



Buku Ajar **ILMU BIOMEDIK DASAR**



Tim Penulis :

Nur Chabibah, S.Si., M.Si

Salma Nadiyah, M.Biomed

Nisha Dharmayanti Rinarto, S.Kep., Ns., M.Si

Suryati, S. Kep, M. Kep., Ns., Sp.Kep.An

Ns. Erlin Ifadah, M.Kep., Sp.Kep.M.B

apt. I Gede Edy Sagitha, S.Farm., M.Farm.Klin

Ns. Inong Sri Rahayu, S.Kep., M.Kep

Dr. Dharmawaty M. Taher, S.Pd., M.Si

Erina Windiany, S.S.T., M.K.M

SONPEDIA.COM

PT. Sonpedia Publishing Indonesia

BUKU AJAR ILMU BIOMEDIK DASAR

Tim Penulis :

Nur Chabibah, S.Si., M.Si
Salma Nadiyah, M.Biomed
Nisha Dharmayanti Rinarto, S.Kep., Ns., M.Si
Suryati, S. Kep, M. Kep., Ns., Sp.Kep.An
Ns. Erlin Ifadah, M.Kep., Sp.Kep.M.B
apt. I Gede Edy Sagitha, S.Farm., M.Farm.Klin
Ns. Inong Sri Rahayu, S.Kep., M.Kep
Dr. Dharmawaty M. Taher, S.Pd., M.Si
Erina Windiany, S.S.T., M.K.M

Penerbit

SONPEDIA.COM
PT. Sonpedia Publishing Indonesia

BUKU AJAR ILMU BIOMEDIK DASAR

Tim Penulis :

Nur Chabibah, S.Si., M.Si
Salma Nadiyah, M.Biomed
Nisha Dharmayanti Rinarto, S.Kep., Ns., M.Si
Suryati, S. Kep, M. Kep., Ns., Sp.Kep.An
Ns. Erlin Ifadah, M.Kep., Sp.Kep.M.B
apt. I Gede Edy Sagitha, S.Farm., M.Farm.Klin
Ns. Inong Sri Rahayu, S.Kep., M.Kep
Dr. Dharmawaty M. Taher, S.Pd., M.Si
Erina Windiany, S.S.T., M.K.M

ISBN : 978-623-8483-13-6

Editor :

Efitra

Penyunting :

Ida Kumala Sari

Desain sampul dan Tata Letak :

Yayan Agusdi

Penerbit :

PT. Sonpedia Publishing Indonesia

Redaksi :

Jl. Kenali Jaya No 166 Kota Jambi 36129 Telp. +6282177858344

Email : sonpediapublishing@gmail.com

Website : www.buku.sonpedia.com

Anggota IKAPI : 006/JBI/2023

Cetakan Pertama, Desember 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara Apapun tanpa izin dari penerbit

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku ini dengan baik. Buku ini berjudul ***“BUKU AJAR ILMU BIOMEDIK DASAR”***. Tidak lupa kami ucapkan terima kasih bagi semua pihak yang telah membantu dalam penulisan dan penerbitan buku ini.

Ilmu biomedik adalah jembatan yang menghubungkan prinsip-prinsip biologi, kimia, dan fisika dengan aplikasinya dalam konteks kesehatan. Melalui pemahaman mendalam terhadap struktur, fungsi, dan proses biologis, kita dapat meresapi keunikan tubuh manusia serta merinci peran berbagai elemen yang membentuk dasar kesehatan dan penyakit.

Buku Ajar ini disusun sebagai buku panduan komprehensif yang menjelajahi kompleksitas dan mendalamnya tentang ilmu biomedik dasar. Buku ini dapat digunakan oleh pendidik dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran di bidang ilmu biomedik dasar dan diberbagai bidang Ilmu terkait lainnya. Buku ini dapat digunakan sebagai panduan dan referensi mengajar mata kuliah Ilmu biomedik dasar dan menyesuaikan dengan Rencana Pembelajaran Semester tingkat Perguruan Tinggi masing-masing.

Secara garis besar, buku ajar ini pembahasannya mulai dari penerapan fisika dalam keperawatan, prinsip dasar biokimia dalam keperawatan, dasar-dasar anatomi & fisiologi tubuh manusia, sistem pernafasan, sistem kardiovaskuler, sistem pencernaan, sistem muskuloskeletal, sistem integument serta ditutup dengan materi mengenai sistem reproduksi. Buku ajar ini disusun secara sistematis, ditulis dengan bahasa yang jelas dan mudah dipahami, dan dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

Buku ini mungkin masih terdapat kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu, saran dan kritik para pemerhati sungguh penulis

harapkan. Semoga ilmu biomedik yang tersaji dalam buku ajar ini dapat memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu kedokteran dan kesehatan dalam kegiatan pembelajaran.

Surabaya, November 2023

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
KEGIATAN BELAJAR 1 PENERAPAN FISIKA DALAM KEPERAWATAN	1
DESKRIPSI, KOMPETENSI DAN PETA KONSEP PEMBELAJARAN	
A. PENDAHULUAN	2
B. BIOMEKANIKA	2
C. BIOLISTRIK	5
D. FLUIDA	7
E. BIOTHERMIK	10
F. BIOOPTIK	12
G. BIOAKUSTIK	14
H. RANGKUMAN	16
I. TES FORMATIF	17
J. LATIHAN	18
KEGIATAN BELAJAR 2 PRINSIP DASAR BIOKIMIA DALAM KEPERAWATAN	19
DESKRIPSI, KOMPETENSI DAN PETA KONSEP PEMBELAJARAN	
A. BIOKIMIA, BIOLOGI SEL DAN BIOMOLEKUL	20
B. BIOKIMIA DALAM KEPERAWATAN	22
C. PENGANTAR METABOLISME KARBOHIDRAT	23
D. PENGANTAR METABOLISME LIPID	28
E. PENGANTAR METABOLISME PROTEIN	30
F. HUBUNGAN METABOLISME LIPID, KARBOHIDRAT DAN PROTEIN	34
G. RANGKUMAN	35
H. TES FORMATIF	36

I. LATIHAN.....	37
KEGIATAN BELAJAR 3 DASAR-DASAR ANATOMI DAN FISILOGI TUBUH MANUSIA.....	38
DESKRIPSI, KOMPETENSI DAN PETA KONSEP PEMBELAJARAN	
A. PENGERTIAN ANATOMI.....	39
B. PENGERTIAN FISILOGI.....	39
C. KLASIFIKASI ANATOMI DAN FISILOGI.....	40
D. ISTILAH DAN POSISI ANATOMI.....	41
E. ARAH GERAKAN TUBUH.....	43
F. ISTILAH ANATOMI LAIN ATAU NOMENKLATUR ANATOMI.....	45
G. RONGGA-RONGGA DALAM TUBUH MANUSIA.....	46
H. TINGKAT ORGANISASI DALAM TUBUH MANUSIA.....	47
I. SISTEM ORGAN PADA TUBUH MANUSIA.....	47
J. RANGKUMAN.....	50
K. TES FORMATIF.....	51
L. LATIHAN.....	52
KEGIATAN BELAJAR 4 SISTEM PERNAFASAN.....	53
DESKRIPSI, KOMPETENSI DAN PETA KONSEP PEMBELAJARAN	
A. PENGERTIAN PROSES PERNAFASAN.....	54
B. ANATOMI SISTEM PERNAFASAN.....	54
C. FISILOGI RESPIRASI.....	58
D. RANGKUMAN.....	62
E. TES FORMATIF.....	62
F. LATIHAN.....	63
KEGIATAN BELAJAR 5 SISTEM KARDIOVASKULER.....	64
DESKRIPSI, KOMPETENSI DAN PETA KONSEP PEMBELAJARAN	
A. SISTEM KARDIOVASKULER.....	65
B. ANATOMI JANTUNG.....	66
C. FISILOGI JANTUNG.....	69

D. SIKLUS JANTUNG DAN SISTEM PEREDARAN DARAH JANTUNG .	69
E. ELEKTROFISIOLOGI JANTUNG.....	70
F. SISTEM KONDUKSI JANTUNG	71
G. BUNYI JANTUNG	72
H. RANGKUMAN	72
I. TES FORMATIF	73
J. LATIHAN.....	73
KEGIATAN BELAJAR 6 SISTEM PENCERNAAN	74
DESKRIPSI, KOMPETENSI DAN PETA KONSEP PEMBELAJARAN	
A. PENDAHULUAN SISTEM PENCERNAAN	75
B. HISTOLOGI DARI SALURAN PENCERNAAN.....	76
C. ORGAN UTAMA PADA SALURAN PENCERNAAN.....	77
D. ORGAN AKSESORI PADA SISTEM PENCERNAAN.....	83
E. HORMON PENTING PADA SISTEM PENCERNAAN	87
F. ENZIM YANG MEMPENGARUHI NUTRISI PADA SISTEM PENCERNAAN	87
G. PENGARUH USIA TERHADAP SISTEM PENCERNAAN	88
H. RANGKUMAN	88
I. TES FORMATIF	89
J. LATIHAN.....	89
KEGIATAN BELAJAR 7 SISTEM MUSKULOSKELETAL	90
DESKRIPSI, KOMPETENSI DAN PETA KONSEP PEMBELAJARAN	
A. PENGERTIAN SISTEM MUSKULOSKELETAL	91
B. FUNGSI SISTEM MUSKULOSKELETAL	92
C. PEMBAGIAN SISTEM MUSKULOSKELETAL.....	93
D. JENIS-JENIS SISTEM MUSKULOSKELETAL.....	96
E. RANGKUMAN	99

F. TES FORMATIF	100
G. LATIHAN.....	101
KEGIATAN BELAJAR 8 SISTEM INTEGUMENT	102
DESKRIPSI, KOMPETENSI DAN PETA KONSEP PEMBELAJARAN	
A. PENGERTIAN SISTEM INTEGUMENT	103
B. STRUKTUR KULIT.....	105
C. PENUAAN DAN SISTEM INTEGUMENTER	120
D. PERTAHANAN DAN RESPON IMUN.....	121
E. RANGKUMAN	123
F. TES FORMATIF	124
G. LATIHAN.....	125
KEGIATAN BELAJAR 9 SISTEM REPRODUKSI.....	126
DESKRIPSI, KOMPETENSI DAN PETA KONSEP PEMBELAJARAN	
A. SISTEM REPRODUKSI PRIA.....	127
B. SISTEM REPRODUKSI WANITA.....	132
C. SIKLUS MENSTRUASI.....	138
D. PROSES FERTILISASI	140
E. RANGKUMAN	142
F. TES FORMATIF	142
G. LATIHAN.....	144
DAFTAR PUSTAKA	145
TENTANG PENULIS	154

KEGIATAN BELAJAR I

PENERAPAN FISIKA DALAM KEPERAWATAN

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

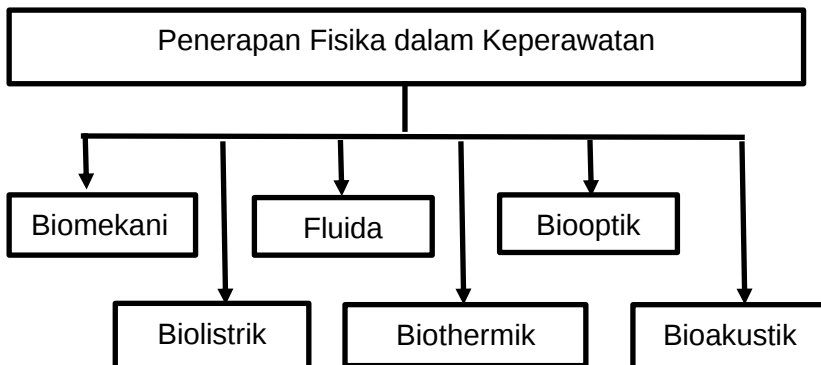
Pada bab ini mahasiswa mempelajari pengenalan dan konsep dasar penerapan fisika dalam keperawatan. Diharapkan mahasiswa memiliki wawasan dan pemahaman untuk modal dasar menerapkan hukum – hukum fisika dalam bidang keperawatan dan dalam mempelajari ilmu keperawatan lebih lanjut.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa memiliki pengetahuan dan kemampuan :

1. Mampu memahami tentang konsep dasar fisika yang diterapkan dalam keperawatan
2. Mampu menjelaskan tentang biomekanika dalam keperawatan.
3. Mampu menjelaskan tentang biolistrik dalam keperawatan
4. Mampu menjelaskan tentang fluida dalam keperawatan.
5. Mampu menjelaskan tentang biothermik dalam keperawatan
6. Mampu menjelaskan tentang biooptik dalam keperawatan
7. Mampu menjelaskan tentang bioakustik dalam keperawatan

PETA KONSEP PEMBELAJARAN



A. PENDAHULUAN

Fisika berasal dari Bahasa Yunani "*Physike*" yang artinya ilmu alam. Ilmu fisika mempelajari sifat, fenomena alam dan seluruh interaksinya, termasuk fenomena dan interaksi yang ada pada tubuh manusia. Pada bab ini disusun sedemikian rupa agar mahasiswa mampu memahami penerapan ilmu fisika dalam bidang keperawatan sehingga mahasiswa mampu menyelesaikan masalah-masalah terkait asuhan keperawatan

Adapun hukum-hukum fisika yang diterapkan dalam keperawatan dirangkum dalam topik – topik berikut:

1. Konsep dasar biomekanika dalam keperawatan
2. Konsep dasar biolistrik dalam keperawatan
3. Konsep dasar fluida dalam keperawatan
4. Konsep dasar biothermik dalam keperawatan
5. Konsep dasar biooptik dalam keperawatan
6. Konsep dasar bioakustik dalam keperawatan

B. BIOMEKANIKA

Biomekanika berasal dari kata Yunani Kuno yaitu "Bio" artinya kehidupan dan "mechanike" artinya mekanika. Mekanika adalah salah satu cabang ilmu fisika yang mempelajari tentang gerakan dan perubahan bentuk materi yang diakibatkan oleh gangguan mekanik/ gaya. Biomekanika adalah kombinasi antara disiplin ilmu mekanika terapan, ilmu biologi dan fisiologi yang menyangkut tubuh manusia. Biomekanika menerapkan hukum – hukum mekanika terhadap struktur tubuh terutama sistem lokomotor/ perpindahan gerak tubuh yang melibatkan massa tubuh seperti posisi jongkok yang mempertimbangkan posisi dan atau gerakan kaki, pinggul, lutut, punggung, bahu dan lengan. Biomekanika juga mempelajari tentang gerakan tubuh yang hidup, termasuk bagaimana otot, tulang, tendon, dan ligament bekerjasama untuk menghasilkan gerakan. Selain itu biomekanika juga mempelajari

tentang mekanisme sirkulasi darah, fungsi ginjal dan fungsi tubuh lainnya.

Fokus biomekanika : **1) Dinamika**; mempelajari sistem yang bergerak dengan percepatan dan perlambatan, **2). Kinematika**; menggambarkan efek gaya pada sistem, pola gerak termasuk perubahan linier dan sudut dalam kecepatan dari waktu ke waktu serta posisi, perpindahan, kecepatan, dan percepatan. **3). Kinetika**; mempelajari apa yang menyebabkan gerakan, gaya, dan momen di tempat kerja, **4). Statis**; mempelajari sistem yang berada dalam kesetimbangan, baik diam atau bergerak dengan kecepatan konstan.

Hukum – Hukum Fisika yang Diterapkan dalam Biomekanika

Biomekanika merupakan studi tentang gerakan yang dihasilkan oleh sistem muskuloskeletal. Kajian tersebut didasari oleh Hukum Newton, baik Hukum Newton I, Hukum Newton II dan Hukum Newton III.

1. Hukum Newton I (Kelembanan/Inersia). Hukum Newton I berbunyi “Jika resultan gaya pada suatu benda sama dengan nol, maka benda yang semula diam akan terus diam. Sementara, benda yang mula-mula bergerak akan terus bergerak dengan kecepatan tetap. Hal ini menyatakan bahwa sebuah benda dalam keadaan diam atau bergerak dengan kecepatan konstan kecuali kecuali ada gaya eksternal yang bekerja pada benda itu. Kecenderungan itu menggambarkan kelembaman. Contoh saat *dribble bola* pada permainan basket bola akan terus bergerak, saat bola ditangkap maka bola akan berhenti bergerak dan berhenti berputar. Untuk mempertahankan kelembaman maka harus menguasai penuh bola basket tersebut.
2. Hukum Newton II (Percepatan). Hukum Newton II menyatakan jika sebuah benda diberikan gaya sebesar F maka akan mengalami percepatan yang sebanding dengan besarnya gaya yang diberikan. Besaran dan arah perubahan

gerak/percepatan benda berbanding lurus dengan besarnya tenaga yang bekerja pada benda. Hukum Newton II disusun dalam bentuk momentum. Contoh pemain bola basket saat melakukan *shooting* harus menentukan kekuatan gaya yang dibutuhkan untuk memasukkan ke dalam ring, hal ini juga tergantung dari jarak atlit dengan ring. Apabila jaraknya dekat maka gaya yang diberikan harus kecil agar percepatan bola lambat dan dapat masuk ring dengan sempurna begitu sebaliknya.

3. Hukum Newton III (aksi reaksi). Hukum III Newton menyatakan untuk setiap aksi, selalu ada reaksi yang arahnya berlawanan. Contoh pada saat pemain basket melakukan *dribbling* saat bola di *dribbling* bola akan akan memanfaatkan lantai untuk memantulkan ke atas, lantai akan memberikan reaksi saat bola jatuh ke bawah akan dipantulkan kembali ke atas.

Ruang Lingkup Biomekanika

1. Developmental Biomechanics, yaitu biomekanika yang secara khusus mempelajari perubahan pola-pola gerak selama hidup dan orang-orang cacat.
2. Biomechanics of Exercise, yaitu biomekanika yang mempelajari usaha-usaha untuk meningkatkan keuntungan yang diperoleh dari latihan dan mengurangi kemungkinan terjadinya cedera.
3. Rehabilitation mechanics adalah biomekanika yang mempelajari pola gerak orang-orang yang mengalami cedera
4. Equipment desain yaitu biomekanika yang mempelajari desain peralatan yang digunakan dalam olahraga.
5. Biomekanika Olahraga, yaitu ilmu biomekanika yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi gerak atlet ketika menampilkan cabang olahraga.

C. BIOLISTRIK

Kelistrikan memegang peranan penting dalam tubuh manusia, tubuh membutuhkan tegangan listrik untuk dapat menggerakkan organ-organ. Biolistrik merupakan energi yang dimiliki oleh setiap individu/ manusia yang bersumber dari ATP (*Adhenosin Triphosphat*) atau ADP (*Adhenosin Diphosphat*) yang dihasilkan oleh mitokondria dalam proses respirasi sel. Sel juga dapat menghasilkan potensial listrik dimana membrane sel pada permukaan luarnya bermuatan positif dan permukaan dalamnya bermuatan negatif. Kemampuan sel saraf menghantarkan listrik sangat penting bagi kelangsungan hidup individu. Daya listrik akan yang terstimulasi akan terkumpul di otak kemudian hasil integrasinya diarahkan ke seluruh tubuh sebagai efekturnya. Transmisi sinyal biolistrik melalui dendrit dimana dendrit akan bergabung sel saraf lainnya melalui sinaps. Aktivitas biolistrik pada suatu otot dapat menyebar ke seluruh tubuh.

Hukum Fisika yang digunakan dalam biolistrik: **a). Hukum Ohm**; hukum ohm menyatakan “perbedaan potensial antara ujung konduktor berbanding langsung dengan arus yang melewati, berbanding terbalik dengan tahanan dari konduktor”. Hukum ohm dirumuskan dengan $R = \frac{V}{I}$, R = hambatan (ohm), V = tegangan (Volt), I = kuat arus (Amper). **b). Hukum Joule**; menyatakan Arus listrik yang melewati konduktor dengan perbedaan tegangan (V) dalam waktu tertentu akan menimbulkan panas. Hukum Joule dinyatakan dalam rumus : $H = \frac{VIt}{J}$, dimana V = tegangan (Volt), I = Kuat Arus A) , t = waktu (s), J = Joule (Kal)

Penerapan Biolistrik dalam Keperawatan salah satunya adalah:

- 1. Potensial Listrik Jantung.** Sino Atrial (SA) node merupakan pace marker yang terletak pada atrium kanan, bagian inilah yang mengatur irama jantung. SA node bergetar sekitar 72 kali permenit. Irama jantung direkam menggunakan EKG/ECG (Electrocardiogram). Sadapan EKG dipasang pada beberapa

tempat yaitu: dada, ekstremitas atas kanan dan kiri, serta ekstremitas bawah kiri dan kanan. Kelainan yang muncul pada rekaman EKG menunjukkan kelainan sistem kelistrikan pada EKG, jika terlihat hambatan/pemanjangan berarti gambaran kontraksi untuk pemompaan jantung tidak optimal.

2. **Kelistrikan pada Sel Saraf;** sel saraf mempunyai 3 fungsi yaitu input sensoris, integrasi dan output motoris. Sistem saraf terbagi menjadi dua bagian, yaitu: Sistem Saraf Pusat (*Central Nervous System*) dan Sistem Saraf Tepi (*Peripheral Nervous System*). Neuron merupakan struktur dasar dari sistem saraf, didalam sel saraf terdapat dendrite, badan sel, akson, selubung myelin dan nodus ranvier. Sinyal-sinyal diterima oleh dendrite dan dirambatkan sepanjang akson, ketika sinyal tersebut mencapai ujung neuron akan ditransmisikan ke saraf berikutnya atau ke otot. Sinyal gelombang depolarisasi yang dihasilkan diteruskan dengan cara lompat dari satu sel ke sel berikutnya. Pada saat terjadi depolarisasi, zat kimia otot akan bergetar/berdenyut yang mengakibatkan otot berkontraksi dan dilanjutkan dengan proses repolarisasi (otot bereaksi). Selubung myelin pada akson mempengaruhi sistem kelistrikan pada neuron. Selubung myelin berfungsi sebagai isolator sehingga sinyal transduksi satu jalur saraf tidak melompat ke serabut saraf lainnya. Neuron yang tidak bermyelin sebagian besar sebagai penyusun sel otak. Serat neuron berdiameter besar lebih cepat menghantarkan impuls dibandingkan dengan serat neuron berdiameter kecil. Hal ini dikarenakan beda potensial pada serat neuron berdiameter besar lebih besar dibandingkan serat neuron diameter kecil.
3. **Elektrokardiogram (EKG).** Merupakan pemeriksaan untuk mengukur dan merekam aktivitas listrik jantung. EKG umumnya dilakukan untuk memeriksa kondisi jantung dan menilai efektivitas pengobatan penyakit jantung. Elektrokardiogram dilakukan menggunakan mesin pendeteksi impuls listrik jantung yang disebut elektrokardiograf. Dengan alat tersebut, impuls atau aktivitas listrik jantung akan terpantau dan tampak

berupa grafik yang ditampilkan di layar monitor. Dokter kemudian akan mengevaluasi aktivitas listrik jantung pasien melalui monitor tersebut. Selain itu, grafik yang menunjukkan aktivitas listrik jantung pasien juga dapat dicetak di kertas dan dilampirkan pada rekam medis pasien. Dokter umumnya akan menyarankan EKG pada pasien yang mengalami gejala-gejala gangguan jantung, seperti sulit bernapas, tubuh

D. FLUIDA

Fluida merupakan zat alir. fluida dapat berupa cairan maupun gas. Tubuh manusia mengandung berbagai macam fluida diantaranya darah, urin, gas pernafasan (oksigen, carbondioksida), cairan ketuban, cairan air mata, dan lain sebagainya. Hukum –hukum fisika yang berkaitan dengan fluida adalah sebagai berikut:

1. **Massa Jenis;** merupakan massa cairan dibagi dengan volumenya. Rumus untuk mengukur massa jenis cairan adalah sebagai berikut: $\rho = \frac{m}{v}$ dimana ρ = massa jenis, m = massa cairan, v = volume cairan.
2. **Hukum Tekanan,** Tekanan adalah gaya persatuan luas. Rumus dari tekanan adalah $P = \frac{F}{A}$, dimana P = tekanan (N/m^2), F = gaya (N), A = luas permukaan (m^2). Fluida dalam keadaan tenang akan memberikan gaya tegak lurus ke seluruh permukaan kontakannya, dimana semakin kecil permukaan kontakannya maka akan semakin besar tekanan yang diberikan. Tekanan yang diberikan pada fluida tertutup akan diteruskan tanpa mengalami pengurangan ke setiap bagian fluida dan dinding bejana. Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang didapatkan ketika berada dalam bejana. Dalam bidang kesehatan diaplikasikan dalam tinggi kolom air raksa paling banyak dijadikan sebagai acuan tekanan. Yang dirumuskan sebagai berikut: $P = \rho g h$,

3. **Hukum Poiseuille**, menyatakan zat cair yang mengalir melalui pipa akan berbanding langsung dengan penurunan tekanan sepanjang pipa dan pangkat empat jari-jari pipa, dituliskan dalam rumus berikut:

$$\text{Flow rate} = \frac{nr^4 (P_1 - P_2)}{8 \eta L} = \frac{\text{Tekanan}}{\text{Tahanan}} = N / m^5 .$$

Hukum ini dapat menjelaskan mengapa lansia mengalami pingsan akibat tekanan darah yang meningkat dan mengapa daerah ujung tubuh suhunya lebih dingin. Adapun tahanan terhadap debit zat cair adalah: panjang pembuluh (semakin panjang pembuluh maka aliran akan mendapatkantanahan yang semakin besar, sehingga debit akan berkurang); diameter pembuluh (semakin besardiameter pembuluh, maka aliran zat cair akan semakin cepat); kekentalan (semakin kental zat cair maka semakin besar gaya gesek pada dinding pembuluh yang menyebabkan tahanan semakin besar) dan tekanan (aliran zat cair berbanding langsung terhadap perbedaan tekanan).

4. **Hukum Fick**; merupakan perpindahan zat dari daerah dengan konsentrasi tinggi ke daerah dengan konsentrasi rendah. Proses difusi difasilitasi oleh membrane yang bersifat semipermeabel atau hanya dapat dilalui oleh molekul tertentu. contoh dialisis pada tubuh manusia adalah kerja ginjal dan efek diuretiknya. Perbedaan konsentrasi antara dua larutan yang dipisahkan oleh membrane dapat mengakibatkan perpindahan air melalui membrane yang disebut osmosis.

Aplikasi fluida dalam bidang keperawatan antara lain dapat menjelaskan tentang mekanisme terjadinya peningkatan tekanan darah pada penderita hipertensi serta perbedaan tekanan darah yang significant pada bagian jantung dan perifer. **Mekanisme Kerja Jantung.** Sekitar 80 mL darah dipompa setiap kali otot jantung berkontraksi pada orang dewasa normal. Terdapat

perbedaan tekanan pada kedua pompa jantung, pada sistem pulmonal tekanannya lebih rendah tekanan maksimum/systole = 25 mmHg, sedangkan pada sistemik tekanan maksimum/systole 120 mmHg. Otot ventrikel kiri lebih tebal tiga kali lipat dibandingkan otot ventrikel kanan. Tekanan darah dapat meningkat hingga 50% serta volume darah yang dipompa dapat meningkat sampai limakali lipat saat tubuh sedang bekerja berat atau berolahraga sehingga jumlah energy yang dikeluarkan oleh jantung juga meningkat. Setiap kenaikan tekanan darah sebesar 10 mmHg menyebabkan tekanan tinggi kolom darah sebesar 131 mm. Sphygmomanometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur tekanan darah. Aliran darah umumnya laminar, namun di beberapa tempat misalnya valvula jantung terjadi turbulensi. Aliran laminar dapat diubah menjadi turbulensi dengan menciutkan jari-jari pembuluh. Pembalut/gelang yang dililitkan pada lengan saat penggunaan Sphygmomanometer bertujuan untuk menjadikan aliran darah turbulensi dan menghasilkan fibrasi sehingga detak jantung dapat terdengar oleh stetoskop.

Mekanisme Pernafasan. Kondisi saat inspirasi dan ekspirasi serta ukuran paru-paru memengaruhi volume paru-paru. Usia, tinggi dan berat memengaruhi nilai volume paru-paru. Usia, berat, jenis kelamin, ketinggian dan aktifitas fisik memengaruhi kapasitas paru-paru, misalnya laki-laki memiliki 20-25% kapasitas paru-paru lebih tinggi dibandingkan wanita. Empat elemen dasar yang diperhatikan saat tes fungsi paru-paru adalah TV, IRV, ERV dan RV. Dari hasil pemeriksaan tersebut, penyakit pada paru-paru dapat dikelompokkan menjadi: restrictive diseases (Volume paru-paru menurun) dan obstructive disease (Volume paru-paru normal tapi kecepatan aliran udara terganggu). TV, VC, IC dan ERV diukur dengan menggunakan spirometer. RV diukur dengan radiographic planimetry, body plethysmography, closed circuit dilution dan nitrogen washout.

