsi membentuk senyawa N lain yang berfungsi untuk pembentukan sel-sel tubuh, senyawa nitrogen ini merupakan bagian utama dari semua protein, enzim, dan proses metabolik yang disertakan pada sintesa dan perpindahan energi.

Keseimbangan nitrogen tubuh dikatakan positif bila n masuk tubuh $>$ n yg keluar dari tubuh berarti sintesis protein $>$ katabolismenya, terjadi misalnya pada masa penyembuhan, masa pertumbuhan, masa hamil keseimbangan nitrogen yg negatif berarti katabolisme protein $>$ sintesisnya, terjadi misalnya pada waktu kelaparan, sakit keseimbangan nitrogen yg setimbang terdapat pada orang dewasa normal dan sehat. Bila ada kelebihan asam amino dari jumlah yang digunakan maka asam amino diubah menjadi asam keto. Proses perubahan tersebut terjadi dalam siklus asam sitrat. Atau diubah mejadi urea. Berikut proses perubahan asam amino menjadi asam keto dalam siklus sitrat. Asam amino yang dibuat dalam hati atau dihasilkan dari proses katabolisme protein dalam hati, dibawa oleh darah kedalam jaringan untuk digunakan.

Proses anabolisme dan katabolisme terjadi dalam hati dan jaringan. Asam amino yang terdapat dalam darah berasal dari tiga sumber yaitu:

- a. Absorpsi melalui dinding usus
 - b. Hasil katabolisme protein dalam sel
 - c. Hasil anabolisme asam amino dalam sel
- c. Proses Metabolisme Protein

Protein yang dikonsumsi oleh manusia pada umumnya berasal dari lauk pauk dan kacang-kacangan. Protein ini masuk ke dalam tubuh akan mengalami sebuah proses pencernaan dan berubah menjadi asam amino. Pada proses pencernaan ini dihasilkan zat sisa yang berupa feses. Yang selanjutnya didefekasikan yang melalui anus.

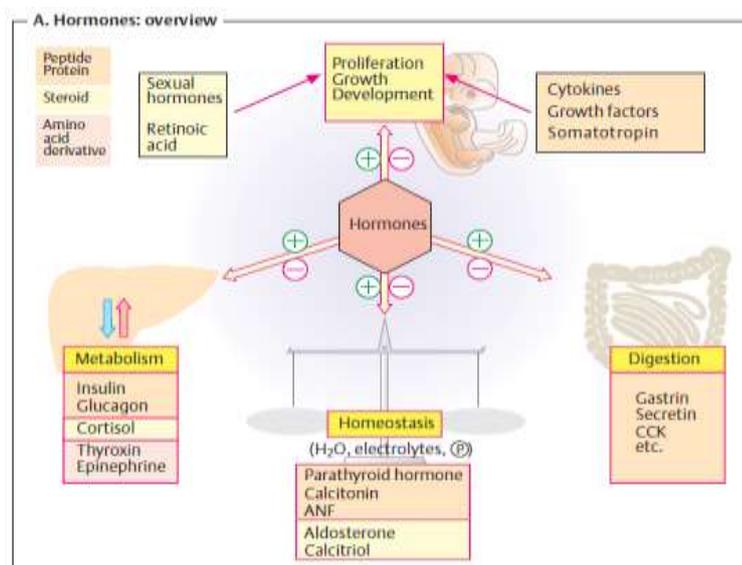
Asam amino hasil dari pencernaan selanjutnya akan ditransportasikan oleh plasma darah yang melalui sistem sirkulasi yang menuju ke sel/jaringan. Di dalam sel/jaringan asam amino akan dipergunakan sel untuk pertumbuhan, perkembangan, restitusi sel dan mensintesis enzim dan hormon. Apabila jumlah pada asam amino berlebih, maka sisanya akan dioksidasi melalui peristiwa respirasi untuk menghasilkan energi. Respirasi dengan menggunakan substrat asam amino akan menghasilkan zat sisa yang berupa senyawa CO_2 , H_2O dan NH_4OH .

CO_2 dan H_2O dalam bentuk gas dari set diangkut, oleh plasma darah dalam pembuluh darah yang menuju ke paru-paru untuk diekskresikan keluar tubuh, sedangkan H_2O

dalam bentuk cair akan diangkut menuju ke kulit dan ginjal. H₂O setelah sampai di kulit akan diekskresikan dalam bentuk keringat dan H₂O setelah sampai di ginjal akan diekskresikan dalam bentuk urine.

Senyawa NH₃ dan NH₄OH merupakan senyawa yang bersifat racun yang sangat membahayakan sel, Oleh sebab itu sebelum dikeluarkan harus diubah dahulu menjadi urea di dalam hati, yang sehingga tidak berbahaya bagi tubuh. Dalam bentuk urea, sisa metabolisme ini dipindahkan ke ginjal untuk diekskresikan dalam bentuk urine.

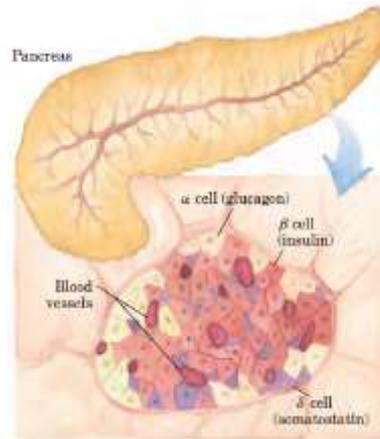
E. Pengaturan hormonal dalam metabolisme



1. Hormon Insulin & Glukagon

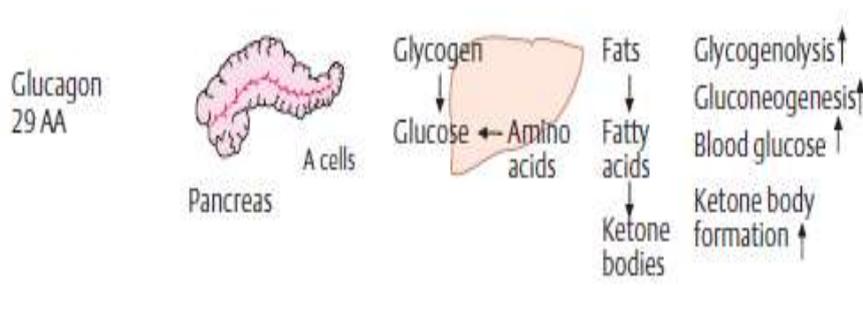
a. Insulin:

- 1) Menurunkan kadar glukosa darah melalui pengaktifan sel-sel tertentu, misalnya sel otot skelet, sel jaringan adiposa dan sel hati.
- 2) Uptake glukosa: merangsang otot dan hati untuk meningkatkan sintesis glikogen (glikogenesis) dari glukosa.



b. Glukagon

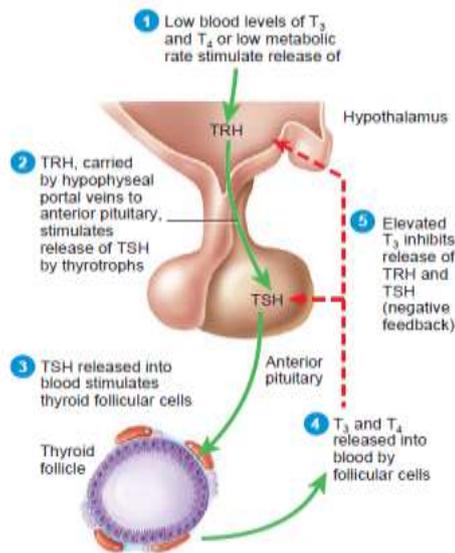
Meningkatkan kadar glukosa darah dengan merangsang hati untuk mengubah glikogen menjadi glukosa dan menstimulasi konversi asam lemak dan asam amino menjadi glukosa (glukoneogenesis).



2. Hormon Kelenjar Tiroid

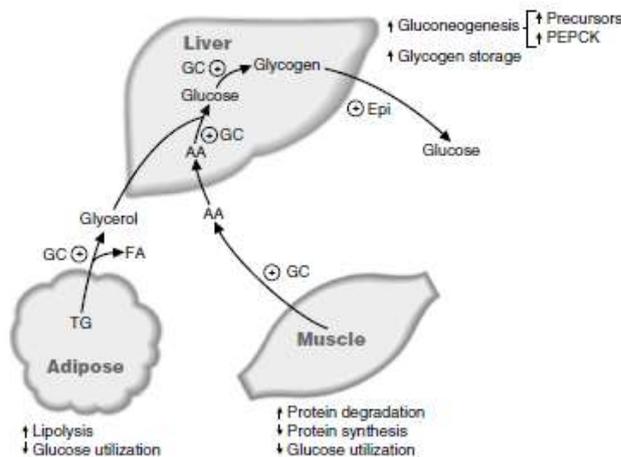
- 1) Meningkatkan BMR (kecepatan konsumsi Oksigen pada kondisi basal) dengan menstimulasi penggunaan oksigen untuk memproduksi ATP. BMR \uparrow maka metabolisme KH, lemak dan protein \uparrow .
- 2) Stimulasi sintesis Na/K ATPase (ion Na dari sitosol ke cairan ekstraseluler dan ion K dari cairan ekstraseluler ke sitosol) \rightarrow sel menghasilkan dan menggunakan \gg ATP \rightarrow panas \uparrow \rightarrow suhu $\uparrow\uparrow$ (efek Kalorigenik)
- 3) Stimulasi sintesis protein dan meningkatkan penggunaan glukosa dan asam lemak untuk produksi ATP.
- 4) Meningkatkan lipolisis dan ekskresi kolesterol \rightarrow menurunkan kadar kolesterol darah.
- 5) Bersama hormon pertumbuhan (GH) dan insulin \rightarrow mempercepat pertumbuhan badan terutama saraf dan tulang.