E. BIOTHERMIK

Biothermik berfokus pada panas dalam tubuh manusia. Pada umumnya panas dalam tubuh manusia dihasilkan oleh katabolisme bahan makanan menjadi zat lain. Katabolisme merupakan penguraian bahan makanan menjadi bahan lain yang menghasilkan efek samping berupa pelepasan energi panas. Saat istirahat suhu tubuh didistribusikan sebesar 20%, 15% jantung, dan 12 % massa otot, akan tetapi saat beraktivitas berat seperti olahraga sel-sel ametabolisme lebih banyak memecah karbohidrat dan glikogen untuk menghasilkan energi. Biothermik menjadi sesuatu yang sangat penting bagi perawatan karena banyaknya implementasi keperawatan untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia.

Mekanisme pengaturan panas tubuh secara otomatis dikendalikan dan ditempatkan di pusat otak. Pusat pengatur suhu dihipotalamus menerima informasi dari reseptor panas yaitu reseptor panas perifer dan reseptor panas sentral. Setelah impuls mencapai hypothalamus tubuh akan bereaksi sebagai berikut:

1. Ketika suhu lingkungan lebih rendah dari suhu tubuh, kehilangan panas akan ditekan melalui:
 - a) **Proses vasokonstriksi pembuluh perifer.** Rangsangan dingin dari lingkungan memungkinkan tubuh menahan kehilangan panas akibat vasokonstriksi pembuluh perifer. Penyempitan pembuluh darah perifer mengakibatkan aliran darah tidak terlalu banyak sehingga transport panas tidak terjadi secara optimal dan suhu tubuh tertahan dalam darah.,
 - b) **Peningkatan aktivitas otot.** Mekanisme awal menurunkan aliran darah ke perifer, tubuh juga akan mengaktifkan selsel otot sehingga terjadi proses katabolisme glukosa, lipid atau protein menjadi glukosa darah. Keberadaan glukosa darah ini sangat dibutuhkan untuk pembentukan ATP sebagai sumber energi. Proses pembentukan ATP berasal dari

energi kimia yang diubah menjadi energi kinetik, sehingga dengan aktivitas ini akan mengakibatkan kontraksi otot atau controlling (menggigil). Proses konversi energi ini memiliki efek samping berupa panas.

- c) **Mekanisme Hormonal.** Ketika suhu lingkungan turun, hormon adrenalin, noradrenalin, tiroksin, dan glukokortikosteroid dilepaskan semakin banyak. Hormon ini menyebabkan peningkatan metabolisme sel. Peningkatan metabolisme ini juga menyebabkan peningkatan suhu tubuh.
2. Ketika suhu udara luar tubuh lebih tinggi dari suhu tubuh menyebabkan reaksi sebagai berikut:
 - a) **Vasodilatasi Pembuluh Darah,** ketika suhu lingkungan naik melebihi suhu tubuh, maka tubuh akan mengeluarkan panas dengan melebarkan pembuluh darah tepi dan meningkatkan aliran darah tepi. Peningkatan aliran darah perifer disertai dengan transportasi suhu melalui aliran darah. Setelah mencapai pembuluh darah perifer, panas tubuh dilepaskan dari permukaan kulit
 - b) **Peningkatan Ekskresi dari Kelenjar Keringat .** Selain memperlebar pembuluh darah tepi dermis, juga meningkatkan keringat dari kelenjar keringat. Pengeluaran keringat dimaksudkan untuk melepaskan suhu tubuh pada permukaan kulit dan mengembalikannya ke keadaan homeostatis.

Mekanisme Perpindahan Panas. Mekanisme perpindahan panas dapat melalui:

1. **Radiasi:** merupakan proses dimana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Perpindahan panas secara radiasi tanpa melalui kontak langsung. Perpindahan panas secara radiasi pengeluarannya dalam bentuk gelombang dengan panjang gelombang 5 – 20 μm . prinsip ini dimanfaatkan untuk mengidentifikasi beberapa kanker dengan termografi karena kanker memiliki aktivitas

metabolism yang lebih tinggi dan mengeluarkan panas yang lebih banyak dibandingkan jaringan normalnya.

2. **Konduksi**; merupakan proses perpindahan panas melalui suatu zat tanpa disertai perpindahan partikel penyusunnya. Konduksi hanya berperan untuk sejumlah kecil kehilangan panas. Contoh perpindahan panas pada logam yang dipanaskan. Prinsip konduksi diaplikasikan dalam bidang keperawatan berupa kompres hangat atau kompres dingin.
3. **Konveksi**; merupakan peristiwa perpindahan panas yang disertai dengan perpindahan partikelnya. Perpindahan panas secara konveksi biasanya terjadi pada zat cair dan gas karena adanya perbedaan massa jenis. Aplikasi pada bidang keperawatan adalah bayi yang premature atau bayi dengan berat badan lahir rendah dimasukkan ke dalam *incubator*, diberikan lampu untuk menghangatkan suhu ruangan. Proses penghantaran panas pada inkubator menggunakan prinsip konveksi dengan mediator udara.
4. **Evaporasi**; merupakan proses penguapan atau perpindahan kalor yang didasarkan pada peristiwa pemanasan atau proses pembakaran. Contoh aplikasi dibidang keperawatan adalah kelembapan dipermukaan kulit akan menguap ketika udara melintasi tubuh.

F. BIOOPTIK

Biooptik terdiri dari dua kata yaitu "*bio*" artinya hidup dan "*optic*" merupakan ilmu fisika yang berkaitan dengan berkas sinar atau cahaya. Biooptik berfokus pada indra penglihatan manusia yaitu mata. Mekanisme Proses Melihat Suatu Obyek adalah sebagai berikut: 1). Cahaya yang dipantulkan dari suatu benda ditangkap oleh mata, menembus kornea dan pupil, 2). Intesintas cahaya yang diatur oleh pupil diarahkan melalui lensa Kristal mata, 3). Daya akomodasi lensa mata menyesuaikan cahaya sehingga tepat mengenai bintil kuning, 4). Pada bintil kuning, cahaya

diterima oleh sel pyramidal dan sel batang kemudian diteruskan ke otak, 5). Cahaya yang masuk ke otak diterjemahkan oleh otak sehingga kita dapat mengetahui apa yang sedang kita lihat.

Kelainan Mata; meliputi. 1). **Myopia (Rabun Jauh);** Penderita rabun jauh dapat melihat dengan jelas pada jarak 25 cm akan tetapi tidak dapat melihat jauh dengan jelas. bentuk lensa mata penderita rabun jauh terlalu lonjong sehingga benda yang berada diposisi jauh menjadi tak terhingga dan akan tergambar di depan retina. Hal ini dikarenakan mata dibiasakan melihat benda dari jarak dekat kurang dari 25 cm. Untuk koreksi disarankan menggunakan lensa negative, 2). **Hipermetropi (Rabun Dekat):** memiliki titik dekat lebih dari 25 cm dan titik jauhnya tak terhingga. Penderita rabun dekat dapat melihat dengan jelas benda- benda yang jauh akan tetapi tidak dapat melihat benda yang dekat. bentuk bola mata penderita rabun dekat agak gepeng jika dibandingkan dengan bola mata normal. Bayangan yang tak terhingga akan terletak dibelakang retina, Untuk koreksidianjurkan menggunakan lensa positif, 3).**Presbiopi (Mata Tua);** Seiring dengan bertambahnya usia daya akomodasi mata semakin berkurang menyebabkan letak titik jauh dan titik dekat akan bergeser. Penderita presbiopi tidak dapat melihat benda jauh dengan jelas serta tidak dapat membaca pada jarak baca normal. Untuk koreksi dapat ditolong dengan kacamata bifocal, berlensa rangkap (minus diatas dan plus dibawah. 4). **Astigmati (Silindris);** merupakan gangguan mata yang disebabkan adanya kornea mata tidak berbentuk sferis, lebih melengkung pada satu sisi menyebabkan titik akan difokuskan sebagai garis pendek. Penderita astigmati akan melihat lebih jelas jika satu arah. Kondisi ini dapat dikoreksi menggunakan lensa silinder 5). **Katarak;** terjadi ketika ada bercak atau noda menyerupai kabut yang menutupi sebagian lensa mata sehingga mata tidak dapat dengan jelas. Satu-satunya solusi kesembuhan penderita katarak adalah melalui tindakan operasi

G. BIOAKUSTIK

Bioakustik berasal dari kata “bio” yang berarti kehidupan dan akustik artinya suara atau getaran. Bioakustik adalah perubahan mekanik baik dari bentuk gas, cair, padat yang dapat menimbulkan gelombang suara. Bioakustik mempelajari tentang proses pendengaran yang dialami makhluk hidup. Bioakustik erat kaitannya dengan bunyi. Bunyi didefinisikan sebagai gerakan dari molekul yang saling bertabrakan, namun terkoordinir menghasilkan gelombang bunyi, mentransmisikan energi disertai dengan perpindahan partikelnya. Gelombang bunyi merupakan gelombang yang dihasilkan akibat vibrasi dari bunyi. Gelombang bunyi menjalar secara transversal (arahnya tegak lurus dengan arah getara) dan longitudinal (arah rambatnya sejajar dengan arah getaran). Bunyi dapat merambat jika ada mediumnya dan tidak dapat terdengar di ruang hampa udara. Sumber bunyi adalah semua benda yang bergetar dan menghasilkan bunyi merambat melalui medium dan sampai ke telinga.

Syarat Terjadinya Bunyi, yaitu: 1). Adanya sumber bunyi yang bergetar, 2). Adanya medium yang merambatkan sampai telinga, 3). Mempunyai frekuensi yang dapat didengar oleh telinga manusia (20 Hz – 20.000 Hz). 4). Mempunyai indra pendengaran yang baik.

Berdasarkan frekuensinya bunyi dikelompokkan menjadi tiga yaitu: 1). Bunyi Infrasonik, merupakan bunyi yang mempunyai frekuensi 0 – 20 Hz. Pada frekuensi ini tidak dapat didengar oleh manusia. Bunyi infrasonik dapat di timbulkan oleh getaran tanah, gempa bumi, getaran gunung berapi. Frekuensi ini dapat didengarkan oleh jangkrik dan anjing. 2). Bunyi Audiosonik, merupakan bunyi yang mempunyai frekuensi 20 – 20.000 Hz, dapat didengar oleh manusia. Bunyi audio frekuensi berhubungan dengan nilai ambang pendengaran sekitar 1000 Hz = 0 dB. 3). Bunyi ultrasonik merupakan bunyi yang mempunyai frekuensi di

atas 20.000 Hz, tidak dapat didengar oleh manusia, akan tetapi banyak dimanfaatkan dalam bidang kedokteran seperti untuk pengobatan, destruktif dan diagnosis karena daya tembus jaringan yang cukup besar akibat adanya frekuensi yang besar.

Gangguan pada sistem pendengaran sebagai berikut: 1). **Tuli sebagian (*hearing impaired*)**; suatu keadaan dimana fungsi pendengaran berkurang, namun masih bisa berkomunikasi dengan dan mendengarkan tanpa alat bantu. 2). **Tuli toatal (*deaf*)**; adalah terganggunya fungsi pendengaran sehingga tidak dapat mendengar dan berkomunikasi sekalipun mendapat penguat bunyi. 3). **Tuli konduktif**; merupakan kondisi dimana telinga tidak dapat mendengar karena gangguan penghantaran getaran suara, kelainan atau penyakit pada telinga luar atau telinga tengah. 4). **Tuli Sensorineural (*Presbikusis*)**; merupakan kondisi dimana telinga tidak dapat mendengar karena terdapat kelainan pada koklea, nervus VIII (nervus auditorius) atau pusat pendengaran. Tuli sensorineural biasanya bersifat permanen. 5). **Tuli campuran**; merupakan gangguan pendengaran yang disebabkan oleh kombinasi tuli konduktif dan tuli sensorineural. Gangguan ini disebabkan oleh masalah baik di telinga luar, tengah ataupun dalam. 6). **Gangguan pendengaran akibat bising (*Noise Induced Hearing Loss*)** merupakan, gangguan pendengaran akibat terpapar oleh bising yang cukup keras dalam jangka waktu yang cukup lama. Sifat dari ketulian ini adalah tuli sensorineural. 7). **Otitis media**; merupakan peradangan sebagian atau seluruh mukosa telinga tengah, tuba eustachius, antrum mastoid dan sel-sel mastoid

Aplikasi gelombang bunyi pada bidang kesehatan: 1). **Stetoskop**, bagian datar stetoskop ditempelkan pada tubuh untuk mengumpulkan dan mengambil gelombang suara. Gelombang suara dilewatkan oleh saluran udara hingga sampai pada telinga. Makin tegang membran semakin tinggi frekuensi resonansinya sehingga jangkauan suara yang ditangkap akan semakin tinggi.

Frekuensi tinggi biasanya terjadi saat mendengarkan suara paru-paru. Suara jantung frekuensinya lebih rendah dari pada suara paru - paru. 2). **Metode Perkusi**, merupakan metode yang menganggap tubuh sebagai penghasil bunyi. Contoh ketika menepuk perut yang kembung akan berbeda dengan perut yang normal. 3). **Ultrasonografi**, peralatan ultrasonik memiliki transduser yang dapat mengirimkan gelombang suara sekaligus menerima hasil pantulan gelombang suara tersebut. Efek Dopler merupakan dasar penggunaan ultrasonik yaitu terjadi perubahan frekuensi akibat adanya pergerakan pendengar atau sebaliknya. 4). **Audiometer**; merupakan alat yang digunakan untuk mengukur pendengaran. Audiometer menghasilkan suara dengan frekuensi dan intensitas tertentu kemudian diberikan kepada pasien untuk menentukan ambang batas pendengarannya.

H. RANGKUMAN

Ilmu fisika banyak diaplikasikan dalam bidang keperawatan diantaranya biomekanika, biolistrik, fluida, biothermik, bioakustik dan biooptik. Biomekanika mempelajari tentang gerakan tubuh yang hidup, termasuk bagaimana otot, tulang, tendon, dan ligament bekerjasama untuk menghasilkan gerakan. Hukum fisika yang diterapkan dalam biomekanika adalah Hukum Newton I, II, III, Hukum fisika yang digunakan dalam biolistrik adalah hukum Ohm dan hukum Joule. Penerapan biolistrik dalam keperawatan adalah potensial listrik jantung, kelistrikan pada sel saraf., EKG. Hukum fisika yang dipakai dalam fluida adalah massa jenis, tekanan, hukum Poissuille, hukum fick. Aplikasi fisika dalam keperawatan adalah mekanisme kerja jantung, mekanisme pernafasan. Biothermik merupakan panas dalam tubuh manusia hasil dari metabolisme sel. Mekanisme pengaturan panas oleh tubuh disesuaikan ketika suhu lingkungan lebih rendah dari suhu tubuh dengan cara vasokonstriksi, peningkatan aktivitas otot, dan mekanisme hormone. Sedangkan ketika suhu lingkungan lebih

tinggi tubuh akan melakukan vasodilatasi, meningkatkan eksresi terutama pada kelenjar keringat. Mekanisme perpindahan panas pada tubuh dapat melalui radiasi, konduksi, konveksi, evaporasi, Biooptik focus pada indra penglihatan. Aplikasi biooptik dalam bidang keperawatan adalah bagaimana memberikan lensa pada penderita rabun jauh, rabun dekat, atau presbiopi. bioakustik berfokus pada indra pendengaran.

I. TES FORMATIF

1. Dalam melakukan aktivitas sehari – hari dibutuhkan koordinasi sistem muskuloskeletal dan sistem saraf dalam mempertahankan keseimbangan, postur dan kesejajaran tubuh dalam mengangkat, membungkuk, bergerak, dan melakukan aktivitas sehari – hari. Apakah nama istilah tersebut?
 - a) **Mekanika Tubuh**
 - b) Biokimia Tubuh
 - c) Biofisika Tubuh
 - d) Termodinamika Tubuh
 - e) Biostatistika Tubuh
2. Kelainan penglihatan miopi/ rabun jauh dapat ditolong dengan menggunakan ?
 - a) Lensa cembung
 - b) **Lensa cekung**
 - c) Lensa silindris
 - d) Cermin cekung
 - e) Cermin cembung
3. Seorang perawat mengukur tekanan darah pasien dengan menggunakan sphygmomanometer. Hasil pengukuran didapatkan 120/80 mmHg. Apakah maksud dari angka 120 mmHg?
 - a) Angka 120 mmHg merupakan tekanan sistolik, tekanan minimum ketika jantung berkontraksi.

- b) Angka 120 mmHg merupakan tekanan sistolik, tekanan maksimum ketika jantung berkontraksi.
- c) **Angka 120 mmHg merupakan tekanan diastolik, tekanan minimum ketika jantung berkontraksi.**
- d) Angka 120 merupakan tekanan diastolik, tekanan maksimum ketika jantung berkontraksi.
- e) Angka 120 mmHg merupakan tekanan sistolik ketika jantung beristirahat

J. LATIHAN

1. Apakah yang dimaksud dengan biomekanika dan apa sajakah yang termasuk dalam aspek biomekanika.
2. Apakah fungsi kelistrikan tubuh
3. Apakah perbedaan sel saraf yang diselubungi mielin dengan tidak diselubungi mielin!
4. Jelaskan aplikasi fluida dalam bidang keperawatan
5. Sebutkan contoh mekanisme konduksi yang dapat dilakukan dalam implementasi keperawatan

KEGIATAN BELAJAR 2

PRINSIP DASAR BIOKIMIA DALAM KEPERAWATAN

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

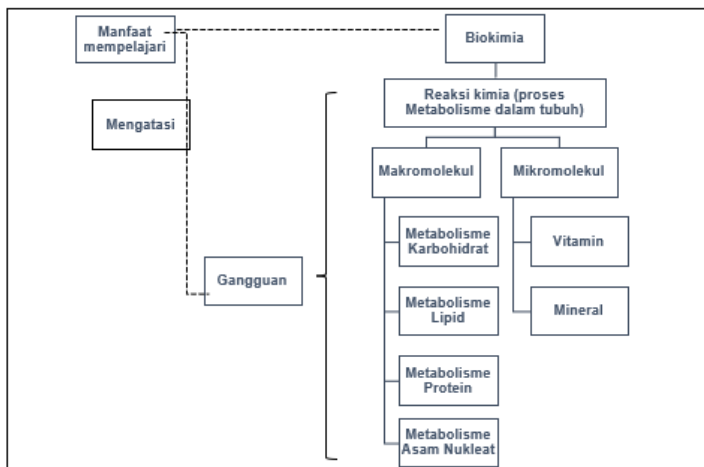
Pada bab ini mahasiswa akan mempelajari pengenalan dan prinsip dasar biokimia dalam keperawatan. Diharapkan mahasiswa dapat memahami konsep dasar biokimia dalam keperawatan sehingga mampu mempelajari biokimia secara menyeluruh.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari topik ini diharapkan mahasiswa dan mahasiswi memiliki pengetahuan dan kemampuan :

1. Memiliki konsep yang baik mengenai biokimia dalam bidang Kesehatan.
2. Mampu menjelaskan ruang lingkup dan manfaat biokimia dalam bidang Kesehatan.
3. Mampu menjelaskan struktur dan metabolisme biokimia dalam tubuh.

PETA KONSEP PEMBELAJARAN



A. Biokimia, Biologi Sel dan Biomolekul

Pendahuluan

Proses Biokimia terjadi pada semua aspek kehidupan dari mulai kelahiran, pertumbuhan, perkembangan, reproduksi, penuaan hingga kematian atau disebut Metabolisme. Pengetahuan tentang biokimia sangat penting untuk semua ilmu kehidupan terutama pada bidang kesehatan seperti genetika, fisiologi, imunologi, farmakologi, farmasi, toksikologi, patologi, hematologi dan mikrobiologi (Manjula, 2011). Tubuh manusia sebagian besar terdiri dari air dan berbagai macam molekul kimia yang berkaitan dengan fungsi tubuh. **Biokimia** menjelaskan molekul-molekul kimia pada tubuh (biomolekul) interaksinya di tingkat molekuler hingga seluler, **Biologi sel** menjelaskan komponen selulernya yang kemudian membentuk jaringan tubuh termasuk proses biokimia yang terjadi, karena setiap makhluk hidup tersusun dari sel sebagai unit dasar. Proses normal di dalam tubuh disebut fisiologis, sedangkan proses yang menyebabkan penyakit disebut patologis (Chan & Lukacs, 2010). Sehingga Biokimia dan Biologi sel saling berkaitan. Menurut (Manjula, 2011) Ilmu biokimia menjelaskan reaksi kimia pada tubuh yang terjadi pada semua proses metabolisme. Menurut (Usman & Garba, 2023) Biokimia adalah ilmu yang menggabungkan prinsip dari biologi dan kimia untuk memahami proses kehidupan pada tingkat molekuler mencakup reaksi kimia yang terjadi, jalur metabolisme, sintesis dan pemecahan biomolekul dan proses regulasinya, yang penting untuk memahami mekanisme penyakit, mengembangkan terapi atau obat baru.

Jadi, Biokimia mempelajari mengenai susunan kimiawi sel sebagai unit dasar penyusun makhluk hidup, sifat senyawa penyusun sel, reaksi kimia atau proses metabolisme yang terjadi yang menunjang semua aktivitas makhluk hidup (energi yang diperlukan dan dihasilkan) beserta proses regulasinya.

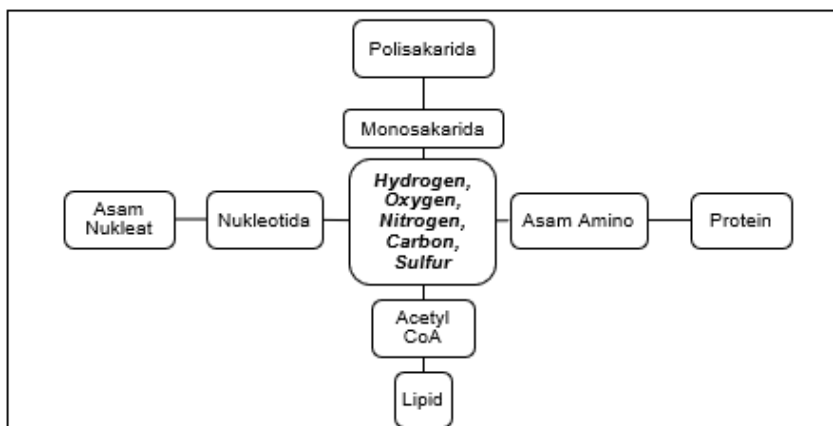
Tabel 2.1. Unsur kimia pada tubuh manusia (Chan & Lukacs, 2010) (Engwa Azeh Godwill, 2016)

Unsur Kimia (atom)	
Major	Oxygen (O) Carbon (C) Hydrogen (H) Nitrogen (N)
Minor (berdasarkan urutan kelimpahan)	Calcium (Ca), phosphorus (P), potassium (K), sulphur (S), sodium (Na), chlorine (Cl), magnesium (Mg)
Trace (berdasarkan abjad)	Aluminium (Al), boron (B), chromium (Cr), cobalt (Co), copper (Cu), fluorine (F), iron (Fe), manganese (Mn), molybdenum (Mo), selenium (Se), silicon (Si), tin (Sn), vanadium (V), zinc (Zn)

Pada Biokimia erat kaitannya dengan unsur-unsur kimia. Pada tabel diatas menunjukkan Unsur kimia yang membentuk tubuh manusia terutama adalah senyawa yang terdiri dari kombinasi atom karbon, hidrogen, dan oksigen (Tabel 1). Untuk membentuk suatu molekul maka, diperlukan dua atau lebih atom yang dihubungkan dengan ikatan kimia. Terdapat 3 jenis ikatan kimia yaitu ikatan ion, kovalen dan hidrogen(Chan & Lukacs, 2010).

Biomolekul

Biomolekul adalah molekul-molekul penyusun makhluk hidup atau organisme. Organisme disusun oleh sel sebagai unit dasar kehidupan, sel disusun oleh senyawa-senyawa organik (mengandung karbon) dan senyawa anorganik. Senyawa organik yang menyusun makhluk hidup disebut makromolekul atau biomolekul. Keempat makromolekul tersebut adalah karbohidrat, lipid, protein dan asam nukleat (Usman & Garba, 2023). Kombinasi molekul Hydrogen, oxygen, nitrogen, carbon, sulfur dan phosphorous akan membentuk berbagai bahan penyusun makromolekul (biomolekul) (Engwa Azeh Godwill, 2016).



Gambar 2.1. Skema Penyusun Makromolekul (Biomolekul) (Engwa Azeh Godwill, 2016)

B. BIOKIMIA DALAM KEPERAWATAN

Manfaat dan Ruang Lingkup

Biokimia adalah ilmu yang mempelajari mengenai reaksi kimia atau proses metabolisme yang terjadi yang menunjang semua aktivitas makhluk hidup. Dengan mempelajari biokimia, kita mengetahui tentang reaksi-reaksi kimia yang terjadi dalam sel, sehingga kita mampu memahami proses-proses di dalam tubuh. Dengan demikian kita mampu memberikan solusi atas kelainan atau gangguan kesehatan yang mungkin dialami.

Karbohidrat dan lipid merupakan makromolekul nutrisi yang penting untuk tubuh, sebagai penyedia energi dan penyusun struktur sel, oleh karena itu metabolisme karbohidrat dan lipid perlu diatur dengan baik agar tidak terjadi gangguan yang beresiko, kelainan metabolisme akan dapat menyebabkan penyakit seperti sindrom metabolik (diabetes melitus, hipertrigliseridemia, hiperkolesterolemia, aterosklerosis, perlemakan hati dan gangguan lain yang berkaitan). Apabila kita memahami biokimia, maka akan memudahkan dalam mencari

alternatif solusi terapi. Contoh penerapan biokimia, yaitu sebagai dasar dalam memecahkan masalah nutrisi atau gizi, dalam bidang farmakologi, toksikologi, imunologi dan area keilmuan kesehatan lainnya. Menurut (Nadiyah et al., 2021) konsumsi diet buah bit dapat menekan gen yang terkait pada pembentukan lipid sebagai upaya mencegah penyakit hipertrigliseridemia akibat konsumsi diet tinggi lemak.

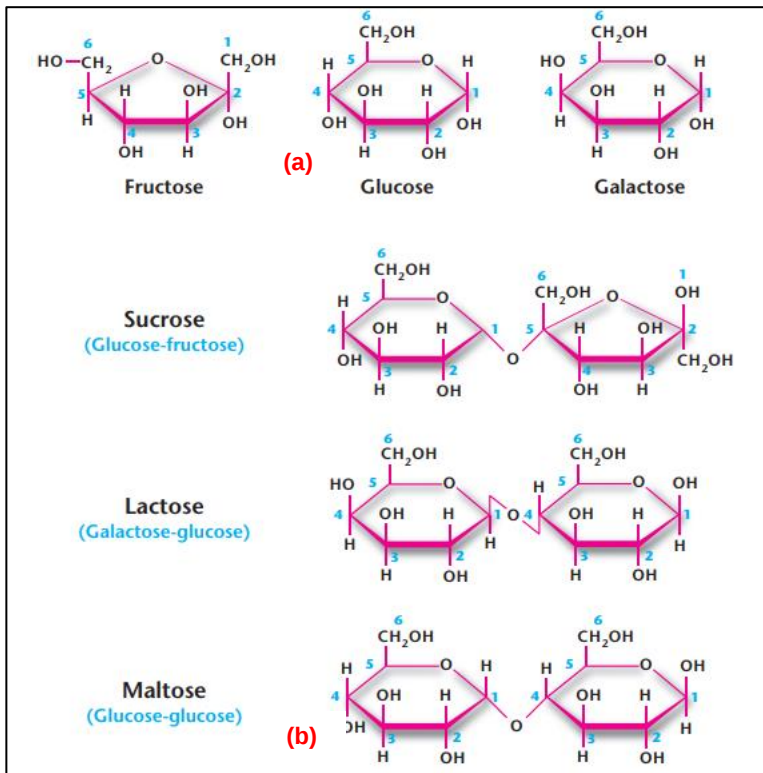
C. PENGANTAR METABOLISME KARBOHIDRAT

1. Karbohidrat

Karbohidrat atau Polisakarida merupakan polimer yang terdiri dari monomer monosakarida. Karbohidrat adalah biomolekul yang tersusun dari senyawa carbon, oxygen dan hydrogen (Gambar 2) dengan rasio hydrogen : oxygen yaitu 2:1 (Engwa Azeh Godwill, 2016).