6) Meningkatkan kerja katekolamin (Norepinefrin dan epinefrin)



3. Hormon Glukokortikoid

- Meningkatkan laju Pemecahan protein (serat otot) → me↑ asam amino dalam aliran darah. Asam amino digunakan sel tubuh untuk sintesis protein baru atau produksi ATP
- Menstimulasi Lipolisis
- Resistensi terhadap stress.



F. Pengaturan suhu

1. Mekanisme Pengaturan suhu

Mekanisme Pengaturan suhu diatur oleh hipotalamus yang terletak diantara dua hemisfer otak. Hipotalamus mengandung dua pusat pengaturan suhu

yaitu : - bagian anterior berespon terhadap peningkatan suhu dengan menyebabkan vasodilatasi dan karenanya panas menguap. - bagian posterior berespon terhadap penurunan suhu dengan menyebabkan vasokonstriksi dan mengaktifasi pembentukan panas lebih lanjut

Suhu diatur oleh :

a. Sistem syaraf:

- 1) Pemanasan dan pendinginan kulit menstimulasi ujung syaraf yang sensitif terhadap suhu dengan menghasilkan respon yang tepat – menggigil untuk kedinginan, berkeringat untuk kepanasan.
- 2) Hipotalamus pada otak berespon terhadap suhu dari darah yang mengalir melewati kapiler-kapiler nya.

b. Sistem Endokrin:

- 1) Medula adrenal : dingin meningkatkan sekresi adrenalin yang menstimulasi metabolisme dan karena nya dapat meningkatkan pembentukan panas.
- 2) Kelenjar tyroid : dingin meningkatkan sekresi tiroksin, dengan meningkatkan metabolisme dan pembentukan panas.

2. Produksi panas

Panas yang dihasilkan tubuh adalah hasil sampingan metabolisme yaitu reaksi kimia dalam seluruh sel tubuh. Makanan merupakan sumber utama bahan bakar untuk metabolisme. Aktivitas yang membutuhkan reaksi kimia tambahan akan meningkatkan laju metabolik yang juga akan menambah produksi panas. Saat metabolisme menurun, panas yang dihasilkan juga lebih sedikit.

3. Kehilangan panas tubuh

Struktur kulit dan paparan lingkungan mengakibatkan kehilangan panas normal yang konstan melalui radiasi, konduksi, konveksi, dan evaporasi.

- a. Radiasi adalah transfer panas dari permukaan suatu objek ke permukaan objek lainnya tanpa kontak langsung antara keduanya. Panas pada 80% area luas permukaan tubuh diradiasikan ke lingkungan.
- b. Konduksi adalah transfer panas dari dan melalui kontak langsung antara dua objek. Benda padat, cair dan gas mengkonduksikan panas melalui kontak. Saat kulit yang hangat menyentuh objek yang lebih dingin, panas

akan hilang.

- c. Konveksi adalah transfer panas melalui gerakan udara, contohnya adalah kipas angin. Kehilangan panas konveksi meningkat jika kulit yang lembab terpapar dengan udara yang bergerak.
- d. Evaporasi adalah transfer energi panas saat cairan berubah menjadi gas. Tubuh kehilangan panas secara continue melalui evaporasi. Sekitar cc air tiap harinya menguap dari kulit dan paru-paru sehingga terjadi kehilangan air dan panas.

G. Pengukuran suhu tubuh

1. Nilai normal suhu tubuh

Suhu tubuh normal manusia berada pada titik 36,5-37,5 derajat Celcius.

2. Suhu tubuh rendah

Suhu tubuh rendah bisa disebut sebagai hipotermia. Suhu tubuh yang terlalu rendah dapat mengancam jiwa karena memperlambat sistem kerja saraf dan berujung pada kegagalan fungsi organ jantung dan pernapasan, serta kematian. Seseorang dikatakan mengalami hipotermia jika suhu tubuh berada di bawah 35 derajat Celcius, ketika tubuh kehilangan panas lebih cepat dari menghasilkannya. Kondisi ini terjadi ketika seseorang terkena paparan cuaca dingin seperti terlalu lama berada di tempat dingin, tidak memakai pakaian hangat saat di tempat dingin, atau terjatuh ke dalam air yang sangat dingin.

3. Suhu tubuh tinggi

Hipertermia adalah kondisi ketika suhu tubuh berada pada titik lebih dari 40 derajat Celcius. Hipertermia terjadi ketika tubuh gagal mengatur suhu sehingga suhu tubuh pun terus meningkat. Sengatan panas akan dirasakan oleh pengidap hipertemia.

Demam berbeda dari hipertermia. Seseorang dikatakan mengalami demam ketika suhu tubuhnya berada di atas 37,5 derajat Celcius dan bisa kembali ke titik suhu normal ketika Anda mengonsumsi obat penurun panas, seperti aspirin atau paracetamol.

4. Cara Mengukur Suhu Tubuh

Berbagai cara bisa dilakukan untuk mengukur suhu tubuh. Anda bisa menggunakan termometer dengan beragam jenis sesuai kebutuhan.

- a. Termometer telinga. Sesuai namanya, termometer berbentuk kerucut kecil ini digunakan pada telinga. Suhu tubuh bisa terlihat di layar digital dalam hitungan detik.
- b. Termometer elektronik. Terbuat dari plastik dan ujungnya menyerupai pensil. Termometer ini dapat digunakan di ketiak, mulut, atau rektum (anus). Jenis ini mudah digunakan dan dibaca.
- c. Termometer dahi. Termometer ini menggunakan suhu kulit untuk menentukan suhu tubuh. Penggunaan termometer berbentuk tipis ini cukup ditempel pada dahi.
- d. Termometer arteri temporal. Bisa digunakan untuk mengukur suhu tubuh pada bagian dahi.
- e. Termometer sekali pakai. Jenis ini bisa dipakai sekali di mulut atau rektum. Bisa juga dipakai untuk mengukur suhu terus-menerus selama 48 jam pada kulit bayi. Termometer ini aman, namun tidak seakurat termometer elektronik dan telinga.
- f. Termometer dot. Berbentuk seperti dot bayi. Cukup letakkan termometer ini di mulut bayi saat mengukur suhu. Termometer ini terbilang kurang efektif dan efisien karena butuh waktu lama untuk memunculkan hasilnya ditambah hasilnya tidak seakurat jenis termometer lain.

H. Pengukuran BMR

Basal Metabolic Rate (BMR) atau Angka Metabolisme Basal (AMB) adalah kebutuhan minimal energi untuk melakukan proses tubuh vital. Proses tubuh vital meliputi mempertahankan tonus otot, sistem peredaran darah, pernapasan, metabolisme sel, dan mempertahankan suhu tubuh.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi BMR, antara lain jenis kelamin, umur, ukuran tubuh (berat badan), komposisi tubuh, tingkat kesehatan, suhu lingkungan, suhu tubuh, aktivitas, sekresi hormon, status gizi, kebiasaan merokok, dan keadaan hamil dan menyusui. Satuan BMR adalah kkal untuk setiap kg berat badan/jam.

1. Berdasarkan berat badan

BMR laki-laki = BB kg x 1.0 kkal x 24 jam.

BMR perempuan = BB kg x 0.9 kkal x 24 jam.

2. Berdasarkan Standar WHO, FAO, dan UNU

Menurut WHO, FAO, dan UNU, nilai BMR bisa didapatkan dengan memperhatikan umur, jenis kelamin, dan berat badan (BB).

Kelompok Umur	BMR (kkal/hari)	
	Laki-laki	Perempuan
0 – 3	60.9 BB kg - 54	61 BB kg – 51
3 – 10	22.7 BB kg + 495	22.5 BB kg + 499
10 – 18	17.5 BB kg + 651	12.2 BB kg + 746
18 – 30	15.3 BB kg + 679	14.7 BB kg + 496
30 – 60	11.6 BB kg + 879	8.7 BB kg + 829
≥ 60	13.5 BB kg + 487	10.5 BB kg + 596

3. Berdasarkan rumus Harris-Benedict (1918)

Penghitungan BMR dengan menggunakan rumus Harris-Benedict juga dikenal dengan metode REE (*resting energy expenditure*). Metode RRE menghitung jumlah energi untuk proses tubuh vital (BMR) serta energi untuk aktivitas ringan dan pencernaan. RRE berlaku untuk laki-laki dengan usia lebih dari 10 tahun dan perempuan semua usia.

$$\text{BMR laki-laki} = 66.4730 + (13.7516 \times \text{BB kg}) + (5.0033 \times \text{TB cm}) - (6.7550 \times \text{umur tahun})$$

$$\text{BMR perempuan} = 655.0955 + (9.5634 \times \text{BB kg}) + (1.8496 \times \text{TB cm}) - (4.6756 \times \text{umur tahun})$$

4. Berdasarkan rumus Harris-Benedict yang telah direvisi oleh Roza dan Shizgal (1984)

Rumus menghitung BMR berdasarkan Harris-Benedict dengan revisi dari Roza dan Shizgal adalah sebagai berikut:

a. $\text{BMR laki-laki} = 88.362 + (13.397 \times \text{BB kg}) + (4.799 \times \text{TB cm}) - (5.677 \times \text{umur tahun})$

b. $\text{BMR Wanita} = 447.593 + (9.247 \times \text{BB kg}) + (3.098 \times \text{TB cm}) - (4.330 \times \text{umur tahun})$

KASUS XIII

MATERI SISTEM PERKEMIHAN

A. Anatomi Saluran Perkemihan

Menurut Pearce (2006) saluran kemih terdiri dari ginjal yang terus menerus membentuk kemih dan berbagai saluran dan reservoir yang dibutuhkan untuk membawa kemih keluar tubuh. Ginjal melakukan fungsi vital sebagai pengatur volume dan komposisi kimia darah dengan mensekresi solut dan air secara selektif. Kalau kedua ginjal karena sesuatu hal gagal melakukan fungsinya maka kematian akan terjadi dalam waktu 3-4 minggu. Fungsi vital ginjal dilakukan dengan filtrasi plasma darah melalui glomerulus diikuti dengan reabsorpsi sejumlah solut dan air dalam jumlah yang tepat di sepanjang tubulus ginjal. Kelebihan solut dan air akan diekskresikan keluar tubuh sebagai kemih melalui sistem pengumpul.

1. Ginjal

Ginjal merupakan organ yang berbentuk seperti kacang, terletak di kedua sisi kolumna vertebralis. Ginjal kanan sedikit lebih rendah dibandingkan dengan ginjal kiri karena tertekan ke bawah oleh hati. Katup atasnya terletak setinggi kosta kedua belas, sedangkan katup atas ginjal kiri terletak setinggi kosta sebelas. Kedua ureter merupakan saluran yang panjangnya 10 sampai 12 inci, terbentang dari ginjal sampai kandung kemih. Fungsi satu-satunya akan menyalurkan kemih ke kandung kemih. Kandung kemih adalah satu kantung berotot yang dapat mengempis, terletak di belakang simpisis pubis. Kandung kemih mempunyai tiga muara : dua muara ureter dan satu muara uretra. Fungsi kandung kemih adalah sebagai tempat penyimpanan kemih sebelum meninggalkan tubuh dan dibantu oleh uretra. Kandung kemih berfungsi mendorong kemih keluar tubuh. Uretra adalah saluran kecil yang dapat mengembang, berjalan dari kandung kemih sampai keluar tubuh. Panjangnya pada wanita 1½ inci dan pada pria sekitar 8 inci. Muara uretra keluar tubuh disebut meatus urinarius.

a. Anatomi Ginjal

Ginjal terletak di bagian belakang abdomen atas, di belakang peritoneum, di depan dua kosta terakhir dan tiga otot-otot besar, yaitu: transversus, abdominis, kuadratur lumborum dan psoas mayor. Ginjal dipertahankan dalam posisi

tersebut oleh bantalan lemak yang tebal. Kelenjar adrenal terletak di atas katup masing-masing ginjal.

Ginjal terlindung dengan baik dari trauma langsung : di sebelah posterior dilindungi oleh kosta dan otot-otot yang meliputi kosta, sedangkan di anterior dilindungi oleh bantalan usus yang tebal. Kalau ginjal cedera, maka hampir selalu diakibatkan oleh kekuatan yang mengenai kosta kedua belas, yang berputar ke dalam dan menjepit ginjal di antara kosta sendiri dan korpus vertebrae lumbalis. Karena perlindungan yang sempurna terhadap cedera langsung ini, maka ginjal dengan sendirinya sukar untuk diraba dan juga sulit dicapai waktu pembedahan. Ginjal kiri yang ukurannya normal, biasanya tidak teraba pada waktu pemeriksaan fisik karena dua pertiga atas permukaan anterior ginjal tertutup oleh limpa. Kedua ginjal yang membesar secara mencolok atau tergeser dari tempatnya dapat diketahui dengan palpasi.

Pada orang dewasa, ginjal panjangnya 12-13 cm, lebarnya 6 cm dan beratnya antara 120-150 gram. Ginjal mendapat darah langsung dari percabangan aorta abdominalis yaitu arteri renalis. Satuan unit kerja ginjal adalah nefron. Masing-masing ginjal memiliki struktur dan fungsi sama. Setiap nefron terdiri dari kapsula Bowman, yang mengitari rumbai kapiler glomerulus, tubulus proksimal, lengkung henle dan tubulus distal dan duktus koligentes.

b. Pembuluh Darah Ginjal

Arteri renalis dicabangkan dari aorta abdominalis kira-kira setinggi vertebra lumbalis dua. Vena renalis menyalurkan darah ke dalam vena inferior yang terletak di sebelah kanan garis tengah, akibatnya vena renalis kiri kira-kira dua kali lebih panjang dari vena renalis kanan. Saat arteria renalis masuk ke dalam hilus, arteria tersebut bercabang dari arteria interlobaris yang berjalan diantara piramid, selanjutnya membentuk arteria arkuta yang melengkung melintasi basis-basis piramid arteri arkuta kemudian membentuk arteriola-arteriola interlobaris yang tersusun paralel dalam korteks. (lihat gambar pembuluh darah ginjal).

c. Ultrafiltrasi *Glomerulus*

Pembentukan kemih dimulai dengan proses filtrasi dalam korteks dan berlanjut selama bahan pembentukan kemih tersebut mengalir melalui tubulus dan duktus pengumpul. Kemih yang terbentuk kemudian mengalir ke dalam duktus papilaris belini, masuk kaliks minor, kaliks mayor pelvis ginjal dan akhirnya

meninggalkan ginjal melalui ureter menuju kandung kemih. Dinding kaliks, pelvis dan ureter mengandung otot polos yang berkontraksi secara berirama dan membantu mendorong kemih melalui saluran kemih dengan gerakan peristaltik.

2. Ureter

Terdiri dari 2 saluran pipa masing-masing bersambung dari ginjal ke vesika urinaria. Panjangnya \pm 25-30 cm, dengan penampang 0,5 cm. Ureter sebagian terletak pada rongga abdomen dan sebagian lagi terletak pada rongga pelvis. Lapisan dinding ureter terdiri dari:

- a. Dinding luar jaringan ikat (jaringan fibrosa)
- b. Lapisan tengah lapisan otot polos.
- c. Lapisan sebelah dalam lapisan mukosa. Lapisan dinding ureter menimbulkan gerakan-gerakan peristaltic yang mendorong urin masuk ke dalam kandung kemih

3. Vesika Urinaria

Vesika urinaria bekerja sebagai penampung urin. Organ ini berbentuk seperti buah pir (kendi). letaknya d belakang simfisis pubis di dalam rongga panggul. Vesika urinaria dapat mengembang dan mengempis seperti balon karet. Dinding kandung kemih terdiri dari:

- a) Lapisan sebelah luar (peritoneum).
- b) Tunika muskularis (lapisan berotot).
- c) Tunika submukosa
- d) Lapisan mukosa (lapisan bagian dalam)

4. Uretra

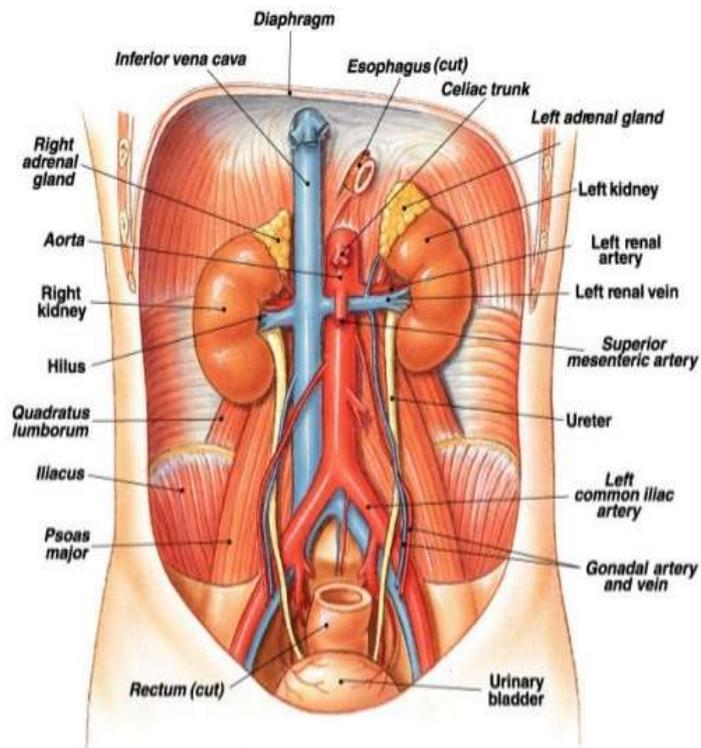
Uretra merupakan saluran sempit yang berpangkal pada kandung kemih yang berfungsi menyalurkan air kemih keluar. Pada laki- laki uretra bewrjalan berkelok-kelok melalui tengah-tengah prostat kemudian menembus lapisan fibrosa yang menembus tulang pubis kebagia penis panjangnya \pm 20 cm. Uretra pada laki – laki terdiri dari