Tabel 2.2. Biomolekul Karbohidrat

Biomolekul	Fungsi Utama	Contoh
Karbohidrat	• Sumber Energi • Pembentuk Struktur	Glukosa, Glikogen



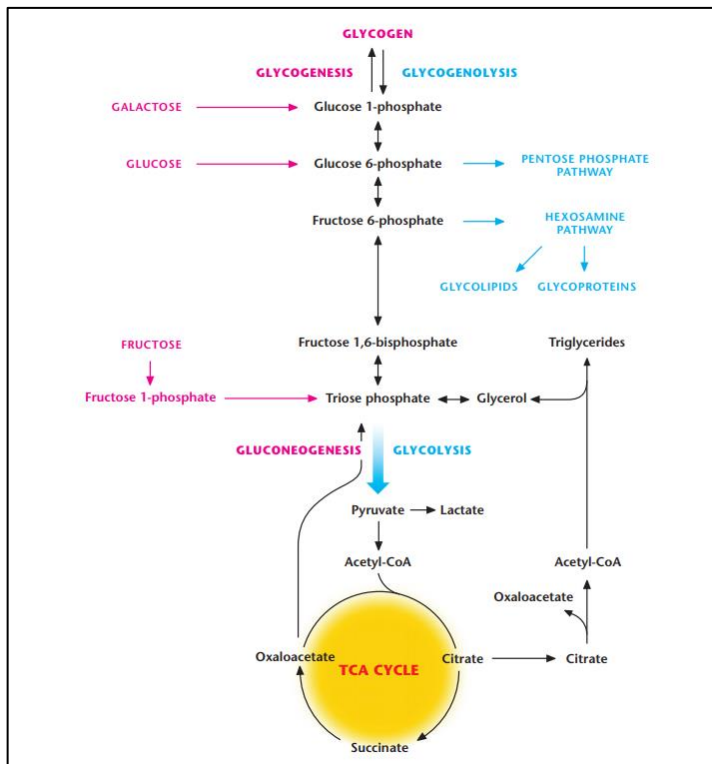
Gambar 2.2. Struktur Karbohidrat (a) Monosakarida (b) Disakarida.

Tersusun dari carbon, oxygen dan hydrogen (Chandel, 2021).

2. Metabolisme Karbohidrat

Semua sel hidup membutuhkan energi untuk melakukan berbagai aktivitas seluler. Energi ini disimpan dalam ikatan kimia pada senyawa organik yaitu karbohidrat, lemak, protein yang kita dapatkan melalui asupan makanan. Senyawa organik ini dipecah melalui reaksi enzimatik dalam sel untuk menghasilkan energi dalam bentuk adenosin **adenosin trifosfat (ATP)**. ATP yang dihasilkan oleh jalur ini akan digunakan dalam metabolisme proses seluler yang terjadi dalam tubuh.

Makanan yang kita konsumsi sebagian besar terdiri dari protein, polisakarida (karbohidrat) dan lemak akan dipecah dipecah menjadi molekul yang lebih sederhana, protein menjadi asam amino, polisakarida menjadi monosakarida, dan lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Molekul sederhana tersebut akan mengalami oksidasi oleh glikolisis (dalam sitosol) dan siklus asam sitrat (dalam mitokondria) untuk menghasilkan ATP (Chandel, 2021).



Gambar 2.3. Overview Metabolisme Karbohidrat, (Chandel, 2021)

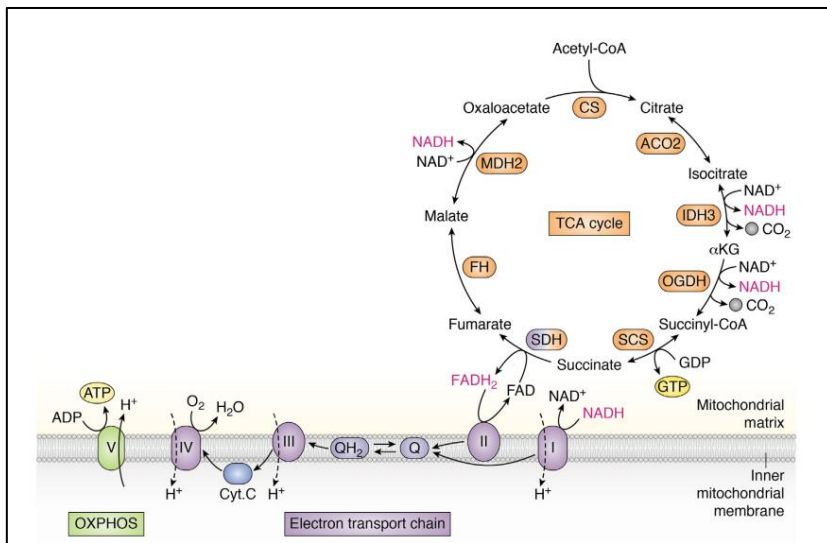
(a) Monosakarida atau gula sederhana memiliki titik permulaan yang berbeda untuk masuk jalur glikolisis (jalur pertama)

Metabolisme karbohidrat terdiri dari beberapa tahap yaitu :

- **Tahap 1 : Pencernaan dan hidrolisis**, pada tahap ini dilakukan pemecahan molekul besar menjadi lebih kecil yang kemudian masuk ke dalam aliran darah. **Karbohidrat** mulai dicerna di mulut dimana terdapat enzim amilase yang memecah menjadi molekul sederhana, kemudian pencernaan dilanjutkan di system pencernaan lainnya, molekul sederhana (monosakarida : glukosa) akan di absorpsi menuju aliran darah, sehingga menyebabkan level gula darah meningkat dan menstimulasi pancreas untuk mensekresi hormon insulin, proses ini sebagai sinyal untuk mengabsorpsi glukosa untuk disimpan atau digunakan sebagai energi dalam bentuk ATP(Aronoff et al., 2004).
- **Tahap 2 : Degradasi**, pada tahap ini terjadi proses degradasi menjadi molekul yang mengandung dua dan tiga karbon. Tahap ini disebut Glikolisis terjadi di Sitoplasma dan menghasilkan Piruvat. Sebelum memasuki tahap selanjutnya ada tahapan pembentukan Acetyl Co-A (Asetil Koenzim A) yang merupakan inisiator dari siklus asam sitrat atau siklus kreb
- **Tahap 3 : Oksidasi** Acetyl Co-A dalam siklus asam sitrat dan dilanjutkan proses transport elektron untuk menghasilkan energi ATP(Gambar 4). Siklus asam sitrat diawali dengan 2 carbon molecule acetyl CoA berikatan dengan 4 carbon oxaloacetate membentuk citrate (reaksi dikatalis oleh enzim citrate synthase). Citrate diubah menjadi isocitrate oleh aconitase 2 (ACO2). Isocitrate mengalami dekarboksilasi menjadi alpha-ketoglutarate (α KG) (**Dekarboksilasi** reaksi kimia yang menyebabkan sebuah gugus karboksil (-COOH) terlepas dari senyawa semula menjadi karbon dioksida (CO_2)). α KG mengalami dekarboksilasi menjadi succinyl-CoA melalui Oxoglutarate Dehydrogenase Complex (OGDH). Succinyl-CoA kemudian diubah menjadi succinate oleh enzim succinyl-CoA synthetase (SCS). Succinate diubah menjadi fumarate oleh enzim succinate dehydrogenase (SDH). Fumarate diubah

menjadi malate oleh enzim fumarate hydratase (FH)(Arnold & Finley, 2023).

Setiap proses Siklus Asam Sitrat menghasilkan 3 molekul NADH dan 1 FADH₂, molekul tersebut menyumbangkan elektron ke kompleks I dan II (Sistem Transport Elektron). Elektron menuju ubiquinone (Q), kemudian direduksi menjadi ubiquinol (QH₂). Elektron menuju kompleks III yang mentransfer elektron ke sitokrom C, Sitokrom C memberikan elektronnya ke kompleks IV dan menuju akseptor elektron terakhir, dimana oksigen akan membentuk air (H₂O). Kompleks I,III dan IV memompa proton dan membentuk gradien prototn yang digunakan oleh kompleks V (ATP Sintase) untuk menghasilkan ATP dari ADP, proses ini disebut fosfotirilasi Oksidatif (OXPHOS)(Arnold & Finley, 2023).



Gambar 2.4. Overview Tahap Siklus Asam Sitrat atau Siklus Krebs dan Transport Elektron untuk Menghasilkan ATP (Arnold & Finley, 2023).

D. PENGANTAR METABOLISME LIPID

1. Lipid

Istilah Lipid berasal dari kata Yunani Lipos yang berarti lemak. Lipid tersusun dari asam lemak dan gliserol. Lipid merupakan zat nonpolar yang tidak larut dalam air dan umumnya larut dalam pelarut non polar seperti kloroform dan eter. Jenis Lipid paling sederhana adalah **trigliserida**. Beberapa lipid juga terkonjugasi (berikatan) pada protein yang dikenal sebagai **Lipoprotein** (Dissanayake et al., 2022). Contoh Lipoprotein yaitu Kilomikron, Very Low Density (VLDL), Low Density (LDL), Intermediate Density (IDL), dan High Density Lipoproteins (HDL).

Lipid memiliki berbagai fungsi dalam tubuh, sebagai sumber energi kedua dalam tubuh setelah karbohidrat, yaitu trigliserida. Jenis lipid seperti kolesterol, glikolipid dan fosfolipid berfungsi sebagai komponen membran, mereka adalah prekursor untuk sintesis biomolekul penting lainnya seperti vitamin (A, D, E dan K), hormon steroid. Mereka juga berfungsi sebagai lapisan pelindung untuk mencegah infeksi dan kehilangan air yang berlebihan serta penghalang untuk kehilangan panas (Engwa Azeh Godwill, 2016).

Tabel 2.3. Biomolekul Lipid

Biomolekul	Fungsi Utama	Contoh
Lipid	• Penyusun membran sel • Cadangan energi	Fosfolipid Trigliserida

2. Metabolisme Lipid

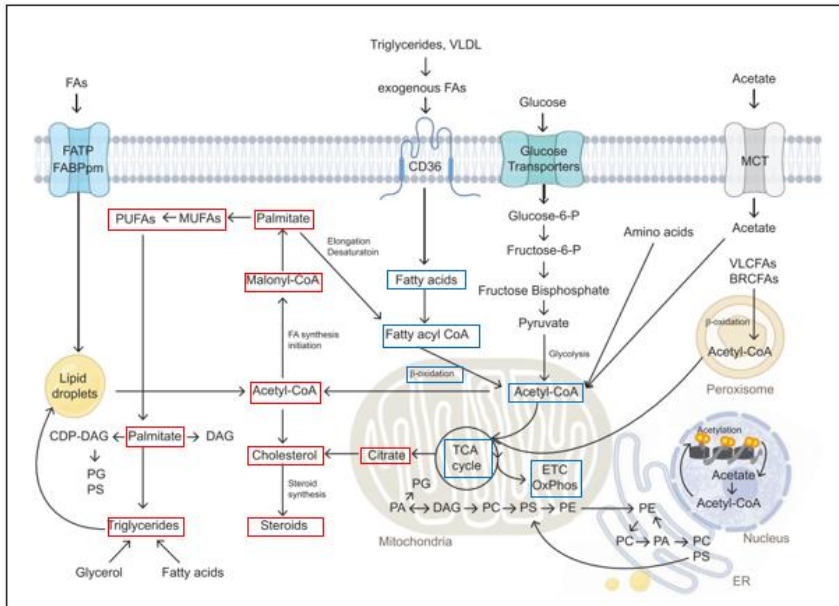
Metabolisme lipid terdiri dari beberapa tahap (Álvarez-López et al., 2021). Diawali dengan **Tahap pencernaan dan hidrolisis**. Lipid akan dicerna di usus oleh garam empedu (mengemulsikan lemak) dan enzim lipase yang berfungsi untuk memecah atau menghidrolisis lipid (trigliserida menjadi asam lemak bebas dan monogliserida). Asam lemak bebas akan mengalami β -oxidation

di dalam mitokondria menghasilkan acetyl CoA, yang digunakan dalam siklus asam sitrat untuk menghasilkan energi (seperti metabolisme karbohidrat) (Gambar 5).

Metabolisme adalah proses katabolik yang akan menghasilkan energi dengan memecah senyawa kompleks menjadi sederhana, dan proses anabolik yang membentuk senyawa kompleks (membutuhkan energi).

Katabolisme Lipid, dimulai dari hasil pencernaan lipid yang akan dikirimkan menuju sel – sel yang memerlukan. Lipid akan masuk ke dalam sel menggunakan transporter atau protein translokasi yaitu FATP dan CD36. Lipid kemudian diangkut menuju mitokondria menggunakan protein membrane. Dalam mitokondria, lipid akan dioksidasi menjadi acetyl KoA dan kemudian memasuki siklus asam sitrat atau siklus krebs untuk menghasilkan energi ATP(Yoon et al., 2021).

Anabolisme Lipid, pada proses siklus asam sitrat akan terbentuk citrate, citrate akan dikeluarkan dari mitokondria untuk proses lipogenesis de novo (lipogenesis de novo adalah jalur metabolisme yang mensintesis asam lemak dari kelebihan karbohidrat, asam lemak kemudian membentuk trigliserida atau lipid jenis lainnya (Strable & Ntambi, 2010)(Song et al., 2018)). Acetyl KoA dan Malonyl KoA digunakan untuk menghasilkan palmitat dan selanjutnya memanjang menjadi MUFA dan PUFA, asam lemak rantai panjang digabungkan dan membentuk trigliserida disimpan dalam lipid droplet. Palmitat diubah menjadi DAG (Diasilgliserol), trigliserida. DAG digunakan dalam sintesis fosfolipid untuk membran (Yoon et al., 2021).



Gambar 2.5. Overview Metabolisme Lipid (Yoon et al., 2021).
Kotak Biru : Katabolisme Lipid; **Kotak Merah** : Anabolisme Lipid

E. PENGANTAR METABOLISME PROTEIN

1. Protein

Protein adalah polimer dari asam amino. Protein dalam tubuh disintesis di bagian organela sel yang disebut ribosom di sitoplasma (proses translasi yang melibatkan mRNA, tRNA dan rRNA) mentransfer informasi genetik dari kode genetik untuk membentuk asam amino yang dibutuhkan, kumpulan asam amino akan membentuk protein. Protein adalah senyawa organik yang mengandung unsur Karbon, Hidrogen, Oksigen, Nitrogen dan Sulfur (Engwa Azeh Godwill, 2016).

Tabel 2.3. Biomolekul Protein

Biomolekul	Fungsi Utama	Contoh
Protein	• Pembentuk struktur (Protein Struktural) • Biokatalis/Enzim • Protein Transport, dll	Protein Struktural : Kolagen, aktin, miosin, dan keratin Protein Transport : Hemoglobin (protein pembawa oksigen melalui aliran darah)

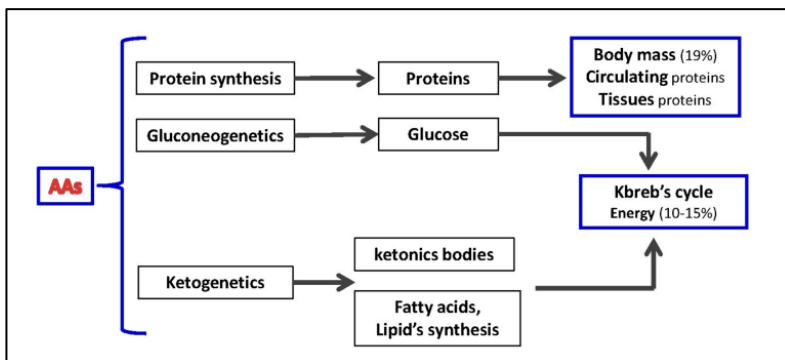
2. Metabolisme Protein

Sebagian besar tubuh terbuat dari protein, contohnya protein yang berperan pada reseptor sinyal sel, molekul pensinyalan, penyusun struktural sel, pompa ion, saluran ion, transporter. Ada pula protein dalam tulang (kolagen), otot, dan tendon, protein hemoglobin yang mengangkut oksigen serta enzim yang mengkatalisis semua reaksi biokimia.

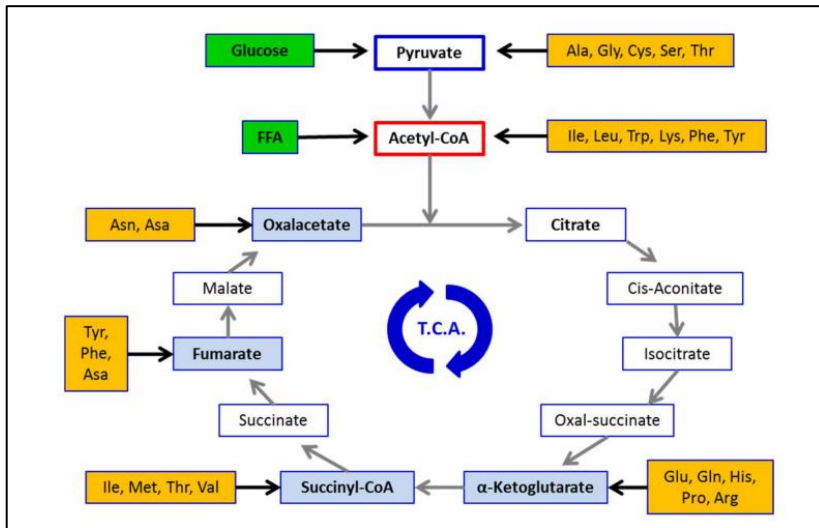
Protein juga memiliki potensi untuk berfungsi sebagai sumber energi ATP. Dalam metabolisme protein, protein tidak dapat disimpan, sehingga kelebihan protein harus diubah menjadi glukosa atau trigliserida, dan digunakan untuk memasok energi atau sebagai cadangan energi. Meskipun tubuh dapat mensintesis protein dari asam amino, makanan merupakan sumber penting dari asam amino tersebut, terutama karena manusia tidak dapat mensintesis semua 20 asam amino yang digunakan untuk membangun protein.

Katabolisme protein adalah proses pemecahan protein menjadi monomer yang dapat diserap. Pencernaan protein dimulai di perut. Ketika makanan kaya protein memasuki perut, mereka

disambut oleh campuran enzim pepsin dan asam klorida (HCl; 0,5%), menghasilkan pH lingkungan 1,5-3,5 yang mendenaturasi protein dalam makanan. Pepsin memotong protein menjadi polipeptida yang lebih kecil. Pankreas melepaskan natrium bikarbonat untuk menetralkan HCl. Hal ini membantu melindungi lapisan usus. Usus juga melepaskan hormon pencernaan, termasuk secretin dan CCK, yang merangsang proses pencernaan untuk memecah protein lebih lanjut. Sekretin juga merangsang pankreas untuk melepaskan natrium bikarbonat. Pankreas melepaskan sebagian besar enzim pencernaan, termasuk protease trypsin, chymotrypsin, dan elastase, yang membantu pencernaan protein. Bersama-sama, semua enzim ini memecah protein kompleks menjadi asam amino yang kemudian diangkut melintasi mukosa usus untuk digunakan untuk membuat protein baru, atau diubah menjadi lemak atau acetyl CoA dan digunakan dalam siklus Krebs (Gambar 2.6) (Pasini et al., 2018).

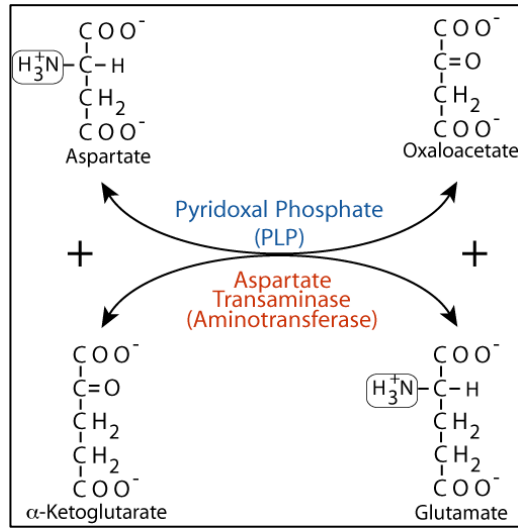


Gambar 2.6. Skema Fungsi Potensial Asam Amino (AA : amino acids)
(Pasini et al., 2018)



Gambar 2.7. Overview Metabolisme Protein (Pasini et al., 2018)(Yoshimi et al., 2016).

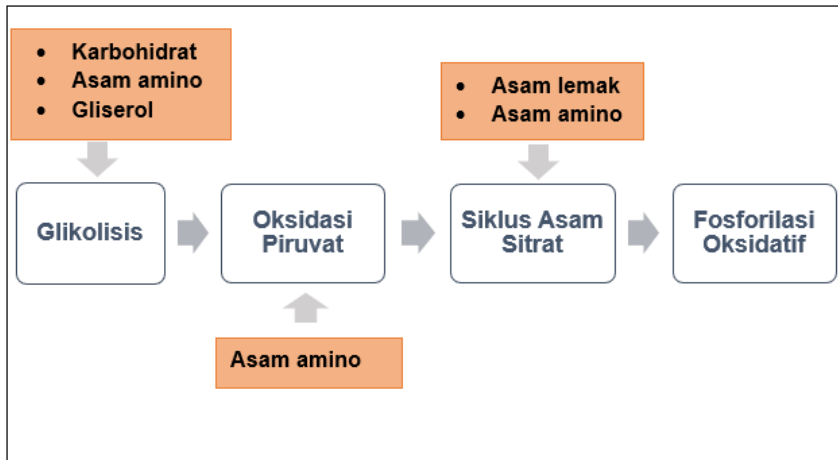
Gambar 2.7 menjelaskan mengenai proses mekanisme metabolisme protein sehingga dapat menghasilkan energi ATP. Protein akan dihidrolisis menjadi molekul yang sederhana yang dapat diserap oleh tubuh. Setiap asam amino harus dihilangkan gugus aminonya sebelum masuk ke jalur ini (proses deaminasi asam amino). Gugus amino diubah menjadi amonia. menghasilkan urea (siklus urea) yang kemudian akan dikeluarkan oleh tubuh melalui urin. Contoh asam amino yang sudah mengalami deaminasi aspartate yang kemudian diubah menjadi oxaloacetate dan masuk ke jalur siklus krebs yang kemudian membentuk energi (ATP) (Gambar 2.8).



Gambar 2.8. Proses Transaminase Aspartat
(proses untuk menghilangkan nitrogen dari asam amino)

F. HUBUNGAN METABOLISME LIPID, KARBOHIDRAT DAN PROTEIN

Metabolisme makromolekul termasuk karbohidrat, lipid dan protein saling berkaitan. Lipid yang terhubung ke metabolisme karbohidrat adalah trigliserida. Trigliserida terbentuk dari gliserol dan asam lemak. Trigliserida dapat dibuat dan dipecah melalui bagian-bagian dari jalur katabolisme glukosa. Gliserol dapat difosforilasi menjadi gliserol-3-fosfat, yang berlanjut melalui jalur glikolisis. Asam lemak dikatabolisme dalam proses yang disebut β-oksidasi yang terjadi di dalam matriks mitokondria dan mengubah rantai asam lemaknya menjadi dua unit karbon gugus asetil. Gugus asetil diambil oleh CoA untuk membentuk asetil CoA yang dilanjutkan ke dalam siklus asam sitrat. Protein akan dihidrolisis menjadi asam amino yang dapat masuk ke jalur katabolisme karbohidrat dengan menghilangkan gugus amin terlebih dahulu.



Gambar 2.9. Hubungan Metabolisme Karbohidrat, Lemak dan Protein

G. RANGKUMAN

Biokimia menjelaskan reaksi kimia pada tubuh yang terjadi pada semua proses metabolisme. Menurut (Usman & Garba, 2023). Biokimia adalah ilmu yang menggabungkan prinsip dari biologi dan kimia untuk memahami proses kehidupan pada tingkat molekuler mencakup reaksi kimia yang terjadi, jalur metabolisme, sintesis dan pemecahan biomolekul dan proses regulasinya, yang penting untuk memahami mekanisme penyakit, mengembangkan terapi atau obat baru. Biokimia erat kaitannya dengan unsur-unsur kimia, karena makhluk hidup tersusun dari sel yang tersusun dari molekul-molekul kimia.

Biomolekul adalah molekul-molekul penyusun makhluk hidup atau organisme. Organisme disusun oleh sel sebagai unit dasar kehidupan, sel disusun oleh senyawa-senyawa organik (mengandung karbon) dan senyawa anorganik. Senyawa organik yang menyusun makhluk hidup disebut makromolekul atau biomolekul. Keempat makromolekul tersebut adalah karbohidrat,

lipid, protein dan asam nukleat (Usman & Garba, 2023). Reaksi kimia atau proses metabolisme dalam tubuh terutama pada makromolekul yaitu

1. Metabolisme karbohidrat
2. Metabolisme lipid
3. Metabolisme protein
4. Metabolisme asam nukleat

Metabolisme terdiri dari proses katabolisme dan anabolisme. **Katabolisme** adalah proses pemecahan senyawa kompleks menjadi sederhana (polimer menjadi monomer atau menjadi bentuk yang paling sederhana), proses ini menghasilkan energi yang diperlukan tubuh (dalam bentuk ATP). **Anabolisme** adalah proses pembentuk senyawa kompleks, proses ini membutuhkan energi. Jalur katabolisme meliputi glikolisis, oksidasi piruvat, siklus asam sitrat dan fosforilasi oksidatif. Metabolisme antar makromolekul saling berkaitan karena bertujuan untuk membentuk energi (ATP).

Dalam proses metabolisme dimungkinkan adanya gangguan-gangguan mekanisme yang terjadi, karena berbagai faktor, sehingga dengan kita mengetahui proses mekanisme yang terjadi diharapkan mampu mengatasi dan memberikan solusi.

H. TES FORMATIF

1. Manakah unit penyusun terkecil makhluk hidup
 - a. Jaringan
 - b. Sel**
 - c. Organ
 - d. Sistem
2. Unsur kimia pada tubuh manusia yang termasuk kelompok *major* adalah
 - a. Calcium
 - b. Potassium

- c. **Oxygen**
- d. Alumunium
- 3. Kumpulan monomer akan membentuk polimer senyawa tertentu. Manakah yang benar dibawah ini :
 - a. Asam amino → Lipid
 - b. Asam nukleat → Protein
 - c. Monosakarida → Protein
 - d. **Asam amino → Protein**
- 4. **Apakah yang dimaksud mengenai katabolisme?**
 - a. Pemecahan senyawa kompleks menjadi senyawa bebas
 - b. Pembentukan senyawa kompleks
 - c. **Pemecahan senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang dapat diserap oleh tubuh**
 - d. Pembentukan senyawa bebas
- 5. Jalur katabolisme yang sesuai adalah
 - a. **Glikolisis - Oksidasi piruvat – Siklus asam sitrat – Dekarboksilasi oksidatif**
 - b. Dekarboksilasi oksidatif – Siklus asam sitrat – Glikolisis – Oksidasi Piruvat
 - c. Siklus asam sitrat – Dekarboksilasi oksidatif – Oksidasi piruvat – Glikolisis
 - d. Glikolisis – Dekarboksilasi oksidatif – Siklus asam sitrat – Oksidasi Piruvat

I. LATIHAN

- 1. Jelaskan apa hubungan dari biokimia dan biomolekul
- 2. Sebutkan apa saja unsur kimia yang dibutuhkan oleh tubuh
- 3. Bagaimana metabolisme karbohidrat, lipid, protein
- 4. Jelaskan hubungan antara metabolisme karbohidrat, lipid dan protein
- 5. Sebutkan gangguan yang mungkin terjadi dan solusi yang bisa diberikan dilihat dari bidang ilmu biokimia

KEGIATAN BELAJAR 3

DASAR-DASAR ANATOMI DAN FISILOGI TUBUH MANUSIA

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

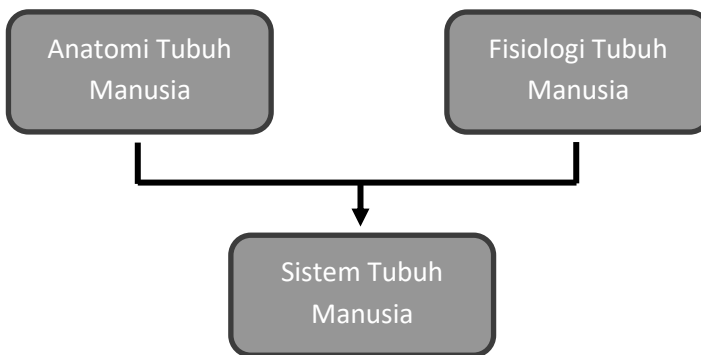
Pada bab ini mahasiswa mempelajari dasar-dasar anatomi dan fisiologi tubuh manusia meliputi pengenalan struktur dan fungsi organ-organ tubuh manusia.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa dan mahasiswi memiliki pengetahuan dan kemampuan :

1. Memahami struktur tubuh manusia dan istilah anatomi
2. Memahami fungsi organ-organ tubuh manusia
3. Memahami system tubuh manusia

PETA KONSEP PEMBELAJARAN



A. PENGERTIAN ANATOMI

Anatomi adalah cabang biologi yang mempelajari tentang struktur organisme dan bagian-bagiannya. Merupakan kajian ilmiah yang meliputi penampakan dan kedudukan berbagai bagian, bahan penyusunnya, dan hubungannya dengan bagian lain. Bidang studi ini meliputi struktur organisme, termasuk sistem, organ, dan jaringannya.