- a) Uretra Prostaria
- b) Uretra membranosa
- c) Uretra Kavemosa

Lapisan uretra laki – laki terdiri dari lapisan mukosa (lapisan paling dalam), dan lapisan submukosa. Uretra pada wanita terletak dibelakang simfisis pubisberjalan

miring sedikit kearah atas, panjangnya $\pm 3 - 4$ cm. Lapisan uretra pada wanita terdiri dari Tunika muskularis (sebelah luar), lapisan spongiosa merupakan pleksus dari vena – vena, dan lapisan mukosa (lapisan sebelah dalam). Muara uretra pada wanita terletak di sebelah atas vagina (antara klitoris dan vagina) dan uretra di sini hanya sebagai saluran ekskresi

Gambar.2 Anatomi Sistem Urinaria



Sumber : <https://www.google.com/imgres?imgurl>

B. Fisiologi Ginjal

1. Menurut Sherwood (2014) fungsi ginjal salah satunya ditujukan untuk mempertahankan homeostasis terutama berperan dalam mempertahankan stabilitas volume dan komposisi elektrolit cairan ekstrasel (CES). Dengan menyesuaikan jumlah air dan berbagai konstituen plasma yang akan disimpan di dalam tubuh atau dikeluarkan melalui air kemih. Ginjal mampu mempertahankan stabilitas volume dan komposisi elektrolit di dalam rentang yang sangat sempit, cocok bagi kehidupan walupun pemasukan dan pengeluaran konstituen-konstituen tersebut melalui jalan lain sangat bervariasi. Jika terdapat kelebihan air atau elektrolit tertentu di CES misalnya garam (NaCl), ginjal dapat mengeliminasi kelebihan tersebut dalam air kemih. Jika terjadi kekurangan sebenarnya tidak dapat memberi tambahan konstituen

yang kurang tersebut melalui air kemih sehingga dapat menyimpan lebih banyak zat tersebut yang didapat dari makanan. Contoh utama adalah defisit H₂O, walaupun seseorang tidak mengonsumsi H₂O, ginjal harus menghasilkan 1 liter H₂O dalam air kemih. Setiap hari untuk melaksanakan fungsi penting lain sebagai pembersih tubuh. Selain berperan penting dalam mengekskresikan keseimbangan cairan dan elektrolit, ginjal juga merupakan jalan penting untuk mengeluarkan berbagai zat sisa metabolik yang toksik dan senyawa-senyawa asing di dalam tubuh. Zat-zat itu tidak dapat dikeluarkan dalam bentuk padat, harus diekskresikan dalam bentuk cairan sehingga ginjal minimal harus menghasilkan 500 ml air kemih berisi zat sisa per hari. Fungsi ginjal spesifik ditujukan untuk mempertahankan kestabilan lingkungan cairan eksternal (CES).

- a. Mempertahankan keseimbangan air dalam tubuh.
- b. Mengatur jumlah dan konsentrasi sebagian besar ion cairan ekstra sel termasuk
- c. Na, Cl, K, HCO₃, Ca, Mg, SO₄, PO₄ dan H. Fluktuasi konsentrasi sebagian elektrolit ini dalam CES dapat menimbulkan pengaruh besar.
- d. Memelihara volume plasma yang sesuai yang berperan dalam pengaturan panjang jangka panjang tekanan darah arteri. Fungsi ini dilaksanakan melalui peran ginjal sebagai pengatur keseimbangan garam dan air.
- e. Membantu memelihara keseimbangan asam basa tubuh dengan mengeluarkan H⁺ dan HCO₃ melalui air kemih.
- f. Memelihara osmolaritas (konsentrasi zat terlarut berbagai cairan tubuh).
- g. Mengekskresikan dan mengeliminasi produk-produk sisa (buangan) metabolisme tubuh, misalnya urea, asam urat, kreatinin. Jika dibiarkan menumpuk zat-zat tersebut bersifat toksik, terutama bagi otak.
- h. Mengekskresikan banyak senyawa asing misalnya obat, bahan tambahan pada makanan, pestisida, dan bahan-bahan eksogen non nutrisi lainnya yang berhasil masuk ke tubuh.

1) Mekanisme pembentukan urine

Dari sekitar 1200 ml darah yang melalui glomerulus setiap menit terbentuk 120 – 125ml filtrat (cairan yang telah melewati celah filtrasi). Setiap harinya dapat terbentuk 150 – 180L filtrat. Namun dari jumlah ini hanya sekitar 1% (1,5 L) yang akhirnya keluar sebagai kemih, dan sebagian diserap kembali. Tahap-tahap Pembentukan Urine:

- a) Proses filtrasi

Terjadi di glomerulus, proses ini terjadi karena permukaan aferent lebih besar dari permukaan eferent maka terjadi penyerapan darah, sedangkan sebagian yang tersaring adalah bagian cairan darah kecuali protein, cairan yang tersaring ditampung oleh simpai bowman yang terdiri dari glukosa, air, sodium, klorida, sulfat, bikarbonat dll, diteruskan ke seluruh ginjal.

b) Proses reabsorpsi

Terjadi penyerapan kembali sebagian besar dari glukosa, sodium, klorida, fosfat dan beberapa ion karbonat. Prosesnya terjadi secara pasif yang dikenal dengan obligator reabsorpsi terjadi pada tubulus atas. Sedangkan pada tubulus ginjal bagian bawah terjadi kembali penyerapan dan sodium dan ion karbonat, bila diperlukan akan diserap kembali kedalam tubulus bagian bawah, penyerapannya terjadi secara aktif dikenali dengan reabsorpsi fakultatif dan sisanya dialirkan pada pupila renalis.

c) Augmentasi (Pengumpulan)

Proses ini terjadi dari sebagian tubulus kontortus distal sampai tubulus pengumpul. Pada tubulus pengumpul masih terjadi penyerapan ion Na^+ , Cl^- , dan urea sehingga terbentuklah urine sesungguhnya. Dari tubulus pengumpul, urine yang dibawa ke pelvis renalis lalu di bawa ke ureter. Dari ureter, urine dialirkan menuju vesika urinaria (kandung kemih) yang merupakan tempat penyimpanan urine sementara. Ketika kandung kemih sudah penuh, urine dikeluarkan dari tubuh melalui uretra.

d) Mikturisi

Peristiwa penggabungan urine yang mengalir melalui ureter ke dalam kandung kemih, keinginan untuk buang air kecil disebabkan penambahan tekanan di dalam kandung kemih dimana sebelumnya telah ada 170 – 23 ml urine. Mikturisi merupakan gerak reflek yang dapat dikendalikan dan dapat ditahan oleh pusat-pusat persyarafan yang lebih tinggi dari manusia, gerakannya oleh kontraksi otot abdominal yang menekan kandung kemih membantu mengosongkannya.

ciri-ciri urine normal adalah Rata-rata dalam satu hari 1-2 liter, tapi berbeda-beda sesuai dengan jumlah cairan yang masuk. Warnanya bening oranye pucat tanpa endapan, baunya tajam, reaksinya sedikit asam terhadap lakmus dengan pH rata-rata 6.