Istilah "anatomi" berasal dari kata Yunani "anatome", yang berarti "pembedahan" atau "memotong." Ini adalah ilmu pengetahuan kuno, yang berakar pada peradaban kuno seperti Mesir Helenistik dan Yunani kuno. Studi tentang anatomi sangat penting dalam bidang keperawatan, dan telah berkembang seiring berjalannya waktu, dengan kontribusi yang signifikan dari berbagai budaya dan periode sejarah.

Anatomi adalah ilmu dasar yang diterapkan dalam keperawatan, dan penting untuk memahami struktur dan fungsi organisme hidup. Ia juga dibagi menjadi berbagai cabang, termasuk anatomi makroskopis dan mikroskopis, yang masing-masing mempelajari struktur organisme yang terlihat dan struktur jaringan dan sel pada tingkat mikroskopis.

Anatomi adalah bidang studi penting yang memberikan landasan bagi praktik dan penelitian medis, dan terus berkembang seiring kemajuan teknologi dan pengetahuan ilmiah

B. PENGERTIAN FISILOGI

Fisiologi adalah cabang ilmu biologi yang mempelajari fungsi organisme makhluk hidup dan bagian-bagiannya. Ilmu ini membahas tentang cara kerja organisme, termasuk manusia, serta bagaimana organisme tersebut beradaptasi dengan lingkungan sekitarnya.

Fisiologi mencakup berbagai aspek, seperti fisiologi sel, fisiologi sistem, dan fisiologi organ. Fisiologi sel mempelajari fungsi sel-sel individu, sedangkan fisiologi sistem mempelajari cara kerja sistem-sistem tubuh, seperti sistem saraf, sistem kardiovaskular, dan sistem pencernaan. Fisiologi organ mempelajari fungsi organ-organ tubuh, seperti hati, ginjal, dan paru-paru.

Fisiologi juga berkaitan erat dengan ilmu keperawatan, karena memahami fungsi organisme dan bagian-bagiannya sangat penting dalam diagnosis dan pengobatan penyakit. Ilmu fisiologi telah berkembang pesat seiring dengan kemajuan teknologi, seperti pencitraan medis dan teknik rekayasa genetika.

Dengan demikian, pengertian fisiologi mencakup pemahaman tentang cara kerja organisme makhluk hidup dan bagian-bagiannya, serta bagaimana organisme tersebut beradaptasi dengan lingkungan sekitarnya.

C. KLASIFIKASI ANATOMI DAN FISIOLOGI

Berdasarkan aspek yang diteliti, anatomi dibagi menjadi dua bagian:

1. Anatomi mikroskopis adalah ilmu yang mempelajari struktur yang tidak terlihat dengan mata telanjang. Bentuk mikroskop meliputi sitologi dan histologi. Sitologi memeriksa sel-sel individual, sedangkan histologi memeriksa jaringan.
2. Anatomi Makroskopik adalah mempelajari suatu struktur yang besar dan bisa dilihat dengan mata telanjang, antara lain yaitu anatomi permukaan (ciri-ciri permukaannya), anatomi regional (fokus pada area tertentu), anatomi sistemik (mempelajari organ secara sistem pencernaan, sistem reproduksi, sistem kardiovaskular, dll), serta anatomi perkembangan (mempelajari perubahan tubuh dari sudut pandang struktur).

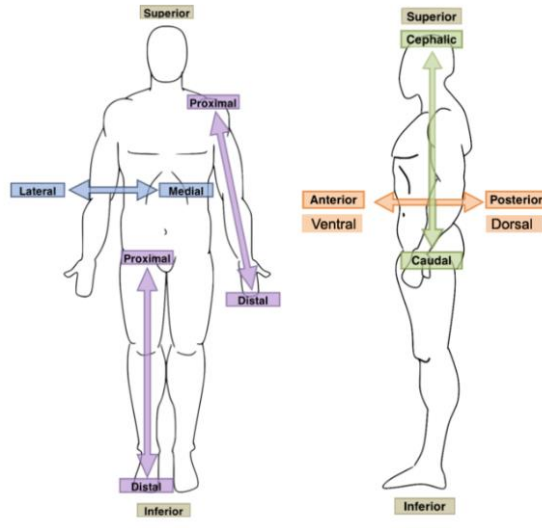
Fisiologi manusia adalah ilmu yang mempelajari tentang faal (fungsi) dari tubuh manusia. Adapun spesifikasi fisiologi dari anatomi antara lain yaitu :

1. Fisiologi Sel (mempelajari fungsi sel dan bagian-bagiannya)
2. Fisiologi Spesifik (mempelajari suatu organ)
3. Fisiologi Sistemik (studi sistematis fungsi organ tubuh)
4. Fisiologi Patologis (studi sistematis pengaruh penyakit pada organ tubuh)

D. ISTILAH DAN POSISI ANATOMI

Anatomi memiliki beragam istilah yang digunakan untuk mendeskripsikan posisi dan lokasi tubuh. Istilah-istilah anatomi ini penting untuk memahami struktur tubuh manusia. Beberapa istilah anatomi yang umum meliputi:

1. Istilah Anatomi
 - a. Anterior : Lebih dekat ke depan, contoh: lambung terletak anterior terhadap limpa.
 - b. Medial : Bagian tengah atau lebih dekat ke bidang median, contoh: jari manis terletak medial terhadap jari jempol.
 - c. Superior : Atas, contoh: mulut terletak superior terhadap dagu.
 - d. Lateral : Bagian samping, menjauhi bidang median, contoh: telinga terletak lateral terhadap mata.
 - e. Inferior : Bawah, contoh: pusar terletak inferior terhadap payudara.
 - f. Proximal : Lebih dekat dengan batang tubuh atau pangkal.
 - g. Distal : Ujung atau menjauhi batang tubuh, contoh: pergelangan tangan terletak distal terhadap siku.
 - h. Dorsal : Bagian belakang ruas tulang belakang.
 - i. Ventral : Bagian depan ruas tulang belakang.
 - j. Cranial : Bagian kepala.
 - k. Caudal : Bagian ekor.



Gambar 3.1. Posisi Anatomi

2. Posisi Anatomi

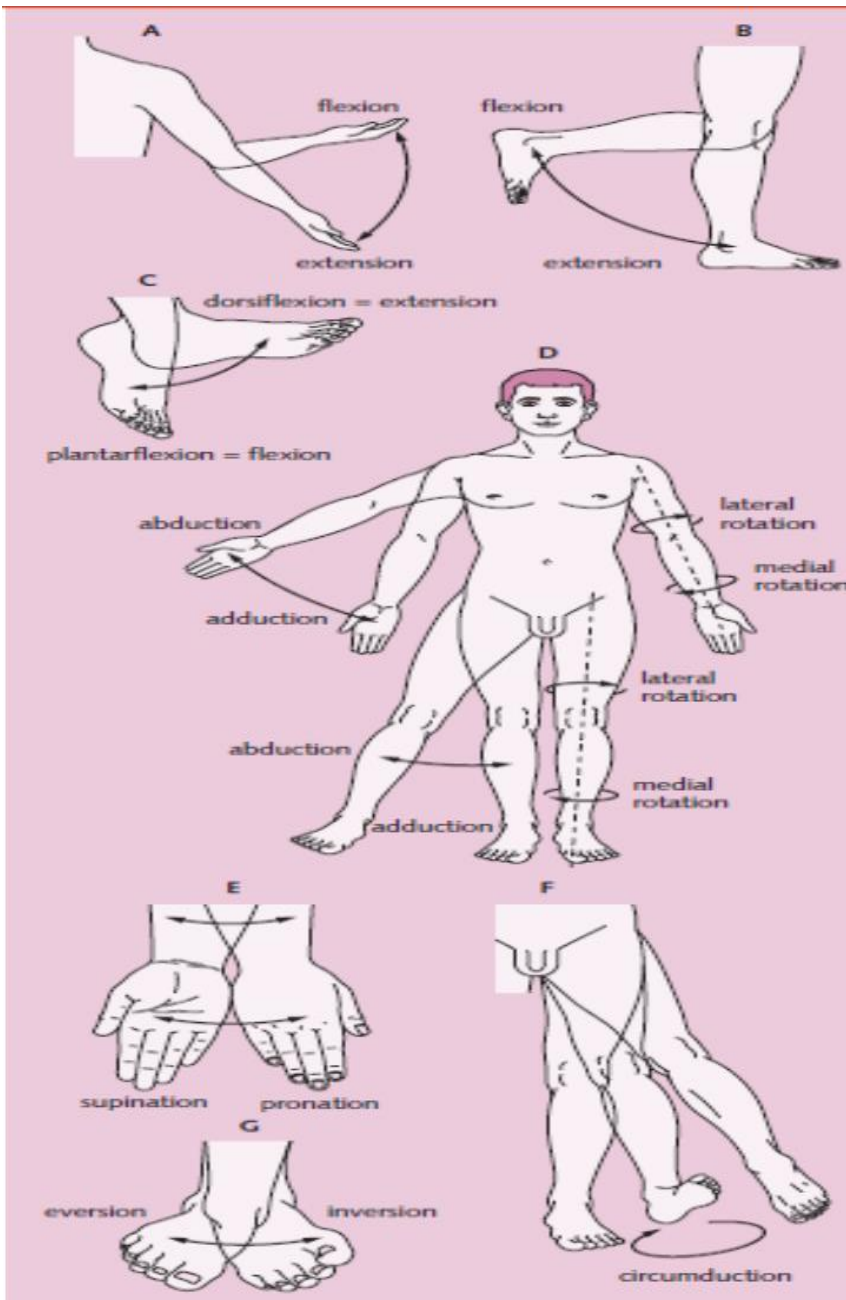
- a. Posisi anatomi (berdiri) : Tubuh lurus dalam posisi berdiri dengan mata memandang lurus.
- b. Posisi supine (terlentang) : Tubuh berbaring dengan wajah menghadap ke atas.
- c. Posisi prone (tengkurap) : Punggung menghadap ke atas.
- d. Posisi litotomi : Tubuh berbaring terlentang, paha diangkat vertikal dan betis lurus horizontal.

Semua deskripsi anatomis disesuaikan dengan standar posisi anatomi untuk menghindari kesalahpahaman arti dari masing-masing pendapat. Syarat posisi anatomi meliputi berdiri dengan tegak, kedua mata, dan jari kaki menghadap ke depan, serta kedua tangan di sisi tubuh dengan telapak tangan terbuka ke depan.

E. ARAH GERAKAN TUBUH

Arah gerakan tubuh dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis gerakan. Berikut adalah beberapa jenis gerakan tubuh yang umum digunakan:

1. Gerakan Ekstensi : Gerakan lurus, seperti saat tangan direntangkan ke depan, samping, atau belakang
2. Gerakan Fleksi : Gerakan menekuk, seperti gerakan siku, lutut, atau ruas jari
3. Gerakan Abduksi : Gerakan menjauhi badan, seperti gerakan merentangkan tangan.
4. Gerakan Aduksi : Gerakan mendekati badan, seperti mengembalikan tangan ke posisi semula setelah merentangkan tangan.
5. Gerakan Depresi : Gerakan menurunkan anggota tubuh, seperti menundukkan kepala.
6. Gerakan Elevasi : Gerakan menaikkan anggota tubuh, seperti kepala menengadah ke atas.
7. Gerakan Inversi : Gerakan memiringkan telapak kaki ke arah dalam tubuh.
8. Gerakan Eversi : Gerakan memiringkan telapak kaki ke arah luar.
9. Gerakan Rotasi : Gerakan memutar pada sumbu vertikal tulang, dapat bergerak ke dalam (internal) maupun ke luar (external).



Gambar 3.2. Arah Gerakan Anatomi

Dalam ilmu kinesiologi, gerakan tubuh juga dapat dikelompokkan berdasarkan bidang tubuh (body planes), yaitu sagital, frontal, dan transversal. Dengan mengetahui jenis dan arah gerakan tubuh, kita dapat memahami dan menjelaskan gerakan tubuh secara lebih spesifik.

F. ISTILAH ANATOMI LAIN ATAU NOMENKLATUR ANATOMI

Anatomi mempunyai asosiasi yang berkaitan dengan anatomi yang lebih rinci, Ada beberapa istilah atau tata nama yang penting untuk diingat. Untuk penjelasannya silakan merujuk pada penjelasan terkait pada Anatomi.

1. Istilah anatomi untuk bagian tubuh yang menonjol.
 - a. Processus : nama umum untuk taju (tonjolan)
 - b. Spina : taju yang tajam (seperti duri)
 - c. Tuber : benjolan bulat
 - d. Tuberculum : benjolan bulat yang kecil
 - e. Crista : gerigi, tepi
 - f. Pecten : bagian pinggir yang menonjol
 - g. Condyles : tonjolan bulat diujung tulang
 - h. Epicondylus : benjolan pada condyles
 - i. Cornu : tanduk
 - j. Linea : garis
2. Istilah anatomi untuk bagian tubuh yang melengkung
 - a. Fossa : nama umum
 - b. Fossula : fossa yang kecil
 - c. Fovea : lengkungan dangkal, lesung
 - d. Foveola : fovea yang kecil
 - e. Sulcus : lekukan
 - f. Incisura : takik
3. Istilah anatomi untuk lubang, saluran, dan ruang a.
 - 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

G. RONGGA-RONGGA DALAM TUBUH MANUSIA

Pembahasan mengenai konsep dasar anatomi dan fisiologi, sebagaimana diketahui bersama bahwa struktur tubuh manusia juga terdiri dari rongga-rongga atau suatu cavum (ruang). Terdapat beberapa rongga dalam struktur anatomi manusia, yaitu yang terdapat pada kepala dan badan.

1. Rongga yang terdapat dalam kepala
 - a. Rongga tengkorak (cavum cranialis), isinya meliputi otak besar (cerebrum), otak kecil (cerebellum) dan batang otak (brain stem)
 - b. Rongga mata (cavum orbital), isinya yaitu bola mata (orbita)
 - c. Rongga hidung (cavum nasi), isinya yaitu tempat lewatnya udara pernapasan
 - b. Rongga mulut (cavum oris), isinya yaitu lidah dan gigi
 - c. Rongga telinga tengah (cavum tympani), isinya berupa tulang-tulang pendengaran (maleus, mcus, stapes)
2. Rongga yang terdapat pada badan
 - a. Rongga dada (cavum thoracis), isinya meliputi paru• paru (pulmo), jantung (cardio), pembuluh darah aorta, pembuluh dara vena cava, arteri dan vena pulmonalis, trachea, bronchus, dan eosophagus
 - b. Rongga perut (cavum abdomen), isinya meliputi lambung (gaster), usus halus (intestinum, duodenum, jejunum), usus besar (colon), kelenjar pankreas, limpa (lien), hati (hepar), dan ginjal (renal)

- b. Rongga panggul (cavum pelvis), isinya meliputi kandung kemih (vesika urinaria), rectum, pada laki-laki kelenjar prostat, perempuan terdapat Rahim (uterus), dan indung telur (ovarium).

H. TINGKAT ORGANISASI DALAM TUBUH MANUSIA

Tingkatan organisasi pada tubuh manusia berdasarkan kajian mikroskopik ke makroskopik anatomi adalah sebagai berikut:

1. Tingkat kimia atau molekul, dibentuk oleh atom yang merupakan unit sangat terkecil membentuk molekul - molekul dengan ukuran sangat kompleks. Contoh molekul kompleks protein.
2. Tingkat seluler, interaksi dari molekul-molekul yang membentuk organelle tertentu yang akan membentuk sebuah sel.
3. Tingkat jaringan, kumpulan dari sel-sel tersebut akan membentuk suatu jaringan. Contoh jaringan otot.
4. Tingkat organ, merupakan kumpulan dari beberapa jaringan yang menyusun suatu organ. Contoh jantung.
5. Tingkat sistem organ, merupakan interaksi dari satu organ dengan organ lainnya sehingga menyusun sistem organ. Contoh sistem pencernaan
6. Tingkat organisme, merupakan kesatuan seluruh sistem organ pada manusia yang akan mempertahankan kehidupan dan Kesehatan

I. SISTEM ORGAN PADA TUBUH MANUSIA

1. Sistem Rangka : Pada sistem rangka, secara total manusia memiliki 206 tulang yang dihubungkan dengan tendon, ligamen, dan tulang rawan. Fungsi dari sistem rangka sebagai alat gerak,

tempat melekatnya otot, pelindung organ dalam, menopang dan memberikan bentuk tubuh.

Adapun, rincian mengenai jumlah tulang pada tiap-tiap bagian, yaitu : 8 buah tulang di kepala, 25 buah tulang di kerangka dada, 14 buah tulang di wajah, 26 buah tulang di belakang dan pinggul, 6 buah tulang di telinga dalam, 64 buah tulang di lengan, 1 buah tulang di lidah, 62 buah tulang di kaki

2. Sistem Otot : Manusia memiliki 600 otot yang berfungsi membantu pergerakan tubuh, aliran darah, serta menjalankan fungsi tubuh lainnya. Otot berada pada anatomi tubuh manusia bagian belakang, berikut 3 jenis otot yang dimiliki oleh manusia. Otot rangka yang terhubung dengan tulang. Otot polos yang ditemukan di dalam organ pencernaan. Otot jantung yang ditemukan di jantung

3. Sistem Peredaran Darah : Sistem peredaran darah yang memiliki fungsi antara lain : Mengedarkan darah ke seluruh tubuh. Melindungi tubuh melalui sel darah putih untuk melawan kuman yang telah masuk ke dalam tubuh. Mempertahankan homeostasis atau keseimbangan kondisi tubuh pada beberapa kondisi internal

4. Sistem Pencernaan : Sistem pencernaan pada anatomi tubuh manusia melibatkan sejumlah organ yang disebut sebagai saluran pencernaan. Nah, saluran tersebut dimulai dari mulut hingga usus besar. Akhir dari sistem pencernaan yaitu menghasilkan urin dan feses yang dibuang melalui anus, fungsi dari sistem ini ialah untuk memproses makanan menjadi zat-zat gizi yang dibutuhkan oleh tubuh.

5. Sistem Endokrin : Sistem endokrin terdiri dari beberapa kelenjar yang mengeluarkan hormon ke dalam darah. Kelenjar tersebut ialah hipotalamus, kelenjar pituitari, kelenjar pineal, kelenjar tiroid, kelenjar paratiroid, kelenjar adrenal, pankreas, dan kelenjar kelamin atau gonad.

Kelenjar-kelenjar tersebut akan bekerja sesuai dengan rangsangan yang diterima dari sistem saraf pusat dan reseptor kimiawi di dalam darah dan hormon yang diproduksi oleh kelenjar lain.

6. Sistem Saraf : Sistem saraf yang berfungsi untuk mengumpulkan, mengirimkan, dan memproses informasi dalam otak dan saraf. Sistem saraf terdiri dari saraf pusat seperti otak dan sumsum tulang belakang, sedangkan saraf tepi seperti saraf otonom dan somatis.

7. Sistem Pernapasan : Sistem pernapasan ini berfungsi untuk menyediakan oksigen ke seluruh tubuh, mengeluarkan karbon dioksida serta produk limbah lainnya yang dapat mematikan apabila dibiarkan menumpuk. Sistem pernapasan utama terbagi menjadi tiga, yaitu: Saluran napas yang berfungsi membawa udara melewati hidung menuju paru-paru. Saluran napas terdiri dari hidung, mulut, faring, laring, trakea, bronkus, dan bronkiolus. Paru-paru yang berfungsi sebagai tempat pertukaran oksigen ke dalam tubuh dan karbon dioksida keluar tubuh. Otot respirasi termasuk diafragma dan otot interkostal yang bekerja sama dalam memompa, mendorong udara masuk dan keluar dari paru-paru ketika manusia bernapas

8. Sistem Kekebalan Tubuh : Sistem kekebalan tubuh memiliki fungsi sebagai pertahanan tubuh terhadap bakteri, virus, dan patogen lainnya yang berbahaya. Getah bening, limpa, sumsum tulang, limfosit, timus, dan leukosit termasuk ke dalam sistem kekebalan tubuh.

9. Sistem Limfatik : Sistem limfatik juga berfungsi sebagai pertahanan tubuh. Sistem ini terdiri dari kelenjar getah bening, saluran getah bening, dan pembuluh getah bening. Sistem limfatik bertugas sebagai pembuat dan penyalur getah bening yang akan membantu tubuh melawan infeksi. Tak sampai disitu, sistem ini juga membantu menghilangkan cairan getah bening dari jaringan tubuh dan mengembalikannya ke darah.

10. Sistem Ekskresi : Sistem ekskresi yang berfungsi untuk mengeluarkan zat-zat sisa yang tidak dibutuhkan lagi oleh tubuh. Organ-organ ekskresi terdiri dari ginjal, hati, kulit, dan paru-paru. Hati berfungsi mengeluarkan empedu, kulit berfungsi mengeluarkan keringat, dan paru-paru berfungsi mengeluarkan uap air serta karbon dioksida.

11. Sistem Urinaria : Sistem urinaria atau perkemihan termasuk ke dalam sistem ekskresi. Pada sistem ini, ada yang namanya ginjal, ureter, kandung kemih, dan uretra. Fungsi ginjal sebagai penyaring darah untuk membuang limbah dan menghasilkan urine. Sementara itu, ureter, kandung kemih, dan uretra bersama-sama membantu saluran kemih yang mengalirkan urine dari ginjal, menyimpannya, dan mengeluarkannya ketika buang air kecil.

12. Sistem Reproduksi : Pria dan wanita memiliki sistem reproduksi yang berbeda, namun sama-sama berfungsi menghasilkan keturunan. Pada wanita, sistem reproduksinya mencakup ovarium, saluran telur, rahim, vagina, vulva, kelenjar susu, dan payudara. Sementara pada reproduksi laki-laki mencakup skrotum, testis, saluran sperma, kelenjar seks, dan penis.

13. Sistem Indera : Anatomi tubuh manusia lainnya adalah sistem indera. Fungsi dari sistem ini ialah sebagai penerima rangsangan yang berasal dari lingkungan sekitarnya. Sistem indera pada manusia terbagi atas 5 panca indera, yaitu : Indera penglihatan dengan menggunakan mata, indera pendengaran dengan menggunakan telinga, indera penciuman melalui hidung, indera peraba yang dapat dirasakan melalui kulit, indera pengecap menggunakan lidah

J. RANGKUMAN

Anatomi dan fisiologi adalah cabang biologi yang membahas tentang struktur dan fungsi tubuh manusia. Anatomi berfokus pada struktur bagian-bagian tubuh, sedangkan fisiologi berkaitan dengan fungsi bagian-bagian tersebut.

Anatomi adalah ilmu yang mempelajari struktur tubuh dan bagian-bagiannya. Ini mencakup studi tentang tulang, otot, organ, dan jaringan. Ada beberapa subdisiplin ilmu anatomi, seperti anatomi kasar, anatomi mikroskopis, dan anatomi perkembangan.

Fisiologi adalah studi tentang bagaimana tubuh dan bagian-bagiannya berfungsi. Ini mencakup studi tentang bagaimana berbagai sistem dalam tubuh bekerja, seperti sistem saraf, sistem kardiovaskular, sistem pernapasan, dll.

Tubuh manusia terdiri dari berbagai sistem yang bekerja sama untuk mempertahankan fungsinya. Sistem tersebut meliputi sistem rangka, sistem otot, sistem peredaran darah, sistem pencernaan, sistem endokrin, sistem saraf, sistem pernapasan, sistem saluran kemih, sistem reproduksi, sistem integumen, sistem limfatik, sistem kekebalan tubuh, dan sistem sensorik. Setiap sistem terdiri dari berbagai organ yang bekerja sama untuk menjalankan fungsi tertentu. Memahami anatomi dan fisiologi sistem ini sangat penting untuk menjaga kesehatan dan mengobati penyakit. Sistem-sistem tersebut saling bergantung dan bekerja sama untuk mempertahankan homeostatis dalam tubuh.

K. TES FORMATIF

1. Apakah cabang ilmu mempelajari struktur tubuh dan hubungannya dengan bagian-bagian lainnya ?
 - a. Anatomi
 - b. Fisiologi
 - c. Artrologi
 - d. Dermatologi
 - e. Miologi
2. Apakah cabang ilmu yang mempelajari fungsi normal tubuh manusia?
 - a. Anatomi
 - b. Fisiologi
 - c. Artrologi
 - d. Dermatologi
 - e. Miologi

3. Apakah istilah dari posisi dua organ posisi lambung di depan limpa?
 - a. Anterior
 - b. Posterior
 - c. Superior
 - d. Inferior
 - e. Medial
4. Apakah istilah dari posisi dua organ posisi siku terhadap telapak tangan dari garis medial tubuh.
 - a. Medial
 - b. Lateral
 - c. Proksimal
 - d. Distal
 - e. Superfisial
5. Apakah nama gerakan pergelangan kaki ke arah medial tubuh.
 - a. Depresi
 - b. Elevasi
 - c. Retraksi
 - d. Inversi
 - e. Eversi

L. LATIHAN

1. Jelaskan perbedaan antara anatomi dan fisiologi manusia!
2. Sebutkan 5 istilah anatomi berdasarkan posisi anatomi dengan memperhatikan garis arah dan bidang imajiner!

KEGIATAN BELAJAR 4

SISTEM PERNAFASAN

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

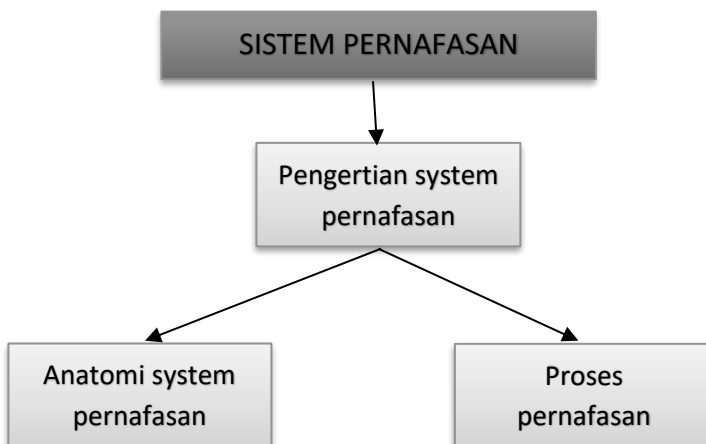
Pada bab ini mahasiswa mempelajari pengenalan dan konsep dasar teoritis tentang sistem pernafasan.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa dan mahasiswi memiliki pengetahuan dan kemampuan :

1. Mampu menjelaskan definisi system pernafasan/respirasi.
2. Mampu menguraikan anatomi sitem pernafasan
3. Mampu menjelaskan fisiologi sistem pernafasan.

PETA KONSEP PEMBELAJARAN



A. PENGERTIAN PROSES PERNAFASAN

Pernafasan atau bisa disebut juga dengan **respirasi** dapat didefinisikan sebagai sebuah proses pengambilan oksigen dan pelepasan karbondioksida di dalam tubuh. Ketika manusia bernapas, berarti sedang terjadi proses masuknya oksigen ke dalam tubuh dan pelepasan karbondioksida keluar tubuh.

Fungsi pernafasan adalah untuk menyediakan oksigen bagi sel tubuh dan mengeluarkan karbondioksida serta menjaga keseimbangan asam basa dalam darah.

Pernafasan terjadi melalui 2 proses, yaitu :

1. Ventilasi

Ventilasi adalah pergerakan udara masuk dan keluar paru-paru

2. Difusi

Difusi adalah proses pertukaran gas oksigen dan karbondioksida antara darah dan alveoli melalui membran alveoli dan pembuluh darah

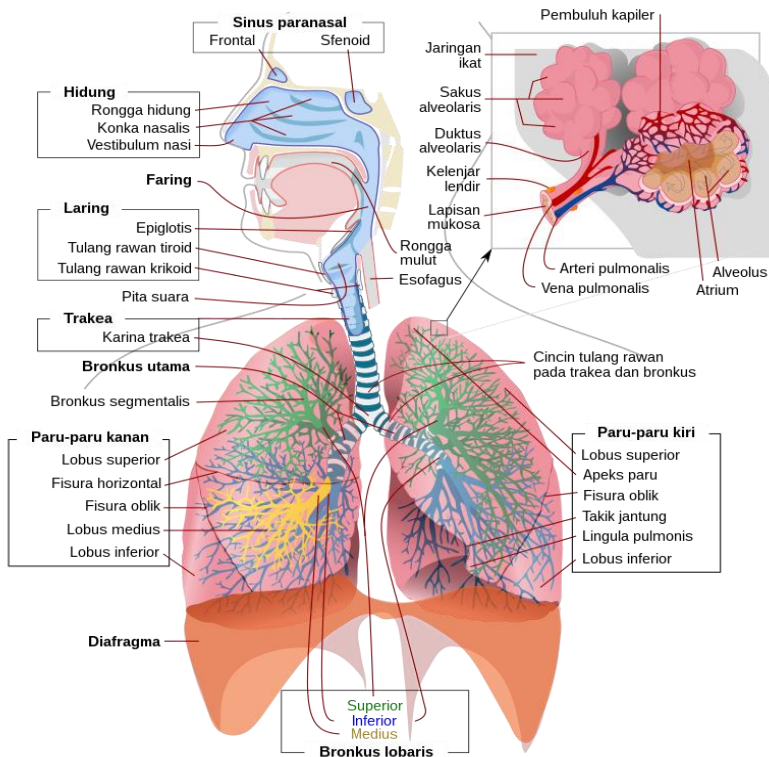
B. ANATOMI SISTEM PERNAFASAN

Saluran pernafasan terdiri dari 2 macam:

1. Saluran nafas atas : hidung, faring, laring, trakea
2. Saluran nafas bawah : bronkus, bronkiolus, alveoli

1. Hidung

Hidung terdiri dari rongga hidung, konka nasal, vestibularis nasi, sinus paranasal. Udara yang masuk dari udara luar ke rongga hidung disaring/filter dari debu dan bakteri oleh rambut hidung dan mucus. Kemudian dilembabkan oleh mucus dan dihangatkan suhunya oleh pembuluh darah yang banyak pada rongga hidung. Sinus paranasal menghasilkan mucus yang dialirkan ke rongga hidung yang berfungsi untuk menangkap febris.



Gambar. 4.1 Anatomi System Pernafasan

2. Faring

Faring adalah saluran yang menghubungkan hidung dan mulut dengan faring. Panjang faring 5 inci (13 cm). fungsi faring adalah sebagai saluran respiratorius dan digestif.

Faring terdiri dari 3 bagian:

- Nasofaring : disebelah posterior hidung dan atas palatum mole
- Orofaring : dibelakang rongga mulut memanjang dari palatum ke tulang hyoid. Palatum akan menutup nasofaring saat kita menelan makanan.
- Laringofaring : meanjang dari tulang hyoid ke kartilagi krikoid (laring)

Udara yang masuk dari rongga hidung akan melewati faring. faring memiliki dua cabang saluran yaitu saluran pernapasan dan saluran pencernaan yang terletak di bagian belakang.

3. Laring

Laring adalah organ saluran pernapasan yang berbentuk seperti saluran dan dikelilingi oleh tulang rawan. Laring terdiri dari 3 tulang rawan, yaitu cartilage tyroidea (*Adam's apple*), cricoidea dan epiglotis. Laring memiliki lapisan *mukosa*. Mukosa tersebut memiliki epitel-epitel berlapis yang cukup tebal untuk menahan getaran-getaran suara yang sampai pada laring. Pita suara melekat pada lumen laring. Laring melindungi saluran nafas bawah dari benda asing dengan menimbulkan ransangan batuk. Epiglottis menutup kearah laring saat menelan.

4. Trakea atau batang tenggorokan

Trakea adalah organ yang berbentuk pipa dan terletak di sebagian leher sampai ke rongga dada. Trakea berawal dari bawah laring dan turun dan turun kesisi anterior (depan) esophagus/kerongkongan dengan panjang 4-5 inci (12-15 cm). Dinding trakea sangat tipis dan kaku dan ada di dalam rongga bersilia. Silia ini memiliki fungsi untuk menyaring benda-benda asing yang masuk melalui saluran pernapasan, kemudian dibatukkan melalui mulut.

5. Bronkus atau cabang batang tenggorokan

Fungsi dari bronkus adalah menyediakan saluran untuk udara yang ingin masuk dan keluar dari dan menuju paru-paru. Struktur dari bronkus mirip dengan struktur trakea. Yang membedakan hanya tulang rawan di cabang bronkus memiliki bentuk yang tidak teratur. pada cabang bronkus juga ada cincin tulang rawan yang melingkari dengan baik. Cabang bronkus memiliki cabang-cabang lagi yang disebut dengan bronkiolus.

Bronkus memiliki dua cabang yaitu cabang di sebelah kiri dan kanan.

Bronkus kanan lebih pendek , lebih lebar dan lebih vertical dari pada paru kiri (sehingga jika ada aspirasi benda asing lebih sering menuju bronkus kanan daripada bronkus kiri. Kedua cabang itu mengarah kepada paru-paru dan bercabang lagi. Cabang-cabang kecil bronkiolus bermuara ke kantong udara yang disebut dengan alveolus.

6. Pulmo atau paru-paru

Paru-paru berada di dalam rongga dada bagian atas. Di samping paru-paru ada tulang rusuk dan di bawahnya ada diafragma. Bagian atas paru disebut bagian apex pulmol yang terletak tepat dibawah tulang klavikula. Bagian bawah paru disebut bagian basis pulmol. Paru-paru terbagi menjadi dua bagian, yaitu bagian kanan dan kiri. Paru-paru bagian kanan terdiri dari tiga lobus superior, medial, inferior sedangkan paru-paru kiri memiliki dua lobus saja.

Paru-paru diselimuti oleh selaput yang tipis yang disebut dengan pleura. Pleura terdiri dari dua lapis yaitu lapisan luar disebut pleura parietal dan lapisan dalam disebut pleura visceral. Diantara kedua lapisan pleura terdapat cavitas pleura

Di dalam paru-paru terdapat cabang dari bronkus, bronkiolus alveoli dan pembuluh darah. Alveoli merupakan merupakan kantong udara tempat terjadinya difusi oksigen dan karbondioksida. Paru dialiri darah melalui arteri pulmonal yang bercabang menjadi kapiler pulmonalis yang mengelilingi alveoli.

Paru orang dewasa terdiri dari 300 juta alveoli, dinding sel alveoli terdiri dari sel epitel squamosa yang tipis. Permukaan eksternalalveoli dilingkupi kapiler pumonari. Dinding/membrane alveolar dan kapiler membentuk membrane respirasi. Melalui kapiler-kapiler tersebut oksigen dan udara menuju ke dalam darah melui proses difusi.

C. FISILOGI RESPIRASI

Mekanisme pernafasan terdiri dari 2 mekanisme, yaitu:

- 1) Mekanisme Inspirasi : Otot antar tulang costae(rusuk/iga)berkontraksi sehingga tulang costae terangkat, menambah besarnya rongga dada sehingga udara dari luar masuk kedalam paru melalui hidung, trakea, kecabang–cabang bronkus dan alveolus diparu-paru
- 2) Mekanisme ekspirasi : Bila otot antar tulang rusuk mengendur diafragma akan melengkung kearah rongga thoraks, tulang rusuk kembali keposisi semula, menyebabkan rongga thoraks mengecil, akibatnya udara dalam paru-paru terdorong keluar

Proses pernafasan terdiri dari :

1. Proses Ventilasi

Ventilasi adalah pergerakan udara masuk dan keluar paru-paru. Mekanisme Pernapasan Udara dapat masuk ke paru-paru melalui aktivitas otot pernafasan. Otot-otot ini menambah ukuran dada setiap melakukan pernafasan.

Otot pernafasan berperan pada saat inspirasi dan ekspirasi. Otot yang terlibat pada proses inspirasi adalah inspirasi merupakan proses aktif yang melibatkan kontraksi diafragma dan otot-otot intercostalis eksterna. Sebaliknya ekspirasi merupakan proses pasif yang melibatkan recoiling elastic paru-paru dan rongga toraks. Selama inspirasi akan terjadi pelebaran rongga toraks dan pengembangan paru sehingga udara dapat masuk ke dalam paru dengan mudah. Selama ekspirasi terjadi penyempitan rongga toraks sehingga udara dapat meninggalkan paru-paru. Tekanan di dalam ruangan antara paru-paru dan dinding rongga dada disebut tekanan intrapleurale yang besarnya lebih rendah dari 1 atm setara dengan 756 mmHg. Udara cenderung bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah, yaitu menuruni gradien tekanan.2 Udara mengalir masuk dan keluar paru selama bernapas karena perpindahan mengikuti gradien

tekanan antara alveolus dan atmosfer yang berbalik arah secara bergantian yang ditimbulkan oleh aktivitas siklik otot pernapasan.

Terdapat tekanan-tekanan yang berbeda yang berperan penting dalam ventilasi:

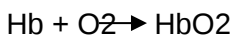
- a. Tekanan atmosfer (barometric) adalah tekanan yang ditimbulkan oleh berat udara di atmosfer pada benda di permukaan bumi. Pada ketinggian dipermukaan laut, tekanan ini sama dengan 760 mmHg.
- b. Tekanan intra-alveolus yang juga dikenal sebagai tekanan intrapulmonal, adalah tekanan di dalam alveolus. Karena alveolus berhubungan dengan atmosfer melalui saluran napas penghantar. Udara cepat mengalir menuruni gradien tekanannya setiap kali tekanan intra-alveolus berbeda dari tekanan atmosfer, udara terus mengalir hingga kedua tekanan seimbang.
- c. Tekanan intrapleura atau tekanan intratoraks adalah tekanan yang ditimbulkan di luar paru dalam rongga toraks. Tekanan ini lebih rendah dari tekanan atmosfer, rerata 756 mmHg saat istirahat. Tekanan intrapleura tidak menyeimbangkan diri dengan tekanan atmosfer atau tekanan intra-alveolus karena kantong pleura merupakan kantong tertutup sehingga udara tidak dapat masuk atau keluar meskipun terdapat gradien tekanan berapapun antara rongga pleura dan atmosfer atau paru. Gradien tekanan transmural adalah selisih perbedaan tekanan yang mendorong dari tekanan intrapulmonal ke arah tekanan intrapleura (menuruni gradien tekanan) sehingga paru akan selalu mengembang mengikuti pergerakan dinding thorax.

2. Proses Difusi

Pertukaran dan Transportasi Gas O₂ dan CO₂ Oksigen dan CO₂ bergerak melintasi membran tubuh melalui proses difusi pasif mengikuti gradien tekanan parsial. Sebagian O₂ larut

dalam cairan yang membasahi epitel tipis dari alveolus. Kemudian O₂ berdifusi ke dalam darah yang terdapat dalam kapiler-kapiler pada dinding alveolus. Secara simultan sebagian CO₂ dalam darah berdifusi ke dalam alveolus yang dapat dihembuskan keluar. Gas-gas berdifusi menuruni gradien tekan dalam paru-paru dan organ-organ lain. Oksigen dan karbondioksida berdifusi dari tempat di mana tekanan parsialnya lebih tinggi ke tempat di mana tekanan parsialnya lebih rendah. Sirkulasi darah kemudian membawa O₂ ke semua sel yang membutuhkan. Sementara itu darah mengambil CO₂ dari sel-sel ini untuk diangkut kembali ke kapiler alveolus.

Pengangkutan O₂ tersebut dilakukan oleh Hb yang terkandung di dalam sel darah merah, hanya 2 – 3% saja yang terlarut di dalam plasma darah. Hb memiliki kemampuan untuk mengikat dan melepaskan O₂ menurut reaksi :



Reaksi ke kanan bila di jaringan paru-paru/alveolus dan reaksi ke kiri bila di jaringan tubuh. Bila pengangkutan O₂ dilaksanakan oleh Hb, maka pengangkutan CO₂ dari jaringan ke paru-paru dapat melalui 3 cara, yaitu :

- CO₂ larut secara fisik (sekitar 10%)
- CO₂ terikat dengan Hb (sekitar 30%) : $\text{CO}_2 + \text{Hb} \rightarrow \text{HbCO}_2$
- CO₂ diubah menjadi HCO₃, melalui reaksi kimia yang berlangsung dalam sel darah merah (sekitar 60%)

3. Kontrol pernafasan

Kontrol Pernapasan / laju respirasi sel, bervariasi sesuai dengan aktivitas tubuh. Tubuh bergerak lebih giat akan meningkatkan kebutuhan O₂ 20 – 25 kali. Kebutuhan O₂ yang

meningkat ini dipenuhi dengan meningkatkan laju dan dalamnya pernafasan.

Pusat kontrol pernafasan terletak pada bagian otak yang disebut medula oblongata. Bila konsentrasi CO₂ dalam darah meningkat, medulla oblongata menanggapi dengan meningkatkan pertukaran udara dalam paru-paru sehingga konsentrasi CO₂ kembali normal.

Selain itu pertukaran udara dalam paru-paru juga dikontrol secara lokal. Otot-otot pernafasan, yaitu otot diaphragma dan otot intercostalis externa untuk dapat menghasilkan aktivitas inspirasi dan ekspirasi, otot-otot ini harus dikendalikan langsung oleh pusat respirasi di medulla. Terdapat dua kelompok di medulla yang mengatur pernafasan, yaitu dorsal respiratory group (DRG) dan ventral respiratory group (VRG). Dorsal respiratory group (DRG) terletak secara difus pada nucleus tractus solitarius (NTS) yang terdapat pada superior medulla oblongata terdiri dari saraf-saraf inspirasi. Saat DRG aktif, akan menstimulus otot-otot inspirasi untuk berkonstraksi, maka terjadilah inspirasi. Saat DRG mulai menghentikan stimulusnya, otot-otot inspirasi akan berelaksasi yang berujung pada ekspirasi pasif, ekspirasi akan berakhir saat DRG mulai memberikan stimulus kembali. Ventral respiratory group (VRG) terdapat pada ambiguous nucleus dan retroambiguous nucleus (keduanya terletak pada medulla oblongata sebelah anterior dan lateral nucleus tractus solitarius) terdiri dari saraf-saraf inspirasi dan saraf-saraf ekspirasi, keduanya akan tetap inaktif saat pernafasan normal. VRG akan diaktifkan oleh DRG hanya saat kebutuhan ventilasi meningkat yaitu saat ekspirasi aktif dan saat inspirasi dalam

D. RANGKUMAN

Pernafasan atau bisa disebut juga dengan **respirasi** dapat didefinisikan sebagai sebuah proses pengambilan oksigen dan pelepasan karbondioksida di dalam tubuh. System pernafasan terdiri dari daluranpernafasan atas dan saluran pernafasan bawah. Saluran nafas atas terdiri dari hidung, faring, laring, trakea dan saluran nafas bawah terdiri dari bronkus, bronkiolus, alveoli. Proses pernafasan terdiri dari proses ventilasi (pergerakan udara masuk dan keluar paru) dan difusi (perpindahan oksigen dan karbondioksida melalui membrane alveoli dan kapier darah). Pusat kontrol pernafasan terletak pada medulla oblongata.

E. TES FORMATIF

1. Manakah yang bukan merupakan fungsi dari faring :
 - a. Menghangatkan udara inspirasi
 - b. Perlindungan terhadap infeksi
 - c. Menutup glotis selama menelan
 - d. Menyediakan jalur bagi makanan menuju lambung
2. Berikut adalah pernyataan yang benar tentang laring:
 - a. Batas atas dengan laringofaring dan batas bawah dengan trakea
 - b. Selama berbicara epiglottis menutup
 - c. Terdapat pada bagian anterior kalenjer tiroid
 - d. Dilapisi oleh sel epitel tidak bersilia
3. Organ respirasi yang berfungsi pada proses difusi adalah:
 - a. Hidung
 - b. Trakea
 - c. Bronkus
 - d. Alveoli
4. Inspirasi adalah
 - a. pada waktu menarik nafas udara masuk kedalam paru-paru
 - b. Pada waktu bernafas udara didorong keluar paru – paru

- c. Terjadinya pertukaran gas didalam jaringan
- d. respirasi internal

F. LATIHAN

Susunlah bagan alur proses respirasi yang terdiri dari proses ventilasi dan difusi

KEGIATAN BELAJAR 5

SISTEM KARDIOVASKULER

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

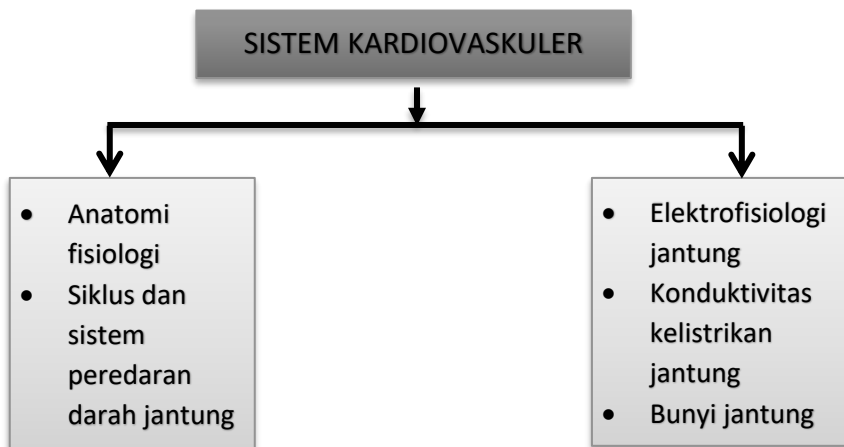
Pada bab ini mahasiswa mempelajari pengenalan dan konsep dasar teoritis sistem kardiovaskuler. Diharapkan mahasiswa memiliki wawasan dan pemahaman untuk modal dasar mempelajari sistem kardiovaskuler lanjutan.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa dan mahasiswi memiliki pengetahuan dan kemampuan :

1. Mampu menguraikan definisi sistem kardiovaskuler
2. Mampu menjelaskan anatomi dan fisiologi sistem kardiovaskuler
3. Mampu menjelaskan siklus jantung dan sistem peredaran darah jantung
4. mampu menjelaskan elektrofisiologi dan konduktivitas kelistrikan jantung serta bunyi jantung

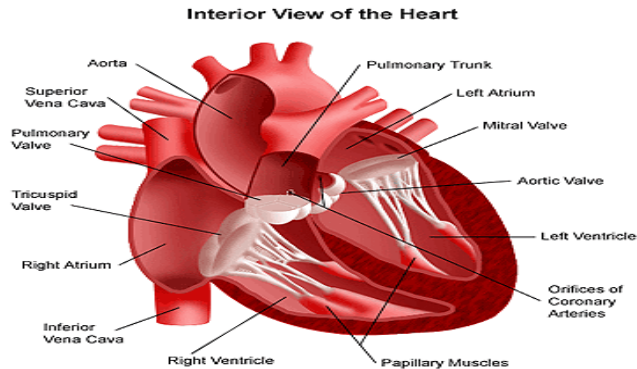
PETA KONSEP PEMBELAJARAN



A. SISTEM KARDIOVASKULER

Sistem kardiovaskuler merupakan organ sirkulasi darah yang terdiri dari jantung, komponen darah dan pembuluh darah yang berfungsi memberikan dan mengalirkan suplai oksigen dan nutrisi keseluruh jaringan tubuh yang di perlukan dalam proses metabolisme tubuh. Sistem kardiovaskuler memerlukan banyak mekanisme yang bervariasi agar fungsi regulasinya dapat merespons aktivitas tubuh, salah satunya adalah meningkatkan aktivitas suplai darah agar aktivitas jaringan dapat terpenuhi. Pada keadaan berat, aliran darah tersebut, lebih banyak di arahkan pada organ-organ vital seperti jantung dan otak yang berfungsi memelihara dan mempertahankan sistem sirkulasi itu sendiri.

Sistem kardiovaskuler adalah kumpulan organ yang bekerja sama untuk melakukan fungsi transportasi dalam tubuh manusia. Sistem ini bertanggung jawab untuk mentransportasikan darah, yang mengandung nutrisi, bahan sisa metabolisme, hormone, zat kekebalan tubuh, dan zat lain ke seluruh tubuh. Sehingga, tiap bagian tubuh akan mendapatkan nutrisi dan dapat membuang sisa metabolismenya ke dalam darah. Dengan tersampainya hormone ke seluruh bagian tubuh, kecepatan metabolisme juga akan dapat diatur. Sistem ini juga menjamin pasokan zat kekebalan tubuh yang berlimpah pada bagian tubuh yang terluka, baik karena kecelakaan atau operasi, dengan bertujuan mencegah infeksi di daerah tersebut. Dengan demikian, dapat dilihat bahwa sistem kardiovaskuler memiliki fungsi utama untuk mentransportasikan darah dan zat-zat yang dikandungnya ke seluruh bagian tubuh



Gambar 5.1. Sistem Kardiovaskuler

B. ANATOMI JANTUNG

Jantung terletak di rongga dada (thorax), dan cenderung terletak di sisi kiri. Pada kelainan dekstrokardia jantung justru terletak di sisi sebelah kanan. Jantung dikelilingi oleh pembuluh darah besar dan organ paru, dan timus di bagian depannya. Ukuran jantung sekitar sedikit lebih besar dari satu kepalan tangan dengan berat berada pada rentang 7 – 15 ons (200 – 425 gram). Dalam setiap harinya jantung mampu memompa sampai dengan 100.000 kali dan dapat memompa darah sampai dengan 7.571 liter. Posisi jantung berada di belakang sternum pada rongga mediastinum, diantara costae kedua dan keenam. Pada jantung sebelah kanan menerima darah yang tidak teroksigenasi dari vena cava superior dan vena cava inferior kemudian mengalirkannya ke pulmonal untuk proses oksigenasi. Sedangkan bagian kiri jantung menerima dari teroksigenasi dari paru melalui vena pulmonalis untuk selanjutnya diedarkan ke seluruh tubuh melalui aorta.

Otot jantung terdiri atas 3 lapisan yaitu:

1. Luar/perikardium

Berfungsi sebagai pelindung jantung atau merupakan kantong pembungkus jantung yang terletak di mediastinum minus dan di belakang korpus sterni dan rawan iga II- IV yang terdiri dari 2 lapisan fibrosa dan serosa yaitu lapisan parietal dan viseral. Diantara dua lapisan jantung ini terdapat cairan sebagai pelicin untuk menjaga agar gesekan perikardium tidak mengganggu jantung

2. Tengah/ miokardium

Lapisan otot jantung yang menerima darah dari arteri koronaria. Susunan miokardium yaitu:

- a. Otot atria: Sangat tipis dan kurang teratur, disusun oleh dua lapisan. Lapisan dalam mencakup serabut-serabut berbentuk lingkaran dan lapisan luar mencakup kedua atria.
- b. Otot ventrikuler: membentuk bilik jantung dimulai dari cincin antroventrikuler sampai ke apeks jantung.
- c. Otot atrioventrikuler: Dinding pemisah antara serambi dan bilik (atrium dan ventrikel).

3. Dalam / Endokardium

Dinding dalam atrium yang diliputi oleh membrane yang mengkilat yang terdiri dari jaringan endotel atau selaput lendir endokardium kecuali aurikula dan bagian depan sinus vena kava.

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

1. Atrium kanan

Atrium kanan menerima darah dari vena cava inferior, vena cava superior, dan sinus koronarius yang terletak diantara vena cava inferior dan ostium atrioventrikular.

2. Atrium kiri

Atrium kiri terdiri dari rongga utama dan aurikula. Atrium kiri menerima darah dari vena pulmonalis. Batas antara atrium kiri dan ventrikel kiri adalah ostium atrioventrikulare kiri. Pada atrium kiri juga terdapat cekungan fossa ovalis.

3. Ventrikel kanan

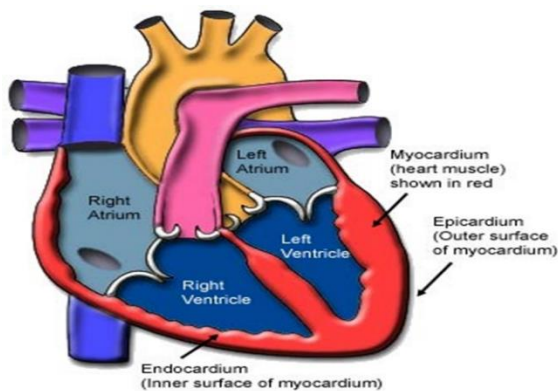
Ventrikel kanan dan atrium kanan dihubungkan melalui ostium atrioventrikular kanan dan berhubungan dengan trunki pulmonalis melalui ostium trunki pulmonalis. Mendekati ostium trunki pulmonalis ventrikel kanan berbentuk corong yang disebut infundibulum.

4. Ventrikel kiri

Berhubungan dengan atrium melalui ostium atrioventrikulare kiri dan dengan aorta melalui ostium aorta. Dinding ventrikel kiri 3 kali lebih tebal dari ventrikel kanan, tekanannya 6 kali lebih besar dari ventrikel kanan.

Jantung memiliki beberapa katup – katup yang sangat penting dalam susunan peredaran darah dan pergerakan jantung :

1. Valvula Trikuspidalis, terdapat diantara atrium dekstra dengan ventrikel dekstra yang terdiri dari 3 katup.
2. Valvula Bikuspidalis, terletak diantara atrium sinistra dengan ventrikel sinistra yang terdiri dari 2 katup.
3. Valvula Semilunaris Arteri Pulmonalis, terletak antara ventrikel dekstra dengan areri pulmonalis , tempat darah mengalir keparu – paru.
4. Valvula Semilunaris Aorta, terletak antara ventrikel sinistra dengan aorta tempat darah mengalir menuju ke seluruh tubuh.



Gambar 5.2. Anatomi Jantung

C. FISILOGI JANTUNG

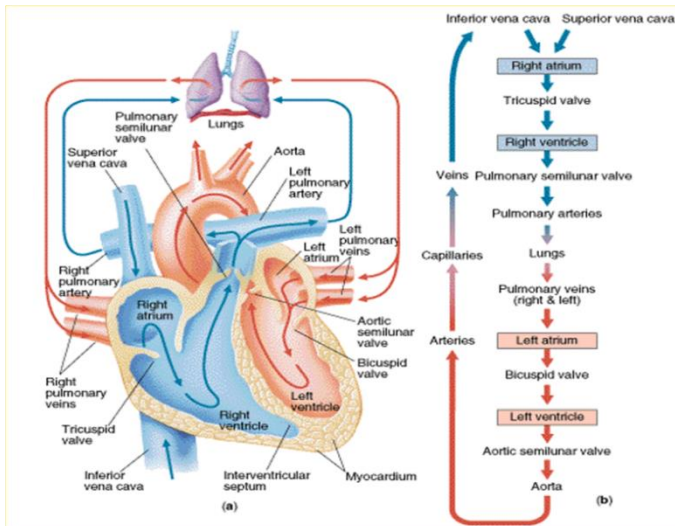
Fungsi jantung adalah memompa darah ke paru dan seluruh tubuh untuk memberikan sari-sari makanan dan O₂ hingga sel terjadi metabolisme. Pembuluh arteri dan vena berfungsi sebagai pipa yaitu bertugas menyalurkan darah dari jantung keseluruh jaringan tubuh, perbedaan mendasar pada arteri dan vena terdapat pada susunan histoanatomi yang menunjang fungsinya masing- masing

D. SIKLUS JANTUNG DAN SISTEM PEREDARAN DARAH JANTUNG

Siklus jantung termasuk dalam bagian dari fisiologi jantung itu sendiri. Jantung ketika bekerja secara berselang-seling berkontraksi untuk mengosongkan isi jantung dan juga berelaksasi dalam rangka mengisi darah kembali. siklus jantung terdiri atas periode sistolik (kontraksi dan pengosongan isi) dan juga periode diastolik (relaksasi dan pengisian jantung). Atrium dan ventrikel mengalami siklus sistolik dan diastolik terpisah. Kontraksi terjadi akibat penyebaran eksitasi (mekanisme listrik jantung) ke seluruh jantung. Sedangkan relaksasi timbul setelah repolarisasi atau tahapan relaksasi dari otot jantung. Peredaran jantung itu terdiri dari peredaran darah besar dan juga peredaran darah kecil. Darah yang kembali dari sirkulasi sistemik (dari seluruh tubuh) masuk ke atrium kanan melalui vena besar yang dikenal sebagai vena kava. Darah yang masuk ke atrium kanan berasal dari jaringan tubuh, telah diambil O₂-nya dan ditambah dengan CO₂.