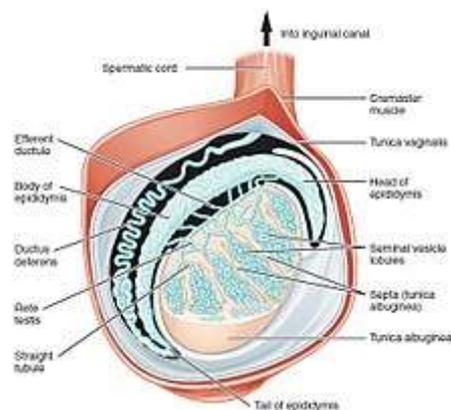
KASUS XIV

SISTEM REPRODUKSI

A. Gamete formation

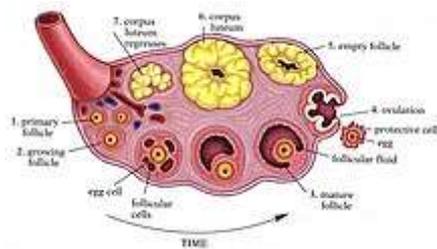
Gamet merupakan sel reproduksi atau sel kelamin yang berisi set kromosom haploid. Ini diproduksi melalui sel germinal yang mengalami gametogenesis, suatu proses yang melibatkan meiosis. Gametogenesis yang mengarah pada produksi gamet betina disebut oogenesis. Proses memproduksi gamet jantan disebut spermatogenesis. Terdapat dua jenis gamet yang berbeda secara morfologis: (1) gamet jantan (yaitu sel sperma) dan (2) gamet betina (mis. Ovum). Gamet jantan lebih kecil dalam ukuran dan motil sedangkan gamet betina beberapa kali lebih besar dan tidak motil. Kondisi haploid dari kedua gamet sangat penting sehingga pada saat pembuahan selama reproduksi seksual integritas nomor kromosom dipertahankan sepanjang generasi. Reproduksi seksual yang melibatkan gamet betina dan jantan dengan ukuran berbeda disebut anisogami (atau heterogami). Sebaliknya, isogami adalah suatu bentuk reproduksi seksual di mana gamet jantan dan betina memiliki ukuran yang sama.

Gamet diproduksi dalam gonad melalui sebuah proses yang dikenal sebagai gametogenesis. Hal ini terjadi ketika jenis tertentu dari sel-sel germinal menjalani meiosis untuk membagi diploid normal dengan jumlah kromosom ($n=46$) menjadi sel haploid yang hanya berisi 23 kromosom.^[2]



Anatomi testis

Pada laki-laki, proses ini dikenal sebagai spermatogenesis, dan hanya terjadi setelah masa pubertas dalam tubulus seminiferus testis. Spermatozoa dewasa atau sperma kemudian dikirim ke epididimis, di mana mereka mendapatkan ekor, sehingga mengaktifkan motilitas. Masing-masing sel-sel germinal diploid asli atau spermatocytes primer membentuk empat gamet fungsional yang masing-masing selamanya muda. ^[*butuh klarifikasi*] Produksi dan kelangsungan hidup sperma membutuhkan suhu di bawah normal suhu tubuh inti. Skrotum, yang terletak di luar rongga tubuh, menyediakan suhu sekitar 3 °C di bawah suhu tubuh normal.



Anatomi ovarium

Pada wanita, gametogenesis dikenal sebagai oogenesis; hal ini terjadi di ovarium folikel ovarium. Proses ini tidak menghasilkan sel telur matang sampai masa pubertas. Berbeda dengan laki-laki, masing-masing sel-sel germinal diploid asli atau oosit primer akan membentuk hanya satu sel telur matang, dan tiga badan polar yang tidak mampu berbuah. Hal ini telah lama diketahui bahwa pada wanita, seperti laki-laki, semua oosit primer yang pernah ditemukan pada wanita yang akan tercipta sebelum kelahiran, dan tahap akhir dari produksi sel telur tidak akan melanjutkan sampai masa pubertas. Namun, baru-baru ini penelitian ilmiah menentang hipotesis tersebut.

B. Organ sex primer dan sekunder

Karakter seks primer : perubh biologis yg scr langsung melibatkan organ yg diperlukan u/ melakukan reproduksi yg mjd lbh besar & matang slm MR

Perempuan : indung telur, tuba falupi, rahim, vagina

Laki – laki : testis, penis, skrotum, vesikula seminalis, kelenjar prostat
Karakter seks sekunder : tanda fisiologis dr kematangan seksual yg tdk scr langsung melibatkan organ seks

Perempuan :tumbuhnya payudara, rambut kemaluan, pertumbuhan tubuh, menarche, mclnya rambut ketiak, perubh suara, perubh kulit, meningkatnya lebar & dalamnya panggul, perkembh otot

Laki – laki: rambut kemaluan, rambut ketiak, perkemb otot, rambut di wajah, perubh suara, perubh kulit, bahu mjd lbh bidang

C. Sistem reproduksi laki-laki

Struktur/Anatomi organ reproduksi laki-laki Secara anatomi organ reproduksilaki-laki terdiri dari organ reproduksi eksternal yaitu skrotum dan penis, dan organ reproduksi internal yaitu testis (menghasilkan sperma dan hormone), kelenjar aksesoris (mensekresikan produk esensial bagi pergerakan sperma), dan sekumpulan duktus yang membawasperma dan kelenjar.

1. SKROTUM

Skrotum merupakan pembungkus testis, dimana. penurunan testis kedalam skrotum (Descensus testiculorum) terjadi semenjak didalam kandungan , Suhu testis lebih rendah 2OC dari suhu tubuh. Ada beberapa mekanisme untuk mempertahankan suhu testis

- a. Terdapatnya kelenjar keringat
- b. Terdapatnya pleksus pampiniform berupa anyaman-anyaman vena dari testis
- c. Terdapatnya otot dartos berupa otot-otot halus

Dinding skrotum terdiri dari beberapa lapisan yaitu

- a. Bagian luar yaitu berupa kulit tipis relative tanpa bulu, mengandung kelenjar keringat
- b. Tunika dartos : bagian yang melekat pada kulit yaitu berupa otot-otot halus
- c. Lapisan jaringan keringat
- d. Membran serous merupakan dasar dari dinding skrotum

2. TESTIS

Merupakan saluran-saluran yang melilit-lilit yang dikelilingi oleh jaringan ikat yang disebut Tubulus seminiferus (tempat terbentuknya sperma). Di tubulus seminiferus juga terdapat sel-sel Leydig yang tersebar, dimana sel ini akan menghasilkan testosteron dan androgen yang merupakan hormone seks pria.

3. DUKTUS EFERENS

Tubulus seminiferus dibagian atas lobus membentuk tubulus lurus (tubulus rectus) dan masuk ke bagian testis yang disebut Rete testis dan keluar sebagai duktus eferens.

4. EPIDIDIMIS

Saluran ini menempel pada testis. Saluran epididimis merupakan duktus eferens bersatu yang berkelok-kelok. Sperma membutuhkan waktu 20 hari di epididimis yang panjangnya hampir mencapai 6 meter. Selama perjalanan sperma di epididimis, sperma menjadi motil dan mendapatkan kemampuan untuk membuahi. Lapisan otot saluran ini, makin tebal ke arah ekor, ini sesuai dengan fungsi epididimis untuk mendorong sperma menuju ke vas deferens.

5. VAS DEFERENS

Merupakan saluran berotot yang keluar dari ekor epididimis menuju ke uretra, tetapi sebelum sampai di uretra, terjadi pelebaran saluran yang disebut ampulla, di akhir saluran ampulla akan bersatu dengan saluran vesika seminalis membentuk saluran kecil yang disebut duktus ejakulasi, duktus ini masuk ke dalam prostate dan bermuara pada uretra. Saluran uretra disamping merupakan saluran ekskresi juga sebagai saluran reproduksi.

6. KELENJAR AKSESORIS

a. Kelenjar Vesikula Seminalis

Kelenjar ini menyumbang 60% total volume semen. Cairan dari vesika seminalis mempunyai sifat kental kekuning-kuningan dan alkalis (basa). Cairan ini mengandung mucus, gulaftuktosa (sumber energi bagi sperma), enzim pengkoagulasi, asam askrobat, dan

prostaglan

b. Kelenjar Prostat

Kelenjar pensekresi semen cukup besar, mensekresikan secara langsung melalui saluran-saluran kecil. Cairan ini mempunyai sifat encer seperti susu dan sedikit asam, serta mengandung enzim antikoagulan(seminin), sitrat (nutrient bagi sperma) .Kelenjar ini merupakan permasalahan bagi laki-laki yang berumur diatas 40 thkeatas, karena pada umumnya terjadi pembesaran kelenjar prostat (non kanker). Biasanya diatasi dengan pembedahan atau dengan obat-obatan mengandung gonadotropin yang dapat menghentikan aktivitas dan ukuran kelenjar prostat.

c. Kelenjar Bulbouretralis / Cowper

Secara langsung tidak terlibat dalam sekresi semen, merupakan sepasang kelenjar kecil, mensekresikan mukus bening sebelum ejakulasi, gunanya untuk menetralkan setiap urin asam yang masih tersisa dalam uretra, juga mengandung enzim spermin (bau khas). Kadang-kadang cairan ini juga membawa sebagian sperma yang dibebaskan sebelum terjadinya ejakulasi. Ini merupakan alasan tingginya kegagalan kontrol kelahiran menggunakan metode menarik penis sebelum terjadinya ejakulasi .

7. PENIS

Penis manusia terdiri dari 3 silinder jaringan erektil yang mirip spon yang terdiri dari ruang-ruang dimana pembatasnya disebut trabekula. Jaringan erektil ini berasal dari vena dan kapiler yang dimodifikasi. Ke-tiga jaringan erektil ini adalah: a. 2 (dua) buah corpus cavernosum dari penis, pada bagian dorsaldan b. 1(satu) buah corpus cavernosum dari uretra(corpus spongiosum).

Selama kebangkitan gairah seks, maka jaringan ini akan terisi penuh oleh darah, dimana akan terjadi penutupan vena oleh peningkatan tekanan sehingga penis penuh dengan darah yang menyebabkan terjadinya ereksi. Ereksi sangat penting artinya untuk memasukkan penis kedalam vagina saat terjadi kopulasi.

Setiap laki-laki normal akan men ejakulasikan semennya sebanyak 2-5

ml, dan setiap 1ml mengandung sperma 50-150juta sperma(normozoospermia : ≥ 20 juta/ml). Pada saat semen berada disaluran wanita, prostaglandin dalam semen mengencerkan mukus pada permukaan uterus dan menggerakkan otot uterus serta merangsang untuk membantu masuknya semen ke uterus. Semen yang bersifat alkalis akan membantu menetralkan suasana lingkungan vagina yang sedikit asam, sehingga melindungi sperma dan meningkatkan motilitasnya. Saat pertama kali diejakulasikan , semen berkoagulasi sehingga memudahkan untuk digerakan oleh kontraksi uterus, sampai diuterus antikoagulan mencairkan semen guna membantu sperma untuk bisa berenang melalui saluran perempuan menuju sel telur.

D. Sistem reproduksi perempuan

1. Organ Reproduksi Bagian Luar

a. Mons Veneris

Mons veneris ini tersusun dari jaringan lemak dan sedikit jaringan ikat. Merupakan bagian yang paling dominan yang menutupi tulang kemaluan. Bagian ini yakni bagian yang ditumbuhi dengan rambut kemaluan saat wanita sudah beranjak dewasa. Memiliki nama lain gunung venus.

b. Labia Mayora

Disebut juga dengan bibir kemaluan besar, pada dasarnya bentuk labia ini seperti bibir. Dan berada di bawah Mons Verenis dengan memanjang hingga ke parineum yaitu area kulit diantara lubang vagina dengan anus. Labia mayora ini terdiri dari jaringan lemak dan kelenjar ringan. Rambut kemaluan yang menutupi bagian labia mayora adalah rambut yang tumbuh di Mons Veneris.

c. Labia Minora

Bibir kemaluan kecil yang posisinya di dalam Labia Mayora yang tidak ditumbuhi dengan rambut kemaluan. Labia Minroa tersusun dari jaringan lemak yang memiliki banyak pembuluh darah. Baik di bagian Labia Minora maupun Mayora, keduanya terdapat area sensitif yang bisa menerima rangsangan seksual.

d. Klitoris

Bentuknya seperti gumpalan kecil dan berada di bagian atas Labia Minora. Klitoris menjadi bagian yang paling sensitif pada rangsangan saat berhubungan seksual. Sifat erektil pada klitoris hampir sama dengan penis pada pria.

e. Vestibulum

Rongga pembatas diantara dua sisi Labia Minora. Berada pada bagian bawah dan di bagian atasnya ialah klitoris. Di bagian ini juga terdapat kelenjar bartholin atau vestibular yang akan memproduksi cairan yang menjadi pelumas, saat berhubungan seksual.

f. Himen

Himen atau selaput dara yang merupakan sebuah selaput membran tipis yang menutupi vagina. Darah menstruasi juga biasanya keluar dari himen sebab umumnya himen memiliki satu lubang yang ukurannya sedikit lebih besar. Himen sering dihubungkan dengan keperawanan pada wanita, namun hal ini masih menjadi perdebatan para ahli. Karena banyak juga yang menyebutkan bahwa selaput dara tidak bias.

2. Organ Reproduksi Bagian Dalam

a. Vagina

Organ ini berada diantara bawah rahim dan tubuh bagian luar. Vagina ialah lorong atau jalan keluar untuk melahirkan, dan juga sebagai tempat masuknya penis selama berhubungan seksual.

b. Serviks atau leher Rahim

Leher rahim ialah pintu masuk antara vagina dan rahim, yang berbentuk lorong sempit. Dinding serviks bersifat fleksibel, maka bisa meregang dan membuka jalan lahir saat persalinan.

c. Rahim atau uterus

Merupakan organ memiliki bentuk seperti buah pir yang menjadi rumah bagi janin yang sedang berkembang.

d. Ovarium (indung telur)

Organ ini merupakan kelenjar kecil memiliki bentuk oval yang terletak di kedua sisi rahim. Ovarium memiliki fungsi untuk menghasilkan sel telur dan memproduksi hormon seks utama, yaitu estrogen dan progesteron, yang dilepaskan ke dalam aliran darah.

e. Saluran telur atau tuba fallopi

Tuba fallopi merupakan saluran sempit yang menempel pada bagian atas rahim mengarah ke ovarium. Saluran ini merupakan jalan bagi telur dari ovarium ke rahim dan tempat berlangsungnya pembuahan telur oleh sperma.

E. Siklus hormonal perempuan

1. Siklus menstruasi adalah perubahan dalam tubuh wanita, khususnya pada bagian organ reproduksi. Menstruasi terjadi ketika lapisan dinding rahim (endometrium) yang menebal luruh karena tidak adanya pembuahan sel telur. Siklus menstruasi pada tiap wanita berbeda-beda, bisa terjadi antara 23-35 hari, namun rata-rata siklus menstruasi adalah 28 hari. Pada dasarnya, siklus menstruasi dibagi menjadi beberapa fase yang diatur oleh lima hormon di dalam tubuh. Hormon yang dimaksud antara lain:

a. Estrogen

Hormon yang diproduksi pada ovarium ini sangat berperan di dalam tubuh, terutama pada ovulasi dalam siklus reproduksi wanita. Hormon estrogen juga berperan pada perubahan tubuh remaja dalam masa pubertas serta terlibat dalam pembentukan kembali lapisan rahim setelah periode menstruasi.

b. Progesteron

Hormon ini bekerjasama dengan estrogen guna menjaga siklus reproduksi dan menjaga kehamilan. Sama dengan estrogen, progesteron juga diproduksi di ovarium dan berperan dalam penebalan dinding rahim.

c. Hormon pelepas gonadotropin (*Gonadotrophin-releasing hormone-GnRh*)

Diproduksi oleh otak, hormon ini membantu memberikan rangsangan pada tubuh untuk menghasilkan hormon perangsang folikel dan hormon pelutein.

d. Hormon Pelutein (*Luteinizing hormone-LH*)

Sel telur dan proses ovulasi dihasilkan oleh ovarium berkat rangsangan dari hormon ini.

e. Hormon perangsang folikel (*Follicle stimulating hormone-FSH*)

Hormon ini berfungsi membantu sel telur di dalam ovarium matang dan siap untuk dilepaskan. Hormon ini diproduksi di kelenjar pituitari pada bagian bawah otak.

2. Fase-fase dalam Siklus Menstruasi

Menstruasi merupakan proses pembersihan rahim terhadap pembuluh darah, kelenjar – kelenjar, dan sel – sel yang tidak terpakai karena tidak adanya pembuahan atau kehamilan. Proses menstruasi adalah peluruhan dinding rahim (endometrium) yang disertai dengan terjadinya perdarahan. Menstruasi merupakan hal yang alamiah bagi wanita yang sehat dan akan terjadi setelah seorang wanita telah tumbuh menjadi dewasa. Seorang wanita dewasa yang sehat dan normal akan mengalami 4 tahapan siklus menstruasi setiap periodenya. Sering masa menstruasi disebut sebagai masa haid.

Siklus haid yang normal berkisar antara 28 – 29 hari. Namun, masa menstruasi bervariasi bagi setiap wanita. Hampir 90% wanita memiliki siklus haid 25 – 35 hari, sekitar 10% – 15% yang memiliki siklus haid 28 hari, dan beberapa wanita memiliki siklus yang tidak teratur (kondisi haid yang tidak teratur dapat menjadi indikasi adanya masalah kesuburan). Pada umumnya, lama masa menstruasi berlangsung selama 3 – 7 hari.

Siklus menstruasi terjadi dalam 4 tahapan yaitu,

- a. Fase pendarahan/menstruasi
- b. Fase folikuler/pra ovulasi
- c. Fase ovulasi
- d. Fase luteal/pasca ovulasi

Hari pertama pada fase menstruasi dihitung sebagai hari pertama siklus, pada umumnya selang waktu fase menstruasi adalah hari 1 sampai 5. Kemudian berlanjut ke siklus ke dua yang biasanya berlangsung hari 6 sampai 13. Selanjutnya ke fase ovulasi yaitu pada hari 14 terhitung dari hari pertama keluarnya darah menstruasi. Berikutnya ke fase terakhir

dalam siklus menstruasi yaitu fase pasca ovulasi yang pada umumnya berlangsung pada hari 15 sampai 28.

Perubahan Bagian Sistem Reproduksi Wanita pada Siklus Menstruasi

Dalam sistem reproduksi wanita terdapat ovarium yang dapat menghasilkan ovum. Ovum terbungkus dalam kantung cairan atau yang disebut sebagai folikel. Folikel merupakan kantung cairan yang berisi oosit matang yang dapat berkembang menjadi sel telur.