Darah yang miskin akan oksigen tersebut mengalir dari atrium kanan melalui katup ke ventrikel kanan, yang memompanya keluar melalui arteri pulmonalis ke paru. Dengan demikian, sisi kanan jantung memompa darah yang miskin oksigen ke sirkulasi paru. Di dalam paru, darah akan kehilangan CO₂-nya dan

menyerap O₂ segar sebelum dikembalikan ke atrium kiri melalui vena pulmonalis.



Gambar 5.3. Sistem Peredaran Darah Jantung

E. ELEKTROFISIOLOGI JANTUNG

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

1. Fase istirahat bagian dalam bermuatan negative (polarisasi) dan bagian luar bermuatan positif
2. Fase depolarisasi (cepat) : disebabkan meningkatnya permeabilitas membrane terhadap natrium, sehingga natrium mengalir dari keluar ke dalam
3. Fase polarisasi parsial setelah depolarisasi terdapat sedikit perubahan akibat masuknya kalsium ke dalam sel, sehingga muatan positif dalam sel menjadi berkurang
4. Fase plato (keadaan stabil) fase depolarisasi diikuti keadaan stabil agak lama sesuai masa refraktor absolute miokard

5. Fase repolarisasi (cepat) kalsium dan natrium berangsur angsur tidak mengalir dan permeabilitas terhadap kalium sangat meningkat

F. SISTEM KONDUKSI JANTUNG

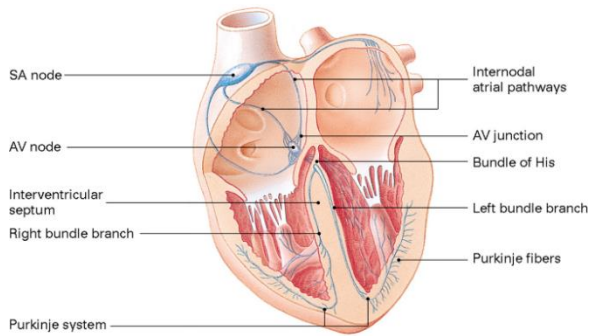
Sistem kondisi jantung bukan merupakan suatu sistem tunggal tapi merupakan sistem sirkuit yang cukup kompleks yang terdiri dari sel yang identik. Seluruh sel miosit di dalam sistem konduksi jantung memiliki beberapa kesamaan yang membedakan dengan sel otot yang bekerja untuk fungsi pompa pada manusia, komponen yang berfungsi pada sistem konduksi jantung dibagi menjadi sistem yang berfungsi untuk menghasilkan impuls dan sistem yang berfungsi untuk menyalurkan impuls. Hal ini terdiri dari nodus sinoatrial (nodus SA), nodus atrioventrikuler (nodus AV), dan jaringan konduksi cepat (sistem His-Purkinje).

Untuk menjamin rangsang ritmik dan sinkron, serta kontraksi otot jantung, terdapat jalur konduksi khusus dalam miokardium. Jaringan konduksi ini memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Otomatisasi : Kemampuan menghasilkan impuls secara spontan.
2. Ritmisasi : Pembangkitan impuls yang teratur.
3. Konduktivitas : Kemampuan untuk menyalurkan impuls.
4. Daya rangsang : Kemampuan untuk menanggapi stimulasi.

Karena sifat-sifat ini maka jantung mampu menghasilkan secara spontan dan ritmis impuls-impuls yang disalurkan melalui sistem penghantar untuk merangsang miokardium dan menstimulir kontraksi otot. Impuls jantung biasanya dimulai dan berasal dari nodus sinoatrialis (SA). Nodus SA ini disebut sebagai pemacu alami dari jantung. Nodus SA terletak di dinding posterior atrium kanan dekat muara vena kava superior. Pencetus impuls listrik jantung muncul dari SA Node terus menjalar ke AV Node, Berkas His, Cabang Berkas Kiri dan Kanan, Serabut Purkinje dan

akhirnya sampai ke otot ventrikel jantung. Arus listrik yang menjaral dari SA Node ke Berkas His membentuk Interval PR, dan arus listrik dari Cabang berkas sampai serabut purkinje membentuk Kompleks QRS.



Gambar 5.4. Sistem Konduksi Jantung

G. BUNYI JANTUNG

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

H. RANGKUMAN

Sistem kardiovaskuler pada prinsipnya terdiri dari jantung, pembuluh darah dan saluran limfe. Sistem ini berfungsi untuk mengangkut oksigen, nutrisi dan zat – zat lain untuk didistribusikan ke seluruh tubuh serta membawa bahan – bahan hasil akhir metabolisme untuk dikeluarkan dari tubuh. Adanya masalah pada sistem kardiovaskuler dapat mengakibatkan masalah kesehatan yang serius bahkan mengancam nyawa. Penting untuk menjaga kesehatan sistem kardiovaskuler melalui

gaya hidup sehat, seperti olahraga teratur, pola makan seimbang, tidak merokok, dan mengelola stres. Pemeriksaan rutin dan pengelolaan faktor risiko juga penting untuk mencegah masalah kardiovaskuler.

I. TES FORMATIF

1. Katup yang mempunyai 3 pintu katup adalah?
 - a) Katup aorta
 - b) Katup trikuspidalis
 - c) Katup pulmonal
 - d) Katup bikuspidalis
2. Jaringan konduksi jantung memiliki sifat-sifat sebagai berikut, kecuali?
 - a) Otomatisasi
 - b) Konduktivitas
 - c) Transmitter
 - d) Daya rangsang

J. LATIHAN

Berikan gambaran sistem kardiovaskuler terkait dengan anatomi dan fisiologi jantung, sirkulasi darah baik dari peredaran darah besar dan peredaran darah kecil beserta dengan konduktivitas kelistrikan jantung , jelaskan !

KEGIATAN BELAJAR 6

SISTEM PENCERNAAN

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

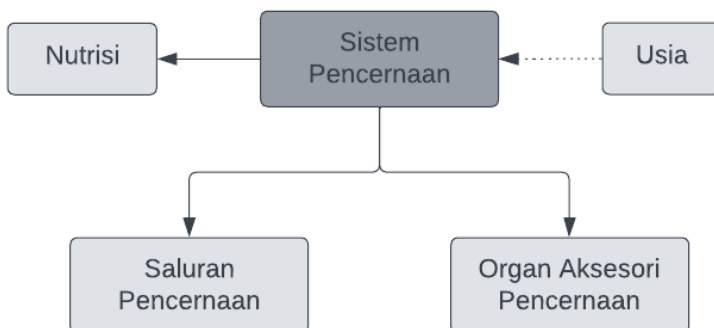
Pada bab ini mahasiswa mempelajari konsep dasar teoritis anatomi dan fisiologi dari sistem pencernaan dan organ aksesorinya. Diharapkan mahasiswa memiliki wawasan dan pemahaman sebagai landasan dasar untuk mempelajari ilmu-ilmu dasar kedokteran dan biomedik lanjutan.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa dan mahasiswi memiliki pengetahuan dan kemampuan :

1. Mampu mengidentifikasi organ pada saluran pencernaan dan menjelaskan fungsinya dalam menyusun sistem pencernaan.
2. Mampu mengidentifikasi organ aksesoris dan menjelaskan fungsinya dalam mendukung sistem pencernaan.
3. Mampu mendeskripsikan nutrisi yang diperlukan tubuh, menjelaskan pencernaan dan absorpsi nutrisi organik dan anorganik.
4. Mampu menjelaskan pengaruh usia terhadap sistem pencernaan.

PETA KONSEP PEMBELAJARAN



A. PENDAHULUAN SISTEM PENCERNAAN

Secara harfiah sistem pencernaan menyediakan “bahan bakar” yang menjaga semua sel tubuh berfungsi (Homeostatis). Sistem pencernaan terdiri dari saluran pencernaan dan berbagai organ aksesori pencernaan. Saluran pencernaan disebut juga saluran gastrointestinal (*gastrointestinal tract*/GIT). Saluran gastrointestinal dimulai dengan rongga mulut dan berlanjut melalui faring, esofagus, lambung, usus halus, dan usus besar berakhir di rectum dan anus sedangkan organ aksesori pencernaan meliputi gigi, lidah, dan organ kelenjar seperti kelenjar saliva (ludah), gastrik, pancreas dan hati serta kantong empedu.

Fungsi sistem pencernaan:

1. **Ingestion (Menelan):** dimulai saat makanan masuk rongga mulut.
2. **Pencernaan mekanis:** penghancuran dan pemotongan makanan sehingga mudah didorong di sepanjang sistem pencernaan serta meningkatkan luas permukaan sehingga meningkatkan efektivitas dari enzim.
3. **Pencernaan kimiawi:** penguraian secara kimiawi menjadi molekul organik kecil yang dapat diserap oleh epitel pencernaan.
4. **Sekresi:** pelepasan air, asam, enzim, buffer, dan garam oleh epitel saluran pencernaan, organ kelenjar, dan kantong empedu.
5. **Absorpsi:** pergerakan molekul organik kecil, elektrolit (ion anorganik), vitamin, dan air melintasi epitel pencernaan dan masuk ke cairan interstitial dari saluran pencernaan.
6. **Defekasi:** eliminasi limbah dari tubuh. Di dalam saluran pencernaan, produk limbah dari organ kelenjar dan sekretori bercampur dengan bahan pencernaan yang tidak dapat dicerna lalu akan didehidrasi, dipadatkan, dan dikeluarkan dari saluran pencernaan sebagai kotoran (feces).
7. **Proteksi:** proteksi dari efek korosif, tekanan mekanis (abrasi) dan bakteri.

B. HISTOLOGI DARI SALURAN PENCERNAAN

Saluran pencernaan terdiri dari 4 lapisan utama:

1. Mukosa (membran mukus)

Merupakan lapisan dalam saluran pencernaan. Terdiri dari epitel yang dibasahi oleh kelenjar sekresi (epitel mukosa), dan lapisan bawah dari jaringan areolar (lamina propria). Di sebagian besar saluran pencernaan terdapat lipatan melingkar permanen yang berfungsi meningkatkan luas permukaan pada proses absorpsi. Absorpsi menjadi lebih efektif dengan adanya vili, tonjolan yang dibentuk mukosa di usus halus.

2. Submukosa

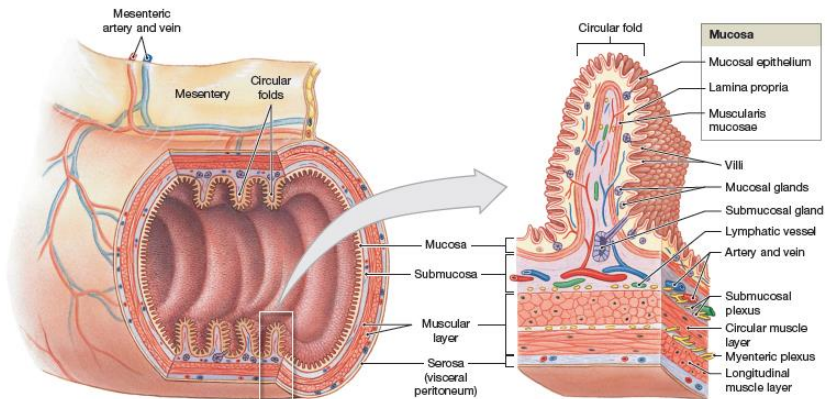
Submukosa adalah lapisan jaringan ikat padat tidak teratur yang mengikat mukosa ke lapisan otot dan mengandung banyak pembuluh darah dan pembuluh limfatik. Sepanjang tepi luarnya, mengandung jaringan serabut saraf, neuron sensorik, dan neuron motorik parasimpatis yang disebut pleksus submukosa berfungsi mengendalikan kontraksi otot polos pada mukosa muskularis dan mengatur sekresi kelenjar pencernaan.

3. Muskular

Kumpulan sel-sel otot polos yang tersusun pada lapisan sirkular bagian dalam dan lapisan longitudinal bagian luar jika berkontraksi dapat menggerakkan dan mendorong makanan di sepanjang saluran pencernaan. Lapisan ini dikendalikan oleh pleksus submukosa, bersama dengan pleksus submukosa membentuk sistem saraf enterik.

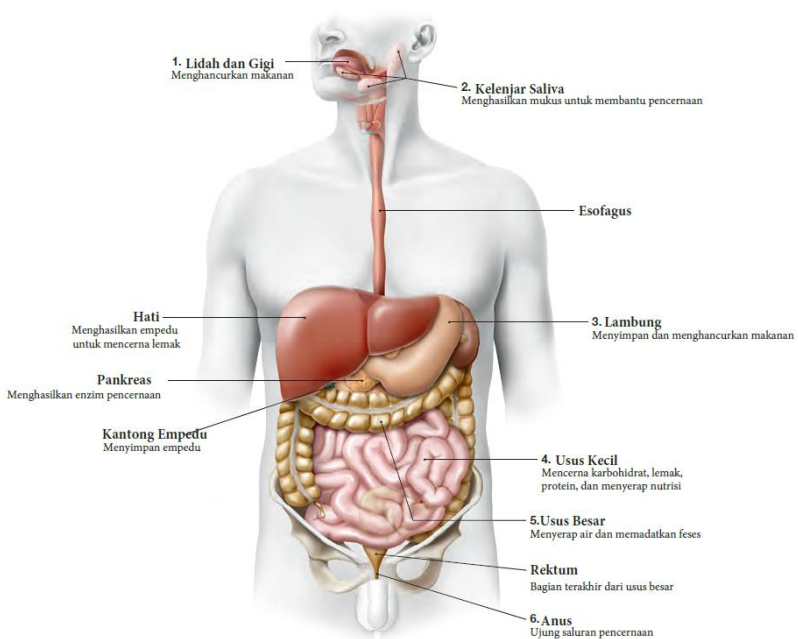
4. Serosa

Merupakan lapisan terluar yang menutupi lapisan muskular di sepanjang sebagian besar saluran pencernaan.



Gambar 6.1: Histologi saluran pencernaan

C. ORGAN UTAMA PADA SALURAN PENCERNAAN



Gambar 6.2: Sistem pencernaan

1. Rongga Mulut

Fungsi rongga mulut:

1. Merasakan dan menganalisis makanan sebelum menelan.
2. Secara mekanis mencerna makanan melalui aktivitas gigi, lidah, dan permukaan langit-langit mulut.
3. Melumasi makanan dengan mencampurnya dengan lendir dan sekresi kelenjar ludah.
4. Memulai pencernaan kimiawi karbohidrat yang terbatas dan lipid dengan enzim saliva.

Batas-batas rongga mulut:

- Mukosa pipi, atau dinding lateral rongga mulut, didukung oleh bantalan lemak dan otot buccinator.
- Di bagian anterior, mukosa setiap pipi bersambung dengan bibir/labia
- Vestibula adalah ruang antara pipi-bibir dan gigi
- Gingiva/gusi adalah tonjolan merah muda dari mukosa mulut yang mengelilingi dasar gigi, menutupi permukaan bantalan gigi bagian atas dan rahang bawah
- Langit-langit keras (hard palate) dan langit-langit lunak (soft palate) membentuk atap untuk rongga mulut
- Lidah yang mendominasi bagian dasar
- Lingual frenulum, membran mukus tipis pada anterior lidah
- Uvula yang membantu mencegah makanan masuk faring terlalu cepat

2. Faring

Makanan biasanya melewati orofaring dan laringofaring dalam perjalanannya ke esofagus. Faring memiliki epitel skuamosa berlapis mirip dengan rongga mulut. Lamina propria di bawahnya mengandung kelenjar mukus. Otot-otot faring bekerja sama dengan otot-otot rongga mulut dan faring untuk memulai proses menelan.

3. Esofagus

Panjang esofagus sekitar 25 cm dg diameter 2cm. Letaknya mulai dari faring, posterior dari trakea di leher kemudian masuk rongga abdominopelvic melalui hiatus esofagus (lubang di diafragma) dan akhirnya bermuara di perut. Pada 1/3 bagian atas esofagus mengandung otot rangka, sedangkan 1/3 bagian bawah mengandung otot polos dan 1/3 bagian tengah merupakan campurannya. Daerah otot sirkular di ujung superior dan inferior esofagus membentuk sfingter esofagus bagian atas dan sfingter esofagus bagian bawah. Sfingter bawah biasanya dalam kontraksi aktif. Kondisi ini mencegah arus balik dari bahan dari lambung ke esofagus.

4. Lambung

Merupakan organ berbentuk “J”, terletak pada bagian superior kiri rongga abdomen di bawah diafragma.

Fungsi lambung:

- a. Penyimpanan makanan yang tertelan
- b. Pencernaan mekanis dari makanan yang dicerna
- c. Pencernaan kimiawi dalam makanan melalui aksi asam dan enzim
- d. Produksi faktor intrinsik, senyawa yang diperlukan untuk penyerapan vitamin B12 di usus halus

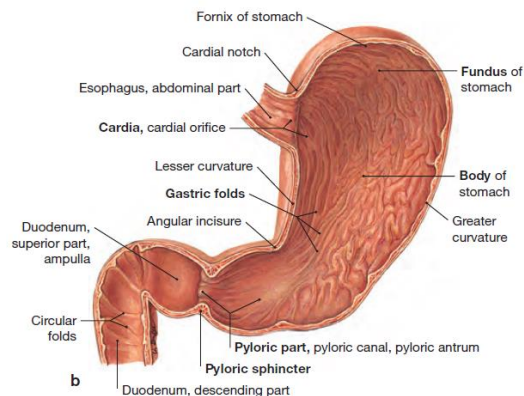
Lambung dapat dibagi menjadi 4 region:

1. Kardia: wilayah terkecil menyambung pada esofagus
2. Fundus: superior lambung yang membuncit ke kardia
3. Body: wilayah antara fundus dan lengkungan dari bentuk “J”
4. Pylorus: bagian distal dari lambung dan juga penghubung dengan usus kecil

Zat yang tertelan bercampur dengan sekresi kelenjar lambung. Hasilnya adalah kental, sangat asam, campuran pekat dari makanan yang dicerna sebagian yang disebut kimus. Volume

lambung meningkat saat makan dan akan menurun saat kimus masuk usus kecil. Saat lambung kosong (relaksasi) jaringan mukosa pada lambung akan melipat (rugae) sedangkan saat makan lambung akan mengembang (kontraksi) lipatan pada rugae akan mendatar sampai maksimum (1-1,5 liter makanan).

Bagian dalam lambung dilapisi oleh epitel kolumnar sederhana yang didominasi oleh sel mukosa. Epitel mukosa ini mengeluarkan basa mukus yang menutupi dan melindungi sel epitel dari asam, enzim, dan bahan abrasif. Terdapat gastric pits yang terbuka ke permukaan yang sel mukosanya (umurnya 3-7 hari) aktif membelah dan menggantikan sel dipermukaan yang rusak oleh kimus.



Gambar 6.3: Anatomi lambung

5. Usus Kecil

Berperan dalam mencerna dan menyerap nutrisi. 90% penyerapan nutrisi terjadi di usus kecil sisanya di usus besar. Panjangnya sekitar 6m dg diameter 4cm di dekat lambung dan 2,5cm di dekat usus besar. Terdapat 3 segmen pada usus kecil:

- a. Duodenum: Panjang sekitar 25cm. Paling dekat dg lambung. Menerima kimus dari lambung dan sekresi dari pancreas dan hati. Terletak diluar rongga peritoneal.
- b. Jejunum: Terdapat tikungan yang membatasi duodenum dan jejunum, dan disini pula jejunum masuk ke rongga peritoneal. Panjang sekitar 2,5m. Sebagian besar pencernaan kimiawi dan penyerapan nutrisi terjadi di jejunum.
- c. Ileum: Panjang sekitar 3,5m. Ileum berakhir di katup ileosekal, sfingter mengontrol aliran material dari ileum ke dalam usus besar. Penyerapan vit B12 dan garam empedu.

Lapisan usus memiliki serangkaian lipatan melintang yang disebut *plicae circulares* yang permanen terdapat sekitar 800 *plicae circulares*. Mukosa usus halus terdiri dari banyak proyeksi seperti jari yang disebut vili. Struktur ini ditutupi oleh epitel kolumnar sederhana dilapisi dengan mikrovili. Area absorpsinya usus halus 3300cm² + vili dan mikrovili area absorpsinya meluas menjadi 2000000cm². Setiap vili terdapat pembuluh kapiler yang membawa darah ke sirkulasi portal hepatica menuju hati. Setiap vili mengandung ujung saraf dan kapiler limfatik yang disebut lacteal yang membawa bahan yang tidak bisa langsung masuk ke dalam darah misal lemak dengan membentuk protein-lipid (kilomikron).

Enzim pada usus kecil berasal dari mikrovili yang terbuka berfungsi memecah kimus. Dinding usus kecil juga menghasilkan cairan intestinal (intestinal juice). Pada kelenjar duodenal/kelenjar submucosal mensekresikan mucus alkaline (basa) yang membuffer asam pada kimus. Sekitar 1,8 L cairan intestinal memasuki lumen usus tiap hari yang berfungsi melembabkan isi usus, membantu buffer asam dan menjaga enzim dan produk dari pencernaan tetap pada bentuk liquid. Cairan intestinal keluar mukosa dari osmosis atau disekresikan

oleh kelenjar usus. Kelenjar duodenum melindungi epitel duodenum dari asam lambung dan enzim.

6. Usus Besar

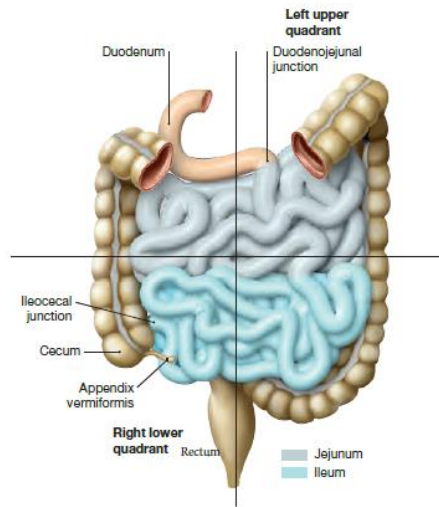
Usus besar berbentuk tapal kuda dimulai pada akhir ileum dan berakhir di anus. Usus besar terletak inferior terhadap lambung dan hati dan hampir sepenuhnya membingkai usus halus.

Fungsi utama dari usus besar:

- a. reabsorpsi air, garam empedu dll dan pemadatan isi usus menjadi feses
- b. penyerapan vitamin penting (Vit K, vit B5, vit B7) dan B yang dibebaskan oleh aksi bakteri
- c. penyimpanan feses sebelum defekasi

Dari 1,5L air yg masuk/hari hanya 200ml yang dikeluarkan melalui usus besar. Reflex colonoileal melambatkan pengisian usus besar. Reflek gastrokolik masukkan kimus di lambung mempercepat pengosongan usus besar. Reflex defekasi rektum terisi feses sehingga terjadi pergerakan mass. Usus besar memiliki panjang 1,5m dan diameter 7,5cm. Dibagi menjadi 3 region utama:

1. Cecum: Terdapat katup ileocecal berfungsi sebagai penjaga ileum dan cecum. Terdapat appendix (usus buntu), menempel pada cecum sepanjang permukaan posteromedialnya. Appendix berukuran 9cm dan sbg organ system limfatik.
2. Colon: Banyak terdapat sel mucus tetapi sedikit vili. Terdapat haustra yang menyebabkan colon dapat mengembang dan memanjang. Terdapat Teniae coli, otot polos memanjang diluar colon. Colon dapat dibagi 4 segmen: ascending, transversal, descending dan sigmoid.
3. Rectum: Bagian akhir dari rectum disebut anal columns. Internal anal sphincter terdiri dari otot polos yang bersifat involunter sedangkan External anal sphincter terdiri dari otot rangka yang bersifat volunteer.



Gambar 6.4: Anatomi usus kecil dan besar

D. ORGAN AKSESORI PADA SISTEM PENCERNAAN

1. Lidah

Fungsi utama lidah:

- Pencernaan mekanis dengan kompresi, abrasi, dan distorsi.
- Manipulasi untuk membantu mengunyah dan untuk menyiapkan makanan untuk ditelan.
- Analisis sensorik melalui sentuhan, suhu, dan reseptor rasa.

Kelenjar kecil di bawah lidah mengeluarkan enzim lipase lingual, enzim memulai pencernaan lipid di rongga mulut. Pada pangkal lidah terdapat kumpulan nodul limfoid yang membantu melawan infeksi.

2. Kelenjar Saliva

Terdapat 3 kelenjar saliva:

- a. Kelenjar saliva parotid terletak di bawah kulit yang menutupi permukaan lateral dan posterior dari mandibula
- b. Kelenjar saliva sublingual terletak di bawah mukosa membran dasar mulut
- c. Kelenjar saliva submandibular berada di lantai mulut di sepanjang permukaan dalam mandibula

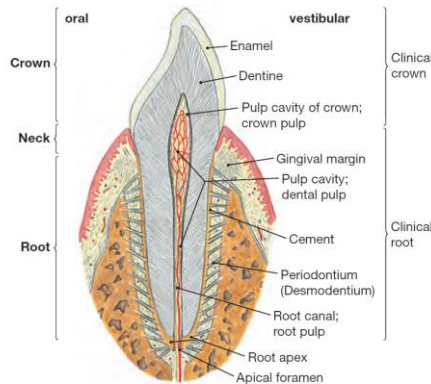
Kelenjar saliva ini menghasilkan 1,0-1,5 liter air liur tiap hari. Saliva terdiri dari 99,4% air, ditambah mucin dan bermacam-macam ion, buffer, produk limbah,metabolit, dan enzim. Mucin adalah glikoprotein yang menyerap air dan membentuk mucus. Buffer dalam air liur menjaga pH mulut mendekati 7. Kelenjar parotis menghasilkan sekresi yang kaya dalam amilase saliva sedangkan submandibular dan sublingual mengandung lebih sedikit enzim tetapi lebih banyak buffer dan mukus.

3. Gigi

Permukaan gigi dengan dibantu lidah melakukan pengunyahan (mastikasi). Gigi terdiri dari 3 bagian ada mahkota, leher dan akar. Lapisan enamel menutupi mahkota. Enamel mengandung bentuk kristal kalsium fosfat berfungsi dalam melindungi dari kerusakan gigi (*tooth decay*). Sebagian besar setiap gigi terdiri dari dentin, mineralisasi matriks yang mirip dengan tulang yang tidak mengandung sel. Rongga pulpa menerima pembuluh darah dan saraf melalui satu sampai empat saluran akar sempit di akar gigi. Serat kolagen dari ligament periodontal meluas dari dentin ke tulang sekitar, terdapat cement yang melapisi dentin pada akar gigi memberikan proteksi dan mengikat pada ligament periodontal. Dalam perkembangannya manusia memiliki 2 set gigi yaitu gigi susu (*deciduous teeth*) dan gigi permanen, gigi susu mempunyai 20 gigi sedangkan gigi permanen 32 gigi.

Terdapat 4 macam tipe gigi:

- a. *Incisors* (gigi seri) adalah gigi seperti pisau berfungsi untung memotong
- b. *Cuspids* (gigi taring) berfungsi merobek dan menyanyat
- c. *Bicuspid*s (gigi premolar)
- d. *Molars* (gigi geraham) berfungsi menghancurkan, menumbuk, dan menggiling



Gambar 6.5: Anatomi gigi

4. Kelenjar Gastrik

Pada fundus dan body lambung, tiap gastric pits akan terhubung dengan kelenjar gastric dari sel parietal dan sel utama (*chief cell*). Pada pilorus juga terdapat kelenjar gastric dari sel G.

Macam tipe kelenjar gastrik:

- a. Sel parietal: mensekresi faktor intrinsik dan HCl, faktor intrinsik (glikoprotein) membantu penyerapan vit B12 sedangkan HCl menurunkan pH lambung sampai 1,5-2 sehingga mampu membunuh mikroba dan memecah sel tumbuhan dan jaringan ikat pada daging dalam makanan serta mengaktifkan enzim yg disekresikan sel utama.
- b. Sel utama: mengeluarkan protein yang disebut pepsinogen diaktifasi oleh HCl berubah menjadi pepsin yang dapat

mencerna protein (proteolitik). Pada bayi dapat mensekresikan renin berfungsi untuk koagulasi protein susu sehingga lebih lambat melewati perut dan lipase yang berfungsi mencerna lemak susu.

- c. Sel G: Sekresi hormone gastrin yang berfungsi dalam kontraksi lambung sehingga akan mengaduk material digestif dan sekresi kelenjar gastrik menjadi kimus dan tiap pilorus kontraksi sebagian kecil kimus akan masuk ke usus kecil.