Pada bagian sistem reproduksi wanita juga terdapat endometrium yaitu lapisan terdalam pada rahim dan tempatnya menempelnya ovum yang siap dibuahi. Jika ovum tidak dibuahi maka akan luruh menjadi darah atau yang biasa disebut dalam masa menstruasi. Jika ovum berhasil dibuahi oleh sel sperma maka akan terjadi kehamilan dan masa menstruasi tidak terjadi.

Terdapat beberapa hormon yang mempengaruhi terjadinya menstruasi yaitu hormon GnRH (*Gonadotropin Releasing Hormone*), FSH (*Follicle Stimulating Hormone*), LH (*Luteinizing Hormone*), *estrogen*, dan *progesteron*.

Jadi perubahan yang terjadi pada siklus menstruasi meliputi keadaan,

- a. Folikel
- b. Dinding endometrium
- c. Tingkat hormon

Fase Menstruasi/Pendarahan

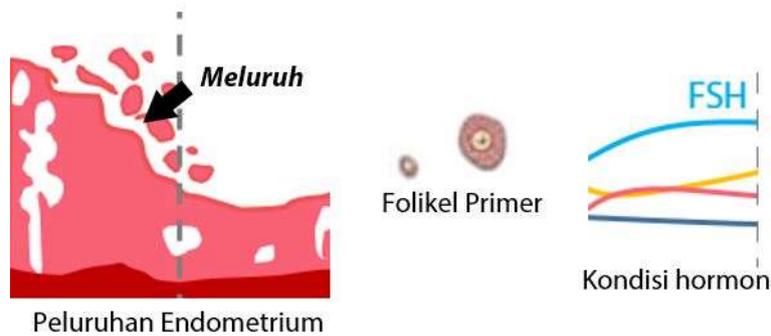
Hari pertama pada fase menstruasi menjadi patokan hari ke-1 dari siklus menstruasi. Pada umumnya, fase menstruasi rata – rata berlangsung selama 7 hari, ada yang mengalami kurang dari 7 hari dan ada pula yang mengalami lebih dari 7 hari (tetapi kurang dari 15 hari).

Fase menstruasi terjadi jika sel ovum tidak dibuahi oleh sel sperma. Keadaan yang terjadi pada fase menstruasi adalah produksi hormon estrogen dan progesteron terhenti yang menyebabkan *peluruhan dinding endometrium*

sehingga terjadi pendarahan atau yang kita sering kita kenal sebagai masa menstruasi. Jadi, darah yang didapati wanita dewasa pada saat menstruasi terjadi akibat peluruhan dinding endometrium.

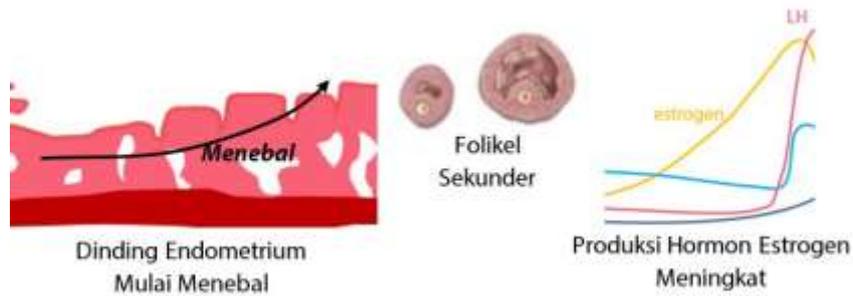
Saat terjadi peluruhan dinding endometrium, ada sebuah lapisan dasar di balik lapisan yang terkikis. Kemudian akan membentuk lagi sebuah lapisan dinding baru di dalam rahim dan menebalkan dinding tersebut selama bulan berikutnya.

Kondisi folikel pada masa menstruasi berupa folikel primer yang akan berkembang dan masuk ke siklus selanjutnya. Proses ini akan diulang terus setiap bulannya di dalam rahim hingga masa menopause dan jika tidak terjadi kehamilan.



Fase Pra Ovulasi (Folikuler)

Pada fase pra ovulasi/folikuler terjadi proses sekresi hormon FSH oleh kelenjar hipofisis anterior. Pada saat fase folikuler ini, produksi FSH mengalami proses kenaikan. Di mana peran dari hormon FSH adalah mengubah folikel primer yang terbentuk pada tahapan sebelumnya menjadi folikel sekunder. Folikel sekunder yang terbentuk menyebabkan produksi hormon estrogen dan kemudian akan terjadi penebalan dinding endometrium.



Fase Ovulasi

Fase berikutnya dalam 4 tahapan siklus menstruasi adalah fase ovulasi. Pada fase ovulasi, hormon estrogen akan mempengaruhi hipofisis anterior untuk sekresi hormon LH yang berperan dalam memicu ovulasi untuk melepas oosit sekunder. Fase ovulasi merupakan tahapan di mana ovum (sel telur) siap dibuahi oleh sel sperma.



Kondisi yang terjadi pada fase ovulasi adalah sebagai berikut:

1. Folikel mencapai kematangan
2. Sekresi hormon estrogen meningkat
3. Sekresi hormon FSH dan LH meningkat
4. Sel telur keluar dari folikel

Fase Pasca Ovulasi (Luteal)

Tahapan yang terakhir adalah fase pasca ovulasi, pada fase ini terjadi pembentukan korpus luteum yang akan menghasilkan hormon progesteron. Hormon ini berperan dalam penebalan dinding endometrium. Sehingga, keadaan dinding endometrium akan semakin menebal. Jika terjadi pembuahan, dinding

endometrium akan dipertahankan dan semakin menebal dan fase menstruasi tidak terjadi. Jika ovum tidak dibuahi maka akan terjadi peluruhan dinding endometrium dan terjadi menstruasi.



Penyebab Siklus Menstruasi yang Berbeda

Pada beberapa orang, siklus menstruasi mungkin akan terjadi perubahan dari satu siklus ke siklus berikutnya. Kondisi ini bisa jadi normal atau tidak normal, tergantung penyebab ketidaknormalan siklus menstruasi yang tidak teratur itu sendiri.

Contoh penyebab menstruasi tidak teratur atau tidak lancar yang bisa dialami oleh siapapun seperti:

1. Terlalu lelah secara fisik
2. Stress yang terlalu berlebihan
3. Asupan nutrisi yang kurang atau tidak mencukupi kebutuhan
4. Periode perimenopause (periode sebelum menopause terjadi)
5. Penurunan berat badan yang sangat drastis
6. Penggunaan kontrasepsi hormonal
7. Ketidakseimbangan hormon dalam tubuh
8. Gangguan kelenjar tiroid
9. Gangguan organ reproduksi
10. Obesitas
11. Adanya infeksi pada organ reproduksi
12. Menarche (menstruasi pertama kalinya)

B. Fertilisasi dan kehamilan

1. Fertilisasi (Pembuahan) adalah proses peleburan antara satu sel sperma dan satu sel ovum yang sudah matang. Proses pembuahan ini terjadi di bagian saluran Fallopii yang paling lebar. Sebelum terjadi poses pembuahan, terjadi beberapa proses sebagai berikut.
2. Ovum yang telah masuk akan keluar dari ovarium. Proses tersebut dinamakan ovulasi. Ovum yang telah masak tersebut akan masuk ke saluran Fallopii. Jutaan sperma harus berjalan dari vagina menuju uterus dan masuk ke saluran Fallopii. Dalam perjalanan itu, kebanyakan sperma dihancurkan oleh mukus (lendir) asam di dalam uterus dan saluran Fallopii. Di antara beberapa sel sperma yang bertahan hidup, hanya satu yang masuk menembus membran ovum. Setelah terjadi pembuahan, membran ovum segera mengeras untuk mencegah sel sperma lain masuk.

Hasil pembuahan adalah zigot. Kemudian mengalami pertumbuhan dan perkembangan sebagai berikut:

- a. Zigot membelah menjadi 2 sel, 4 sel, dan seterusnya.
- b. Dalam waktu bersamaan lapisan dinding dalam uterus menjadi tebal seperti spons, penuh dengan pembuluh darah, dan siap menerima zigot.
- c. Karena kontraksi otot dan gerak silia dinding saluran Fallopii, zigot menuju ke uterus dan menempel di dinding uterus untuk tumbuh dan berkembang.
- d. Terbentuk plasenta dan tali pusat yang merupakan penghubung antara embrio dan jaringan ibunya. Fungsi plasenta dan tali pusat adalah mengalirkan oksigen dan zat-zat makanan dari ibu ke embrio, serta mengalirkan sisa-sisa metabolisme dari embrio ke peredaran darah ibunya.
- e. Embrio dikelilingi cairan amnion yang berfungsi melindungi embrio dari bahaya benturan yang mungkin terjadi.
- f. Embrio berusaha empat minggu sudah menunjukkan adanya pertumbuhan mata, tangan, dan kaki.

- g. Setelah berusia enam minggu, embrio sudah berukuran 1,5 cm. Otak, mata, telinga, dan jantung sudah berkembang. Tangan dan kaki, serta jari-jarinya mulai terbentuk.
- h. Setelah berusia delapan minggu, embrio sudah tampak sebagai manusia dengan organ-organ tubuh lengkap. Kaki, tangan, serta jari-jarinya telah berkembang. Mulai tahap ini sampai lahir, embrio disebut fetus (janin).
- i. Setelah mencapai usia kehamilan kira-kira sembilan bulan sepuluh hari, bayi siap dilahirkan.

3. Kehamilan dan Perkembangan Embrio

Proses kehamilan adalah proses dimana bertemunya sel telur dengan sel sperma hingga terjadi pembuahan. Proses kehamilan (gestasi) berlangsung selama 40 minggu atau 280 hari dihitung dari hari pertama menstruasi terakhir. Usia kehamilan sendiri adalah 38 minggu, karena dihitung mulai dari tanggal konsepsi (tanggal bersatunya sperma dengan telur) yang terjadi dua minggu setelahnya.

Dalam dunia kedokteran, proses kehamilan dibagi menjadi tiga fase sesuai dengan pertumbuhan fisik bayi. Masing-masing fase tersebut disebut trimester.

Trimester Pertama (Minggu 0 – 12)



Dalam fase ini ada tiga periode penting pertumbuhan mulai dari periode germinal sampai periode terbentuknya fetus.

b. *Periode Germinal (Minggu 0 – 3)*

Proses pembuahan telur oleh sperma yang terjadi pada minggu ke-2 dari hari pertama menstruasi terakhir. Telur yang sudah dibuahi sperma bergerak dari tuba fallopi dan menempel ke dinding uterus (endometrium).

c. *Periode Embrio (Minggu 3 – 8)*

Proses dimana sistem syaraf pusat, organ-organ utama dan struktur anatomi mulai terbentuk seperti mata, mulut dan lidah mulai terbentuk, sedangkan hati mulai memproduksi sel darah. Janin mulai berubah dari blastosis menjadi embrio berukuran 1,3 cm dengan kepala yang besar

d. *Periode Fetus (Minggu 9 – 12)*

Periode dimana semua organ penting terus bertumbuh dengan cepat dan saling berkaitan dan aktivitas otak sangat tinggi.

Trimester kedua (Minggu 12 – 24)



Pada trimester kedua ini terjadi peningkatan perkembangan janin. Pada minggu ke-18 kita bisa melakukan pemeriksaan dengan ultrasonografi (USG) untuk mengecek kesempurnaan janin, posisi plasenta dan kemungkinan bayi kembar. Jaringan kuku, kulit dan rambut berkembang dan mengeras pada minggu ke 20 – 21. Indera penglihatan dan pendengaran janin mulai berfungsi. Kelopak mata sudah dapat membuka dan menutup. Janin (fetus) mulai tampak sebagai sosok manusia dengan panjang 30 cm.

Trimester ketiga (24 -40)



Dalam trimester ini semua organ tubuh tumbuh dengan sempurna. Janin menunjukkan aktivitas motorik yang terkoordinasi seperti menendang atau menonjok serta dia sudah memiliki periode tidur dan bangun.

Masa tidurnya jauh lebih lama dibandingkan masa bangun. Paru-paru berkembang pesat menjadi sempurna. Pada bulan ke-9 ini , janin mengambil posisi kepala di bawah dan siap untuk dilahirkan. Berat bayi lahir berkisar antara 3 -3,5 kg dengan panjang 50 cm.

FORMAT PENILAIAN TUTORIAL

Kasus: _____

Kelompok: I

Langkah : Dua (2)

No	Nama Mahasiswa	Partisipasi & Ketrampilan					Kerja Sama/ Team Building					Pemahaman Penalaran					Pengetahuan ketrampilan mengumpulkan informasi					Nilai = Jumlah skor x 5	Keterangan			
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
1																										
2																										
3																										
4																										
5																										
6																										
7																										
8																										
9																										
10																										
11																										
12																										

Keterangan:

1 = Tidak memuaskan 2 = Marginal 3 = Memuaskan 4 = Baik 5 = Baik Sekali

*Tabel untuk memudahkan menghitung nilai

Jumlah skor	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nilai	60	65	70	75	80	85	90	95	100

Yogyakarta,,.....
Tutor,

RESUME PENILAIAN TUTORIAL

KELOMPOK : I

No	Nama Mahasiswa	SGD Langkah 2														Jumlah Nilai
		Kasus 1	Kasus 2	Kasus 3	Kasus 4	Kasus 5	Kasus 6	Kasus 7	Kasus 8	Kasus 9	Kasus 10	Kasus 11	Kasus 12	Kasus 13	Kasus 14	Jumlah Kasus
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																

Yogyakarta,,.....
Tutor,

FORMAT PENILAIAN TUTORIAL

Kasus: _____

Kelompok: II

Langkah : Dua (2)

No	Nama Mahasiswa	Partisipasi & Ketrampilan					Kerja Sama/ Team Building					Pemahaman Penalaran					Pengetahuan ketrampilan mengumpulkan informasi					Nilai = Jumlah skor x 5	Keterangan		
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
10																									
11																									
12																									

Keterangan:

1 = Tidak memuaskan 2 = Marginal 3 = Memuaskan 4 = Baik 5 = Baik Sekali

*Tabel untuk memudahkan menghitung nilai

Jumlah skor	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nilai	60	65	70	75	80	85	90	95	100

Yogyakarta,,.....
Tutor,

RESUME PENILAIAN TUTORIAL

KELOMPOK : II

No	Nama Mahasiswa	SGD Langkah 2														Jumlah Nilai
		Kasus 1	Kasus 2	Kasus 3	Kasus 4	Kasus 5	Kasus 6	Kasus 7	Kasus 8	Kasus 9	Kasus 10	Kasus 11	Kasus 12	Kasus 13	Kasus 14	Jumlah Kasus
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																

Yogyakarta,,.....
Tutor,

FORMAT PENILAIAN TUTORIAL

Kasus: _____

Kelompok: III

Langkah : Dua (2)

No	Nama Mahasiswa	Partisipasi & Ketrampilan					Kerja Sama/ Team Building					Pemahaman Penalaran					Pengetahuan ketrampilan mengumpulkan informasi					Nilai = Jumlah skor x 5	Keterangan		
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
10																									
11																									
12																									

Keterangan:

1 = Tidak memuaskan 2 = Marginal 3 = Memuaskan 4 = Baik 5 = Baik Sekali

*Tabel untuk memudahkan menghitung nilai

Jumlah skor	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nilai	60	65	70	75	80	85	90	95	100

Yogyakarta,,.....
Tutor,

RESUME PENILAIAN TUTORIAL

KELOMPOK : III

No	Nama Mahasiswa	SGD Langkah 2														Jumlah Nilai Jumlah Kasus
		Kasus 1	Kasus 2	Kasus 3	Kasus 4	Kasus 5	Kasus 6	Kasus 7	Kasus 8	Kasus 9	Kasus 10	Kasus 11	Kasus 12	Kasus 13	Kasus 14	
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																

Yogyakarta,,.....
Tutor,

REKAP HASIL EVALUASI
MICRO TEACHING PBL ILMU BIOMEDIK DASAR
PRODI DIPLOMA 3 KEPERAWATAN STIKES BETHESDA YAKKUM YOGYAKARTA

KELOMPOK I

NO	NAMA	MICRO TEACHING									TOTAL	AKHIR
		PENYAJIAN LISAN			LAPORAN INDIVIDU			KEMAMPUAN MENJAWAB				
		Bobot	Nilai	B x N	Bobot	Nilai	B x N	Bobot	Nilai	B x N		
1		5			10			5				
2		5			10			5				
3		5			10			5				
4		5			10			5				
5		5			10			5				
6		5			10			5				
7		5			10			5				
8		5			10			5				
9		5			10			5				
10		5			10			5				
11		5			10			5				
12		5			10			5				

Tutor,

KELOMPOK II

NO	NAMA	MICRO TEACHING										
		PENYAJIAN LISAN			LAPORAN INDIVIDU			KEMAMPUAN MENJAWAB			TOTAL	AKHIR
		Bobot	Nilai	B x N	Bobot	Nilai	B x N	Bobot	Nilai	B x N		
1		5			10			5				
2		5			10			5				
3		5			10			5				
4		5			10			5				
5		5			10			5				
6		5			10			5				
7		5			10			5				
8		5			10			5				
9		5			10			5				
10		5			10			5				
11		5			10			5				
12		5			10			5				

Tutor,

KELOMPOK III

NO	NAMA	MICRO TEACHING										
		PENYAJIAN LISAN			LAPORAN INDIVIDU			KEMAMPUAN MENJAWAB			TOTAL	AKHIR
		Bobot	Nilai	B x N	Bobot	Nilai	B x N	Bobot	Nilai	B x N		
1		5			10			5				
2		5			10			5				
3		5			10			5				
4		5			10			5				
5		5			10			5				
6		5			10			5				
7		5			10			5				
8		5			10			5				
9		5			10			5				
10		5			10			5				
11		5			10			5				
12		5			10			5				

Tutor,