5. Pankreas

Letaknya retroperitoneal, posterior terhadap lambung, memanjang ke samping menuju limpa. Panjangnya sekitar 15cm dg berat sekitar 80g. Hanya bagian permukaan anterior yang diselimuti oleh peritoneum. Mempunyai dua fungsi yaitu endokrin dan eksokrin. Fungsi endokrin oleh *pancreatic islets* menghasilkan hormon glukagon dan insulin yang akan masuk pembuluh darah. Fungsi eksokrin oleh *pancreatic acini* menghasilkan cairan pancreatic (pancreatic juice) mengandung enzim, air dan buffer yang akan masuk masuk usus.

6. Hati dan Kantong Empedu

Hati merupakan kelenjar terbesar yang multifungsi dan pusat metabolisme. Beratnya sekitar 1,5kg, sebagian besar hati terletak di hipokondrium kanan dan daerah *epigastric abdominopelvic*. Hati terbungkus dalam kapsul fibrosa yang keras dan ditutupi oleh lapisan peritoneum visceral. Hati dibagi menjadi empat lobus yang tidak sama, lobus kiri dan kanan merupakan lobus yang besar sedangkan lobus caudate dan quadrate merupakan lobus yang kecil. Sel hati bernama hepatosit yang dapat menyesuaikan tingkat nutrisi dalam sirkulasi dengan absorpsi selektif dan sekresi 1/3 darah ke hati berasal dari arteri hepatica sedangkan sisanya berasal dari vena porta hepatica (sistem pencernaan). Hepatosit

menghasilkan empedu (bile) yang kemudian masuk *bile canaliculi* kemudian *common hepatic duct* dan bercabang menuju *bile duct* dan *cystic duct*. Jika masuk ke *bile duct* maka akan bermuara di duodenum sedangkan jika masuk *cystic duct* akan ditampung pada kantung empedu (gallbladder) yang kemudian disimpan. Empedu terdiri dari air, ion, bilirubin (pigmen yang berasal dari Hb), kolesterol dan lemak (garam empedu).

E. HORMON PENTING PADA SISTEM PENCERNAAN

Hormon yang penting pada sistem pencernaan terdiri dari:

1. **Hormon Gastrin** dikeluarkan oleh lambung dan duodenum yang berfungsi menstimulasi produksi asam dan enzim serta meningkatkan motilitas lambung
2. **Hormon Secretin** dikeluarkan duodenum yang berfungsi menstimulasi produksi buffer alkalin pada pankreas, menghambat sekresi kelenjar gastrik dan motilitas lambung serta meningkatkan sekresi empedu dari hati.
3. **Hormon Kolesitokinin** dikeluarkan duodenum yang berfungsi menstimulasi produksi enzim pankreas, kontraksi kantong empedu sehingga mengeluarkan empedu yang disimpan serta menghambat sekresi kelenjar gastrik dan motilitas lambung.
4. **Hormon GIP** (*Gastric inhibitory peptide*) dikeluarkan oleh duodenum yang berfungsi menstimulasi pelepasan insulin dari pankreas dan menghambat sekresi kelenjar gastrik dan motilitas lambung.

F. ENZIM YANG MEMPENGARUHI NUTRISI PADA SISTEM PENCERNAAN

Bahan makanan mengandung 6 jenis nutrisi yaitu karbohidrat, protein, lemak, air, mineral dan vitamin. Air, mineral dan vitamin dapat diabsorpsi langsung karena memiliki ukuran molekul yang

kecil sedangkan karbohidrat, protein dan lemak memerlukan reaksi kimia lebih lanjut untuk dapat diabsorpsi dengan bantuan enzim. Enzim pada sistem pencernaan:

1. **Amilase** yang berasal dari kelenjar saliva dan pankreas mengubah karbohidrat kompleks menjadi disakarida dan trisakarida
2. **Maltase, Sukrase dan Laktase** yang berasal dari usus kecil mengubah maltose, sukrosa dan laktosa menjadi monosakarida.
3. **Lipase** yang berasal dari kelenjar pada lidah dan pankreas mengubah trigliserida menjadi asam lemak dan monogliserida.
4. **Pepsin** yang berasal dari lambung mengubah protein dan polipeptida menjadi polipeptida pendek
5. **Tripsin, Kemotripsin, Karboksipeptidase dan Elaktase** yang berasal dari pankreas mengubah protein dan polipeptida menjadi peptida rantai pendek.
6. **Peptidase** yang berasal dari usus kecil mengubah dipeptida dan tripeptida menjadi asam amino
7. **Nuklease** yang berasal dari pankreas mengubah asam nukleat menjadi senyawa berbasis nitrogen dan gula sederhana.

G. PENGARUH USIA TERHADAP SISTEM PENCERNAAN

Tingkat pembelahan sel stem epitel menurun. Tonus otot polos menurun. Berbagai efek kerusakan kumulatif mulai muncul. Tingkat kanker meningkat. Dehidrasi sering terjadi pada geriatri akibat sensitifitas osmoreceptor turun. Perubahan pada sistem tubuh lainnya karena penurunan sistem pencernaan.

H. RANGKUMAN

Sistem pencernaan terdiri dari saluran pencernaan dan organ-organ aksesori seperti gigi, lidah, kelenjar ludah, lambung, pankreas, hati, dan kantong empedu. Sistem pencernaan memiliki

beberapa fungsi utama, termasuk ingestion (menelan), pencernaan mekanis, pencernaan kimiawi, sekresi, absorpsi, defekasi, dan proteksi. Saluran pencernaan terdiri dari empat lapisan utama: mukosa, submukosa, muskular, dan serosa. Rongga mulut, faring, esofagus, lambung, usus kecil, dan usus besar adalah organ-organ utama dalam saluran pencernaan. Organ aksesoris meliputi lidah, kelenjar saliva, gigi, kelenjar gastrik, pankreas, hati, dan kantong empedu. Terdapat hormon dan enzim yang mendukung sistem pencernaan. Penurunan fungsi sistem pencernaan akibat usia dapat mempengaruhi homeostatis tubuh.

I. TES FORMATIF

1. Penyerapan nutrisi terbesar terjadi di?
 - a. Lambung
 - b. Duodenum
 - c. Jejunum
 - d. Ileum
 - e. Rectum
2. Enzim pencernaan yang berperan dalam pemecahan karbohidrat antara lain, kecuali?
 - a. Maltase
 - b. Amilase
 - c. Lipase
 - d. Sukrase
 - e. Laktase

J. LATIHAN

Jelaskan proses pencernaan makanan dalam saluran pencernaan manusia, sebutkan organ yang dilewati serta zat, hormon maupun enzim yang mendukung sistem pencernaan!

KEGIATAN BELAJAR 7

SISTEM MUSKULOSKELETAL

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

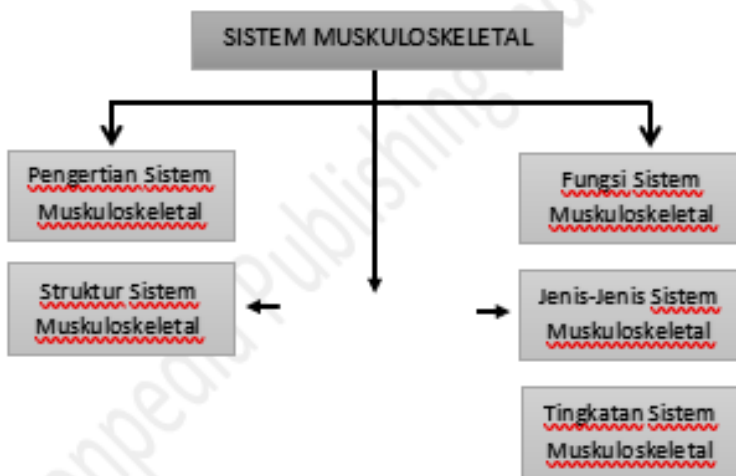
Pada bab ini mahasiswa mempelajari pengenalan dan konsep dasar teoritis Sistem Muskuloskeletal. Diharapkan mahasiswa memiliki wawasan dan pemahaman untuk modal dasar mempelajari Sistem Muskuloskeletal lebih lanjut.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa dan mahasiswi memiliki pengetahuan dan kemampuan :

1. Mampu menguraikan definisi Sistem Muskuloskeletal
2. Mampu menjelaskan fungsi dan manfaat Sistem Muskuloskeletal
3. Mampu menjelaskan tingkatan, struktur, jenis-jenis Sistem Muskuloskeletal.

PETA KONSEP PEMBELAJARAN



A. PENGERTIAN SISTEM MUSKULOSKELETAL

Otot rangka merupakan salah satu jenis otot pada tubuh manusia dan merupakan alat gerak aktif yang dapat berkontraksi dan relaksasi dari sel – sel otot dan jaringan ikat yang khas. Sel –sel otot memiliki aktivitas metabolisme aktif membutuhkan oksigen dan nutrisi serta terdiri dari beberapa komponen yaitu *sarkoleoma* yang mengelilingi sarkoplasma dan organel. Jika terdapat rangsangan pelepasan neurotransmitter hingga pembentukan ikatan silang antara aktin dan miosin serta pergeseran filament tipis pada filament tebal yang menyebabkan pemendekan. Hal Program komputer atau sering kali disingkat sbbini menyebabkan retikulum sarkoplasma pada sel otot akan melepaskan ion Ca^{2+} ke sarkoplasma (KEDOKTERAN, 2020).

Muskuloskeletal terdiri dari kata *muskulo* yang artinya otot dan kata *skeletal* artinya tulang. Muskulo atau *muscular* adalah jaringan otot- otot tubuh. Ilmu yang mempelajari tentang muskulo atau jaringan otot –otot tubuh disebut dengan *myologi*. . skeletal atau *osteo* merupakan tulang rangka tubuh. Ilmu yang mempelajari tentang muskulo atau jaringan otot – otot tubuh adalah *osteology*. Dapat disimpulkan bahwa system muskuloskeletal adalah salah satu system tubuh yang sangat berperan terhadap fungsi pergerakan dan mobilitas seseorang. Yang utama dalam siste ini adalah tulang, karena banyak gangguan atau masalah yang memepengaruhi system pergerakan pada tubuh manusia. (Arini et al., 2021)

Sistem musculoskeletal adalah jaringan otot tubuh manusia, dimana muscular itu sendiri disebut sebagai jaringan otot dan skeletal atau osteo adalah tulang rangka tubuh manusia. Muskulus merupakan organ tubuh yang mempunyai kemampuan mengubah energy kimia menjadi gerak yang berespon terhadap organ tubuh terhadap perubahan lingkungan. Otot sebagai alat gerak aktif karena berkontraksi dan dapat menggerakkan tulang. Terdapat lebih dari 600 otot pada tubuh manusia yang melekat

pada tulang – tulang rangka tubuh manusia dan melekat di bawah permukaan kulit. Otot – otot yang berbentuk kumparan terdiri dari fasia, ventrikel, dan tendon (Helwig et al., 2017)

Sistem muskuloskeletal dari tubuh manusia terdiri dari tulang, otot, tendon, ligament, dan jaringan lunak. System muskuoskeletal bekerja sama untuk menopang tubuh terhadap berat badan dan membantu dalam pergerakan serta fungsi tubuh dari cedera, penyakit, dan penuaan yang dapat meyebabkan nyeri, kaku, dan masalah lainnya

B. FUNGSI SISTEM MUSKULOSKELSTAL

Fungsi tendon dalam system muskulosekeletal adalah menghubungkan otot ke tulang serta mengontrol mengerakan sendi. Tendon berebentuk seperti tali dan dapat ditemukan di seluruh tubuh, mulai dari kepela, leher, sampai kaki.

Sistem saraf pusat mengontrol gerakan dari tubuh, dimana otot mengendalikan aktifitas dalam bergerak. Pergerakan dapat terjadi apabila;

1. System saraf pusat mengirimkan pesan untuk mengaktifkan otot rangka tubuh manusia
2. Serabut otot akan berkontraksi (menegang) sebagai reson terhadap pesan tersebut
3. Saraf otot aktif atau bersatu dan otot akan menarik tendonyang menempel pada tulang
4. Tendon menarik tulang di saat tubuh bergerak
5. Disaat terjadi pengenduran otot, system saraf pusat mengirimkan pesan kepeda otot untuk rileksa atau di nonaktifkan
6. Otot yang rileks melepaskan ketegangan, menggerakkan tulang ke dalam posisi istirahat. (See, 2016)

fungsi dari system muskuler/ otot adalah;

1. Pergerakan otot menghasilkan gerakan pada tulang, tempat otot tersebut melekat dan bergerak dalam bagian organ internal tubuh
2. Penopang tubuh dan memepertahankan postur. Otot menompang rangka dan mempertahankan tubuh saat berada dalam posisi berdiri atau saat duduk tergahap gaya gravitasi
3. Produks panas. Kontraksi otot – otot secara metabolis menghasilkan panas untuk memepertahankan suhu tubuh normal. (Therapy et al., 2018)

C. PEMBAGIAN SISTEM MUSKULOSKELETAL

Sistem musculoskeletal terdiri dari :

1. Skeletal / Kerangka

Kerangka merupakan penggerak tulang –tulang manusia yang dihubungkan oleh sendi sehingga terbentuk system lokomotor pasif dan berkaitan dengan otot –otot rangka. Rangka tubuh dan sumsum tulang adalah tempat terjadinya haematopoiesis, dari tempat pembentukan sel darah. Susunan kerangka terdiri dari susunan berbagai macam tulang – tulang yang berjumlah 206 buah tulang yang satu sama lainnya saling berhubungan oleh persendian diantaranya:

- a) Tengkorak otak (neurokrania) 8 buah;
- b) Tengkorak wajah (splanknokranial) 14 buah;
- c) Tulang telinga dalam 6 buah;
- d) Tulang lidah 1 buah;
- e) Tulang kerangka dada 25 buah;
- f) Tulang belakang dan gelang panggul 26 buah;
- g) Tulang anggota gerak atas 64 buah;
- h) Tulang anggota gerak bawah 62 buah.

(Arini et al., 2021)

Bagian bagian yang sering terdapat pada tulang :

- 1) Foramen, suatu lubang tempat pembuluh darah, saraf, dan ligament (misalnya pada tulang kepala belakang yang disebut foramen oksipital)
- 2) Fosa, suatu lekukan di dalam, atau pada permukaan tulang(misalnya pada scapula yang disebut fosa supraskapula).
- 3) Prosesus, suatu tonjolan atau taju (misalnya, terdapat pada ruas tulang belakang yang disebut prosesus spinosus).
- 4) Kondilus taju yang berbentuk bundar merupakan benjolan.
- 5) Tuberkulum : tonjolan kecil
- 6) Tuberositas : tonjolan besar
- 7) Trokanter : tonjolan besar, pada umumnya tonjolan ini pada tulang paha (femur).
- 8) Krista pinggir atau tepi tulang (misalnya pada tulang ilium yang disebut krista iliaka).
- 9) Spina tonjolan tulang yang berbentuk agak runcing (misalnya , pada tulang ilium yang disebut spina iliaka).
- 10) Kaput (kepala tulang) bagian ujung yang bentuknya bundar (misalnya, pada tulang paha yang disebut kaput femoris).(Cindy, 2018)

Fungsi dari tulang yaitu; memberikan tumpangan dan bentuk pada tubuh, sebagai pengungkit di mana terdapat otot-otot yang berkontraksi menghasilkan gerakan tulang, melindungi organ-organ lunak yang ada di dalam tubuh, dan sebagai pembentukan sel darah atau hematopoiesis serta tempat penyimpanan mineral

2. Otot/ muscular

Semua sel-sel otot mempunyai kekhususan yaitu untuk berkontraksi terdapat 600 buah otot pada tubuh manusia yang sebagian besar otot tersebut diletakkan pada tulang-tulang kerangka tubuh oleh tendon beserta melekat di bagian permukaan kulit. Sistem otot terdiri dari; otot, fasia dan tendon

Ciri-ciri system muscular atau otot;

- a) Kontraksi. Serabut otot yang berkontraksi dan memegang, yang dapat atau tidak melibatkan pemendekan otot
- b) Ekstensibilitas. Serabut otot memiliki kemampuan untuk menegang melebihi panjang otot saat rileks
- c) Eksitabilitas. Serabut otot akan merespon dengan kuat jika distimulasi oleh impuls saraf.
- d) Elastisitas. Serabut otot dapat kembali ke ukuran semula setelah berkontraksi atau meregang

3. Sendi

Sendi di sokong atau diperkuat pada bagian luar oleh otot dan tendon. Sendi bergantung pada bentuk tulang yang terlibat terutama pada tonus di kekuatan otot yang mengelilingi dan bekerja pada sendi tersebut dan pada tendon

Gerakan sendi dapat berupa gerakan meluncur, gerakan fleksi, ekstensi, dorsofleksi kaki atau jari kaki, plantar fleksi atau jari kaki, abduksi, adduksi, rotasi, sirkumduksi.

Gangguan persendian dapat terjadi dikarenakan pergerakan tulang atau penyusun sendi missal terjadinya dislokasi dan ankilosis. Dislokasi merupakan gangguan persendian yang disebabkan oleh perubahan kedudukan ligament sementara andilosis merupakan gangguan persendian yang dapat disebabkan oleh pembengkakan kantung synovial atau jaringan ikat pembungkus sendi

4. Ligamen dan Tendon

Ligamen adalah jaringan berbentuk pita tersusun dari serabut-serabut yang berperan dalam menghubungkan antara tulang yang satu dengan yang lain pada Sendi. Ligamen adalah pita jaringan elastis yang dapat mengikat luar ujung tulang yang saling membentuk persendian membantu mengontrol rentang gerak, dan menstabilkan sehingga tulang dapat bergerak dengan baik.

Fungsi dari ligament merupakan stabilitas dan mobilitas pada setiap sendi dalam tubuh yang bertanggung jawab terhadap pergerakan. Jenis-jenis ligamen diklasifikasikan menjadi 4 kategori, yaitu ligament articular, ligament remnant fetal, ligament peritoneal dan ligament aksesori.

Tendon merupakan sebuah pita Jaringan ikat yang melekat pada otot dan ujung yang saling berinsersi ke dalam tulang. Tendon adalah perpanjangan dari pembungkus fibrosa pada otot yang berkaitan dengan jaringan penyambung dalam mengelilingi tendon pada pergelangan tangan dan tumit. Pembungkus ini dibatasi oleh membran synovial sehingga memudahkan pergerakan dari tendon yang melekat pada tulang dengan otot atau otot dengan otot. (Therapy et al., 2018)

D. JENIS-JENIS SISTEM MUSKULOSKELETAL

Jenis-jenis otot, -otot dibedakan menjadi otot rangka, otot polos dan otot jantung

1. Otot rangka

Otot rangka, merupakan otot lurik volunteer dan melekat pada rangka. Karakteristik otot rangka sebagai berikut

- a) Serabut otot sangat panjang sampai 30 cm berbentuk silindris dengan lebar berkisar antara 10 mikron sampai 100 mikron.
- b) Setiap serabut memiliki banyak inti yang tersusun di bagian perifer..
- c) Kontraksinya sangat cepat dan kuat.

Struktur mikroskopis otot rangka adalah sebagai berikut

- a) Otot skelet disusun oleh bundle-bundel paralel yang terdiri dari serabut-serabut berbentuk silindris yang panjang disebut myofiber/ serabut otot.
- b) Setiap serabut otot sesungguhnya adalah sebuah sel yang mempunyai banyak nukleus di tepinya

- c) Cytoplasma dari sel otot disebut sarcoplasma yang penuh dengan bermacam-macam organelia, kebanyakan berbentuk silindris yang panjang disebut dengan myofibril.
- d) Miofibril disusun oleh myofilamen myofilamen yang berbeda-beda ukurannya, yaitu yang kasar terdiri dari protein myosin yang halus terdiri dari protein aktin/ actin

2. Otot Polos

Sistem sirkulasi darah. serabut otot berbentuk spindel dengan nukleus sentral dimana ukurannya kecil 20 mikron sampai dengan 0,5 ml mikron yaitu pada uterus wanita hamil yang mempunyai kontraksi kuat dan dapat juga lambat.

ada dua kategori otot polos berdasarkan dari cara sebut otot yang distimulasi berdasarkan kontraksi yaitu sebagai berikut ;

- a) otot polos unit ganda, ditemukan pada dinding pembuluh darah besar pada jalan udara yaitu pada bagian respiratory, pada otot mata yang terfokus pada lensa serta menyesuaikan dari pupil otot efektor vili rambut
- b) otot polos unit tunggal buka kurung viseral tutup kurung ditemukan tersusun dalam lapisan dinding organ Berongga Atau Visera. Serabut Dalam Lapisan Bisa Berkontraksi Dari Satu Unit Tunggal Dan Bereaksi Sendiri Atau Miogenik Yang Tidak Memerlukan Stimulasi Saraf Eksternal Serta Aktivitas Listrik Yang Spontan

3. Otot Jantung

Otot jantung merupakan otot lurik yang disebut juga otot serat lintang involunter. Karakteristik otot ini terdapat pada alat jantung yang mempunyai sifat bekerja terus-menerus setiap saat tanpa berhentitetapi otot jantung mempunyai massa istirahat yaitu setiap kali berdenyut.struktur otot jantung mirip dengan otot skelet di mana terletak di tepi agak ke tengah bawah panjangnya 85 sampai 100 mikron dengan diameter 15 mikron.

(Helwig et al., 2017)

Otot Yang Penting Dalam Tubuh Manusia adalah Otot wajah dan otot leher, Otot batang tubuh serta otot bahu dan ekstremitas atas

1. Otot wajah terdiri atas;
 - a) otot oksipito frontalis (Terdiri atas otot yang menutupi tulang oksipital, frontalis, dan aponeurosis,
 - b) Palpebral superior levator (Menutupi rongga orbita hingga kelopak mata)
 - c) Okuli orbicularis (Mengelilingi mata, kelopak mata, dan rongga orbita)
 - d) Buksinator (Otot gepeng di pipi)
 - e) Orbicularis Oris (Mengelilingi mulut dan bercampur dengan otot pipi)
 - f) Masseter (Memanjang dari lengkung zygomatik hingga sudut rahang)
 - g) Temporalis berperan dalam menutup mulut dan membantu mengunyah
 - h) Pteridoit yang memanjang dari tulang sfenoid hingga maseter berperan dalam menutup mulut serta menarik rahang ke depan
2. Otot leher Terdiri atas otot internal kledomastoid yang muncul dari manubium sternum serta clavicula dan memanjang ke atas menuju proses mastoid tulang temporal. Terdapat juga trapezius menutupi bahu dan belakang leher dalam pergerakan menarik kepala ke belakang atau disebut juga dengan hiperekstensi kepala dan juga dapat mengendalikan gerakan scapula.
3. Otot batang tubuh menstabilkan hubungan antara kerangka anggota tubuh dan kerangka aksila di gelang pectoral serta memfasilitasi gerakan bahu dan lengan atas. Otot ini terdiri atas otot belakang tubuh, otot dinding abdomen, dan otot tulang
 - a) Otot belakang tubuh, Otot ini terdiri enam pasang otot: trapezius, latissimus dorsi, teres mayor, psoas, kuadratus lumbarun, dan sakrospinalis

- b) Otot dinding abdomen merupakan bagian anterior secara logitudinal yang berupa linea alba atau badan putih, memanjang dari prosesus sifoideus hingga simfisis pubis. Otot ini menyusun dinding abdomen dari luar ke bagian dalam diantaranya rektus abdominis obliq eksternal, obliq internal transversus abdominis dan kuadratus lumborum.
 - c) Kanal Inguinal, panjang 2,5 sampai 4 cm posisi oblik di bagian abdomen. Berjalan paralel di depan Fasia transversal ligament inguinal. Pada pria kanal ini mengandung pita sperma dan pada wanita berisi ligament bundar. Titik otot ini dapat berkontraksi menekan organ abdomen dan melenturkan kolom vertebra di region lumbal.
 - d) Otot dasar panggul, Dibagi menjadi dua yang terdiri dari Fasia dan otot. Otot tersebut diantaranya adalah levator ani dan koksigis.
4. Otot bahu dan ekstremitas atas.
- Otot ini memungkinkan terjadinya gerakan bahu dan lengan atas, yang terdiri dari ; Deltoid, pectoralis Mayor, Korakobrakialis, biseps, brakialis, triseps, brakioradialis, pronator kuadratus, pronator teres, supinator, fleksor karpi radialis, ekstensor karpi radialis longus dan brevis, ekstensor karpi ulnaris, palmaris longus, ekstensor digitorum.
5. Otot pinggul dan ekstremitas bawah.
- Otot ini adalah otot terbesar dari tubuh karena fungsinya menopang berat tubuh. Otot ini terdiri dari. Psoas, Iliakus, Kuadriseps femoris Obturator, Gluteal, startorius, kelompok aduktor, hamstring, dan gastruknemeus.(Ross, 2014)

E. RANGKUMAN

Berdasarkan uraian di atas dapat dirangkumkan bahwa muskulo berasal dari kata musculoskeletal yang berarti otot dan tulang. Hal yang membuat muskulo dan skeletal dijadikan satu karena otot dan tulang merupakan satu kesatuan yang saling berkaitan.

Muskulo juga merupakan organ yang berfungsi sebagai lokomotor atau suatu organ berfungsi sebagai penggerak. Muskulo itu sendiri terdiri dari otot, sendi, tendon, ligament, bursae dan fascia. Fungsi otot adalah sebagai alat gerak aktif menyimpan cadangan makanan, memberi bentuk luar tubuh. Otot yang dapat menggerakkan rangka adalah otot yang melekat pada rangka. Garis-garis gelap dan terang pada otot rangka adalah myofibril yang merupakan sumber kekuatan otot adalah melakukan gerakan kontraksi Karena massa utamanya adalah serabut.

F. TES FORMATIF

1. Jumlah susunan system kerangka seluruhnya adalah
 - a. ± 204 buah
 - b) ± 205 buah
 - c) ± 206 buah
 - d) ± 207 buah
 - e) ± 208 buah
2. Otot paling kecil yang berada di telinga dalam, sebesar padi, serat ototnya hanya setebal dua garis adalah
 - a) M. Gastrocnemius
 - b) M. Sartorius
 - c) M. Stapedius
 - d) M. Deltoid
 - e) M. Trapezius
3. *Flexor, extensor, abductor merupakan pemberian nama otot berdasarkan :*
 - a) Arah otot berjalan
 - b) Bentuknya
 - c) Jumlah bagiannya
 - d) Fungsi Otot
 - e) Titik perlekatan

G. LATIHAN

Berikan penjelasan dari fungsi otot otot yang mempunyai peranan penting pada tubuh manusia beserta nama ototnya

KEGIATAN BELAJAR 8

SISTEM INTEGUMENT

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

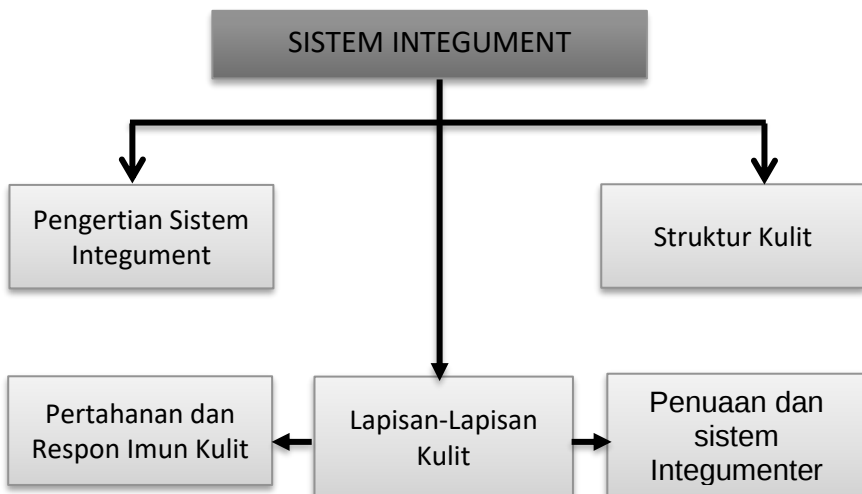
Pada bab ini mahasiswa mempelajari pengenalan dan konsep dasar teoritis sistem integument. Diharapkan mahasiswa memiliki wawasan dan pemahaman untuk mempelajari aspek anatomi fisiologi, struktur kulit, pertahanan dan respon imun, gangguan dan penyakit kulit serta penelitian dan inovasi terkini tentang kulit.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa dan mahasiswi memiliki pengetahuan dan kemampuan :

1. Mampu menguraikan pengertian sistem integument.
2. Mampu menjelaskan Struktur Kulit
3. Mampu menjelaskan mekanisme pertahanan dan respon imun

PETA KONSEP PEMBELAJARAN



A. PENGERTIAN SISTEM INTEGUMENT

Kata Integumentum berasal dari bahasa Latin, "Integumentum", yang berarti "penutup." Sistem organ yang membedakan, memisahkan, melindungi dan menginformasikan hewan tentang lingkungan sekitarnya disebut sistem integumen. Standring (2016) mengemukakan bahwa sistem integumen adalah organ kompleks yang membentuk penutup luar seluruh permukaan tubuh, termasuk meatus akustik eksternal, sisi lateral membran timpani, dan ruang depan hidung yang terdiri dari kulit, rambut, kuku, dan kelenjar eksokrin yang melindungi terhadap infeksi, aberasi mekanis, dan cedera kimia dan radiasi. Ini adalah organ terbesar tubuh manusia, yang mencakup 15-20% dari total massa tubuh. Pada rata-rata orang dengan berat badan 70 kg, totalnya berat kulit sekitar 13 kg dan luas permukaan totalnya sekitar 2 m². Ketebalan kulit berbeda-beda berkisar antara 1,5 mm sampai 5,0 mm tergantung lokasinya.

Kulit terbuat dari beberapa jenis jaringan berbeda yang dianggap sebagai organ karena kulit menutupi permukaan tubuh. Kulit memisahkan lingkungan internal tubuh dari lingkungan eksternal dan mencegah masuknya banyak zat berbahaya. Ada tiga lapisan utama kulit: epidermis, dermis, dan hipodermis (lemak subkutan). Jaringan subkutan tepat di bawah kulit merupakan penghubung antara kulit dengan otot.

Kulit merupakan organ tubuh terbesar yang menyumbangkan 15% dari total berat badan orang dewasa. Fungsi penting kulit antara lain adalah sebagai pelindung terhadap gangguan fisik, kimia dan biologis eksternal serta berperan untuk mencegah kehilangan air berlebih dari tubuh yang mengalami termoregulasi.

Lapisan kulit memiliki ketebalan yang berbeda-beda tergantung pada wilayah tubuh tertentu. Lapisan kulit dikelompokkan berdasarkan ketebalan lapisan epidermis dan dermal. Kulit tidak berambut yang terdapat di telapak tangan dan telapak kaki paling

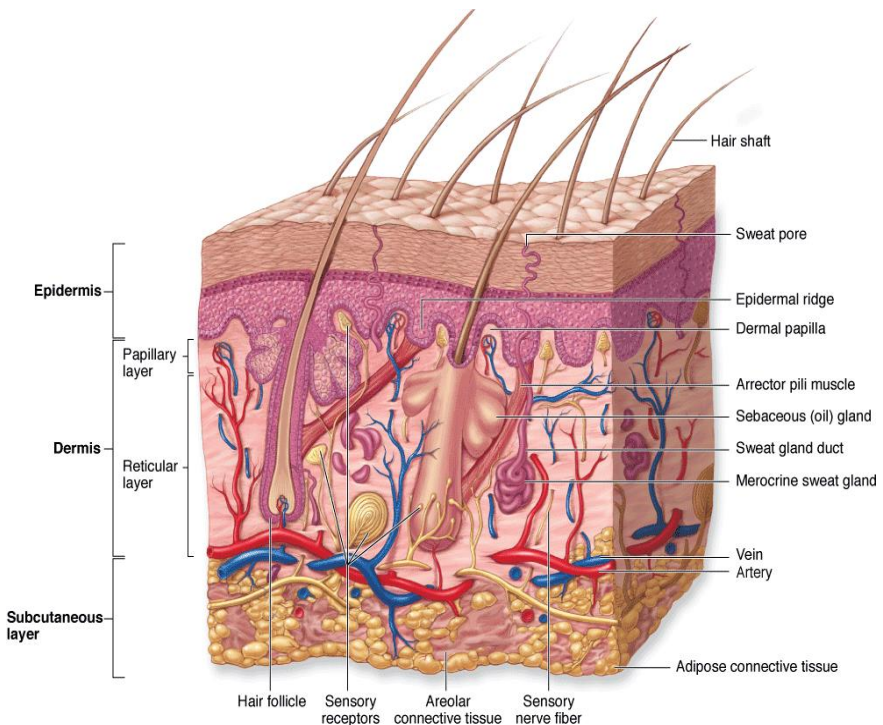
tebal karena epidermis mengandung lapisan tambahan yaitu *stratum lucidum*. Punggung atas dianggap paling tebal berdasarkan ketebalan dermis, namun dianggap “kulit tipis” secara histologis karena ketebalan epidermis tidak memiliki lapisan *stratum lucidum* dan lebih tipis dibandingkan kulit tidak berambut. (Yousef *et al.*, 2022).

Fungsi kulit dapat disebutkan sebagai berikut:

1. Memberikan penghalang efektif terhadap mikroorganisme dan membentuk garis pertahanan pertama. Setelah interaksi antigen, sel Langerhans pada epidermis memberikan informasi imunologi kesistem limfatik (Datta, 2010)
2. Melindungi dari abrasi mekanis, serangan kimia, cedera termal, dan kerusakan akibat radiasi ultraviolet.
3. Kedap air karena adanya *stratum korneum*. Sehingga mencegah hilangnya cairan tubuh (Datta 2010).
4. Kulit membantu sintesis vitamin D di bawah pengaruh radiasi ultraviolet B (UVB) dan juga berperan penting dalam sintesis sitokin, hormon, dan faktor pertumbuhan.
5. Mengontrol suhu tubuh terutama dengan mengatur kehilangan panas dari sirkulasi kulit dan berkeringat
6. Kulit berfungsi menyampaikan informasi sensorik seperti sentuhan, suhu, nyeri, dan rangsangan lain dari luar ke sistem saraf.
7. Kulit membantu ekskresi dengan mengeluarkan sekresi dari kelenjar keringat, sebaceous, dan apokrin (Pawlina 2016).
8. Sinyal seksual: Kelenjar keringat apokrin dan kelenjar kulit lainnya mengeluarkan feromon seks yang penting untuk ketertarikan seksual (Mescher 2013).

B. STRUKTUR KULIT

Kulit terdiri atas 3 lapisan utama yaitu epidermis, dermis dan hipodermis (lemak subkutan). Epidermis merupakan jaringan epitel yang berasal dari ektoderm, sedangkan dermis berupa jaringan ikat agak padat yang berasal dari mesoderm. Di bawah dermis terdapat selapis jaringan ikat longgar yaitu hipodermis, yang pada beberapa tempat terutama terdiri dari jaringan lemak. Struktur anatomi kulit sebagaimana terdapat pada Gambar 1.

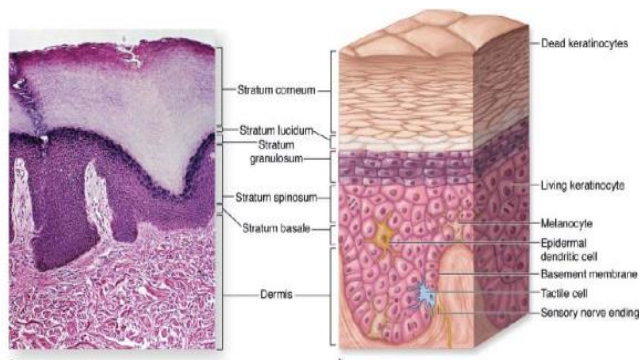


Gambar 8.1. Struktur Anatomi Kulit

Sumber : Mescher AL: Junqueira's Basic Histology: Text and Atlas, 12th Edition: <http://www.accessmedicine.com>
Copyright©The McGraw-Hill Companies,Inc. All rights reserved

1. Epidermis

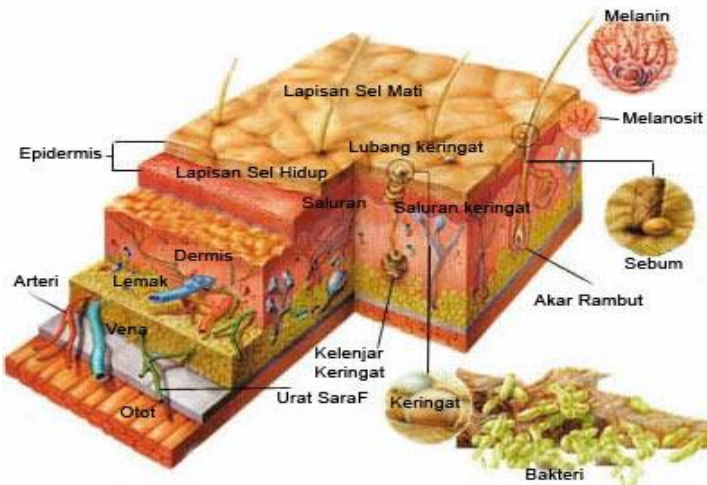
Epidermis (ep"i~der'mis) adalah lapisan paling luar kulit dan terdiri atas epitel berlapis gepeng dengan lapisan tanduk yang merupakan pelindung superfisial kulit. Epidermis berasal dari ektoderm, terdiri dari epidermis epitel skuamosa berlapis yang ketebalannya bervariasi dari 0,007 hingga 0,12mm. Semuanya kecuali lapisan terdalam terdiri dari sel-sel mati. Epidermis hanya terdiri dari jaringan epitel, tidak mempunyai pembuluh darah maupun limf sehingga semua nutrisi dan oksigen diperoleh dari kapiler pada lapisan dermis. Keratinosit yang merupakan sel berlapis-lapis, membentuk epitel berlapis gepeng di epidermis. Melalui proses mitosis, sel-sel di lapisan basal secara bertahap dipindahkan ke permukaan epitel, memperbaharui sel-sel tersebut secara terus menerus. Sel-sel ini tumbuh, berkembang, dan memperoleh filamen keratin di sitoplasmanya saat melakukan perjalanan. Sel-sel ini musnah ketika semakin dekat ke permukaan dan terus-menerus terlepas. Dibutuhkan 20 hingga 30 hari untuk sampai ke permukaan. Istilah "sitomorfosis" mengacu pada perubahan struktural yang terjadi pada sel epidermis selama proses ini (Kalangi, 2013). Lapisan-lapisan kulit tebal sebagaimana terdapat pada Gambar 8.2.



Gambar 8.2. Lapisan-lapisan epidermis kulit tebal.

Sumber: Mescher AL, 2010.

Epidermis telapak tangan dan telapak kaki memiliki lima lapisan karena area tersebut terkena gesekan paling besar. Di semua area tubuh lainnya, epidermis memiliki lima lapisan yaitu *Stratum germinativum* atau *stratum basale*, *stratum spinosum*, *stratum granulosum*, *stratum lucidum* dan *stratum corneum* (Gambar 8.3).



Gambar 8.3. Lapisan-lapisan pada Epidermis

Sumber: <https://www.psychologymania.com/2012/11/lapisan-epidermis-kulit.html>

a. *Stratum Germinativum*

Stratum germinativum juga dapat disebut sebagai *stratum basale*. *Germinativum* artinya “bertunas” atau “tumbuh,” *Basal* berarti “dasar” atau “bagian terendah”. *Stratum germinativum* adalah dasar epidermis, yang merupakan lapisan terdalam tempat berlangsungnya mitosis. Di lapisan ini, sel-sel baru terus diproduksi, mendorong sel-sel tua menuju ke bagian permukaan kulit. Sel-sel ini menghasilkan protein keratin dan ketika semakin jauh dari kapiler di dermis, sel-sel tersebut kemudian mati. Ketika

sel-sel mati terkikis dari permukaan kulit, sel-sel tersebut digantikan oleh sel-sel dari lapisan bawah. Keratinosit *stratum germinativum* mempunyai sel-sel yang sangat berbeda yang disebut sel Merkel (atau cakram Merkel) yang merupakan reseptor untuk indra peraba.

Mayoritas sel di epidermis adalah keratinosit. *Stratum basale* epidermis adalah sumber sel-sel ini. Keratin dewasa terbentuk saat mereka berubah dari sel hidup poligonal menjadi sel mati dan pipih (kornifikasi). Keratinosit hidup mampu mensintesis peptida antimikroba yang disebut defensin. Bahan kimia ini diproduksi setelah adanya cedera pada kulit, sebagai bagian dari proses peradangan. Defensin memecahkan selaput patogen seperti bakteri yang mungkin masuk melalui kerusakan pada kulit.

Bagian epidermis yang hidup juga menghasilkan vitamin; sel mengandung bentuk kolesterol yang diubah menjadi vitamin D ketika terkena sinar ultraviolet. Vitamin D ini kemudian diubah menjadi bentuk paling aktifnya, yang disebut 1,25-D, atau kalsitriol, yang dianggap sebagai hormon oleh hati dan ginjal. Untuk alasan ini, vitamin D terkadang disebut sebagai "vitamin sinar matahari", karena orang yang kekurangan sinar matahari lebih cenderung bergantung pada sumber nutrisi yang mengandung vitamin D, seperti susu yang diperkaya. Penyerapan kalsium dan fosfor dari makanan di usus kecil mungkin merupakan cara terbaik untuk mendapatkan vitamin D. Fungsi ini telah dikenal selama bertahun-tahun. Namun, penelitian terbaru menunjukkan bahwa vitamin D juga membantu menjaga kekuatan otot, terutama pada orang lanjut usia, mengatur insulin, dan mengatur beberapa respons imun, yang dapat mencegah beberapa jenis kanker.

b. *Stratum Spinosum*

Stratum spinosum (lapisan sel duri) terdiri dari beberapa lapisan keratinosit yang besar, polihedral, dan tersusun rapat. Pada pemeriksaan mikroskopis cahaya, terdapat banyak proses sitoplasma atau duri yang muncul dari setiap keratinosit, yang bergabung ke proses serupa pada keratinosit di dekatnya dengan bantuan desmosom. Melanosom baik secara tunggal atau berkumpul dalam organel yang terikat membran juga terdapat dalam sitoplasma keratinosit.

c. *Stratum Granulosum*

Stratum granulosum terdiri dari 3-4 lapisan sel pipih dengan inti piknotik yang merupakan ciri khas degenerasi. Keratinosit mengandung banyak butiran keratohialin. Butiran ini terdiri dari protein pro-filaggrin yang memiliki banyak histidin dan sejumlah kecil belerang. Profilaggrin adalah prekursor protein filaggrin di *stratum korneum* yang membantu agregasi filamen keratin pada *stratum korneum*. Butiran pipih yang diturunkan dari Golgi bertanggung jawab atas pelepasan bahan glikofosfolipid hidrofobik ke dalam ruang antar sel. Glikofosfolipid ini memberikan penghalang permeabilitas pada epidermis (Standring, 2016).

d. *Stratum lucidum* (Lapisan bening)

Stratum lucidum hanya terdapat pada kulit yang tebal. Beberapa peneliti berasumsi bahwa *stratum lucidum* merupakan bagian dari *stratum korneum*, yang terdiri dari lapisan keratinosit eosinofilik pipih yang tipis dan tembus cahaya, disatukan oleh desmosom. Filamen keratin secara bertahap disimpan di dalam sel dan nukleus dan pada situasi tertentu organel di sitoplasma mulai mengganggu dan akhirnya lenyap.

e. *Stratum Korneum*

Stratum korneum, merupakan lapisan epidermis terluar, terdiri dari banyak lapisan sel mati dan menyisakan bagian keratinnya. Protein keratin relatif kedap air, sehingga

mencegah sebagian besar penguapan air dalam tubuh. Tanpa *stratum korneum* yang kedap air, mustahil kita bisa berenang di kolam atau bahkan mandi tanpa merusak sel-sel kita. *Stratum korneum* juga merupakan penghalang bagi patogen dan bahan kimia. Kebanyakan bakteri dan mikroorganisme lainnya tidak dapat menembus kulit yang tidak rusak, karena dipengaruhi oleh adanya asam lemak dalam sebum yang membantu menghambat pertumbuhannya. Pengelupasan sel-sel mati dari permukaan kulit membantu menghilangkan mikroorganisme.. Sebagian besar bahan kimia, kecuali jika bersifat korosif, tidak akan menembus kulit utuh ke jaringan hidup di dalamnya.

Perubahan kecil pada epidermis dapat terlihat pada situasi alami dalam keseharian kita. Kulit kaki mungkin terkena gesekan saat pertama kali memakai sepatu baru, misalnya. Kondisi ini akan memisahkan lapisan epidermis dari dermis sehingga memungkinkan cairan jaringan terkumpul dan menyebabkan lepuh. Kulit yang terkena tekanan meningkatkan laju mitosis pada *stratum germinativum*, menghasilkan kalus yaitu epidermis yang lebih tebal. Kapalan terjadi pada telapak kaki dan telapak tangan, tetapi dapat terjadi juga pada bagian kulit mana pun.

Sel Langerhans

Di dalam epidermis terdapat sel Langerhans, yang juga disebut sel dendritik karena bentuknya yang bercabang ketika bergerak. Sel-sel ini berasal dari sumsum tulang merah dan cukup mobile. Mereka mampu memfagosit bahan asing, seperti bakteri yang masuk ke dalam tubuh melalui kerusakan pada kulit. Dengan tertelannya patogen tersebut, sel Langerhans bermigrasi ke kelenjar getah bening dan menyajikan patogen tersebut ke limfosit, sejenis sel darah putih. Hal ini memicu respon imun seperti

produksi antibodi (antibodi adalah protein yang memberi label pada benda asing untuk dimusnahkan). Karena posisinya yang berdekatan dengan lingkungan luar, kulit merupakan komponen penting dalam respons perlindungan tubuh.

Melanosit menghasilkan protein lain, pigmen yang disebut melanin. Orang dengan ukuran yang sama memiliki jumlah melanosit yang kurang lebih sama, meskipun tingkat aktivitas sel-sel ini mungkin berbeda. Pada orang berkulit gelap, melanosit terus menerus memproduksi melanin dalam jumlah besar. Melanosit orang berkulit terang menghasilkan lebih sedikit melanin. Aktivitas melanosit diatur secara genetik; warna kulit adalah salah satu ciri turun temurun kita.

Pada semua orang, produksi melanin meningkat karena paparan sinar ultraviolet pada kulit, yang merupakan bagian dari sinar matahari dan merusak sel-sel hidup. Semakin banyak melanin yang diproduksi, melanin diserap oleh epidermis sel saat mereka didorong ke permukaan. Hal ini menyebabkan warna kulit menjadi lebih gelap, sehingga mencegah paparan sinar ultraviolet pada stratum germinativum. Orang berkulit gelap sudah mempunyai perlindungan yang baik terhadap efek merusak sinar ultraviolet; orang berkulit terang tidak melakukan hal ini. Melanin juga memberi warna pada rambut, meski fungsi pelindungnya hanya terbatas pada rambut kepala. Dua bagian mata memperoleh warnanya dari melanin: iris dan lapisan koroid bagian dalam bola mata.

2. Dermis

Dermis terbuat dari jenis jaringan ikat fibrosa yang tidak beraturan, yang berarti serat-seratnya berjalan ke segala arah dan tidak sejajar. Fibroblas menghasilkan serat kolagen dan elastin. Dua sifat dermis adalah kekuatan dan elastisitas. Serat

kolagen sifatnya kuat, dan serat elastin dapat menyusut saat diregangkan. Namun, dengan bertambahnya usia, serat elastin kulit menjadi kurang elastis. Kita semua dapat menantikan setidaknya beberapa kerutan seiring bertambahnya usia.

Persimpangan yang tidak rata antara dermis dan epidermis disebut lapisan papiler. Kapiler berlimpah di sini untuk memberi nutrisi tidak hanya pada dermis tetapi juga *stratum germinativum*. Di dalam dermis terdapat struktur tambahan kulit: folikel rambut dan kuku, reseptor sensorik, dan beberapa jenis kelenjar. Beberapa di antaranya menonjol melalui epidermis ke permukaan kulit, namun bagian aktifnya berada di dermis.

a. Folikel Rambut

Jaringan epidermis adalah sumber folikel rambut. Pertumbuhan rambut dan kulit ari sangat mirip. Matriks, tempat mitosis terjadi, terletak di dasar folikel, di mana ada sel-sel yang disebut akar rambut. Keratin, yang diberi warna melanin oleh sel-sel baru tersebut kemudian mati dan menyatu ke dalam batang rambut saat terdorong ke permukaan kulit. Keratinisasi adalah proses pertumbuhan sel-sel mati dari rambut yang kita sisir dan sikat setiap hari. Lapisan papiler adalah celah yang tidak rata antara dermis dan epidermis yang kaya pembuluh kapiler untuk membantu nutrisi di dermis dan *stratum germinativum*. Tidak ada kapiler di epidermis, jadi sel-sel di bagian bawah bergantung pada darah di dermis untuk mendapatkan oksigen dan nutrisi.

Dermis terbuat dari jenis jaringan ikat fibrosa yang tidak beraturan, artinya serat-seratnya tidak sejajar, tetapi berjalan ke segala arah. Fibroblas menghasilkan serat kolagen dan elastin. Serat kolagen kuat dan serat elastin mampu menyusut setelah diregangkan. Kekuatan dan elastisitas adalah dua karakteristik dermis. Namun seiring bertambahnya usia, kerusakan serat elastin menyebabkan kulit kehilangan elastisitasnya. Kita semua dapat

mengalami setidaknya beberapa kerutan seiring bertambahnya usia.

Dibandingkan dengan beberapa mamalia lain, manusia tidak memiliki banyak rambut. Tingkat pertumbuhan rambut rata-rata 0,3 hingga 0,4 inci/bulan (8 hingga 10 mm). Sebenarnya fungsi rambut manusia cukup sedikit. Bulu mata dan alis membantu mencegah debu dan keringat masuk ke mata, dan bulu di dalam lubang hidung membantu mencegah debu masuk ke rongga hidung. Rambut di kulit kepala memang memberikan isolasi dari dingin bagi kepala. Namun, rambut di tubuh kita tidak lagi menjalankan fungsi ini, tetapi kita memiliki sisa-sisa evolusinya. Pada setiap folikel rambut terdapat otot polos kecil yang disebut pilomotor atau otot arector pili. Ketika dirangsang oleh rasa dingin atau emosi seperti ketakutan, otot-otot ini menarik folikel rambut ke atas. Untuk hewan berbulu, kondisi ini akan memerangkap udara dan memberikan isolasi yang lebih baik. Karena manusia tidak mempunyai bulu yang tebal, hal ini hanya membuat kita “merinding”.

b. Folikel Kuku

Folikel kuku ditemukan di ujung jari tangan dan kaki. Folikel kuku menghasilkan kuku seperti halnya folikel rambut menghasilkan rambut. Mitosis terjadi di akar kuku di dasar kuku (Gbr. 5–4), dan sel-sel baru menghasilkan keratin (bentuk protein yang lebih kuat daripada yang ditemukan di rambut) dan kemudian mati.

Meskipun kuku itu sendiri terdiri dari sel-sel mati yang terkeratinisasi, dasar kuku yang rata merupakan epidermis dan dermis yang hidup. Inilah sebabnya mengapa memotong kuku terlalu pendek bisa sangat menyakitkan. Kuku melindungi ujung jari tangan dan kaki dari cedera mekanis dan memberikan kemampuan lebih besar pada

jari untuk mengambil benda kecil. Kuku juga bagus untuk menggaruk akibat rasa gatal yang mungkin disebabkan oleh parasit artropoda, nyamuk atau kutu. Goresan yang cepat dan kuat dapat membunuh atau setidaknya mengusir artropoda dan mencegah penularan penyakit. Kuku tumbuh dengan kecepatan sekitar 0,12 inci/bulan (3 mm), dan pertumbuhannya sedikit lebih cepat selama bulan-bulan musim panas.

c. Reseptor

Kebanyakan reseptor sensorik untuk indera kulit ditemukan di dermis (sel Merkel berada di *stratum germinativum*, begitu pula beberapa ujung saraf). Indra kulit dapat mendeteksi adanya sentuhan, tekanan, panas, dingin, dan nyeri. Rasa nyeri, panas, dan dingin, reseptornya adalah ujung saraf bebas dan untuk sentuhan dan tekanan, reseptornya disebut ujung saraf yang berkapsul, yang berarti terdapat struktur seluler di sekitar ujung saraf sensorik. Tujuan dari reseptor dan sensasi ini adalah untuk memberikan informasi kepada sistem saraf pusat tentang lingkungan eksternal dan pengaruhnya terhadap kulit. Informasi ini dapat menstimulasi respon, seperti mencuci jari yang terluka, menggaruk bekas gigitan serangga, atau merespons rasa dingin dengan mengenakan sweater.

Sensitivitas suatu area kulit ditentukan oleh banyaknya reseptor yang ada. Kulit ujung jari, misalnya, sangat sensitif terhadap sentuhan karena terdapat banyak reseptor per inci persegi. Kulit lengan atas, dengan sedikit reseptor sentuhan per inci persegi, kurang sensitif. Ketika reseptor mendeteksi perubahan, mereka menghasilkan impuls saraf yang dibawa ke otak, yang menafsirkan impuls tersebut sebagai sensasi tertentu. Oleh karena itu, sensasi sebenarnya adalah fungsi otak.

d. Kelenjar

Kelenjar terbuat dari jaringan epitel. Kelenjar eksokrin pada kulit memiliki bagian sekretornya di dermis. Akar kuku berhubungan dengan kelenjar sebaceous. Saluran kelenjar sebaceous bermuara ke folikel rambut atau langsung ke permukaan kulit. Sekresinya adalah sebum, zat lipid yang biasa kita sebut minyak. Seperti disebutkan sebelumnya, sebum menghambat pertumbuhan bakteri di permukaan kulit. Fungsi sebum lainnya adalah mencegah kekeringan pada kulit dan rambut. Pentingnya hal ini mungkin tidak terlihat jelas, namun kulit yang kering cenderung lebih mudah pecah-pecah. Bahkan kerusakan kecil pada kulit pun berpotensi menjadi pintu masuk bakteri. Penurunan produksi sebum adalah konsekuensi lain dari bertambahnya usia, dan orang lanjut usia sering kali memiliki kulit kering dan rapuh.

Remaja mungkin memiliki masalah kelenjar sebaceous yang terlalu aktif. Terlalu banyak sebum dapat menjebak bakteri dalam folikel rambut dan menyebabkan infeksi kecil. Karena kelenjar sebaceous lebih banyak jumlahnya di sekitar hidung dan mulut, daerah ini sering menjadi tempat munculnya jerawat pada orang muda.

Kelenjar Cerumen

Kelenjar ini terletak di dermis saluran telinga. Sekresinya disebut serumen atau kotoran telinga (termasuk sebum yang disekresikan di saluran telinga). Cerumen menjaga permukaan luar gendang telinga tetap lentur dan mencegah kekeringan. Namun, jika kelebihan serumen menumpuk di saluran telinga, hal itu dapat berdampak pada gendang telinga. Hal ini dapat mengurangi ketajaman pendengaran dengan mencegah gendang telinga bergetar dengan baik.

Kelenjar Keringat

Ada dua jenis kelenjar keringat yaitu apokrin dan ekrin. Kelenjar apokrin paling banyak terletak di aksila (ketiak) dan area genital, diproduksi paling banyak saat seseorang berada dalam kondisi emosional dan stres. Jika sekresi apokrin dibiarkan menumpuk di kulit, bakteri akan memetabolisme bahan kimia dalam keringat, menghasilkan produk limbah dengan bau yang tidak menyenangkan. Meskipun sekresi kelenjar apokrin menimbulkan bau, deteksi keberadaannya sulit dilakukan oleh manusia, berbeda dengan hewan seperti anjing yang dapat dengan mudah membedakan manusia dengan bau atau aroma ini.

Kelenjar ekrin ditemukan di seluruh tubuh, tetapi jumlahnya banyak terdapat di bagian dahi, bibir atas, telapak tangan, dan telapak kaki. Bagian sekretorik kelenjar ini hanyalah sebuah tabung melingkar di dermis. Saluran tabung ini meluas ke permukaan kulit, lalu bermuara ke dalam pori - pori.

Keringat yang dihasilkan oleh kelenjar ekrin penting dalam menjaga suhu tubuh normal. Di lingkungan yang hangat, atau saat berolahraga, lebih banyak keringat yang dikeluarkan ke permukaan kulit kemudian diuapkan oleh panas tubuh yang berlebih. Ingatlah bahwa air mempunyai panas penguapan yang tinggi, yang berarti bahwa sejumlah besar panas dapat hilang ketika sejumlah kecil air menguap. Meskipun mekanisme ini sangat efektif dalam menghilangkan panas, namun mempunyai potensi kerugian yang serius. Kehilangan terlalu banyak air dalam tubuh melalui keringat dapat menyebabkan dehidrasi, seperti kelelahan akibat panas atau bahkan setelah berolahraga di hari yang panas dan lembab. Peningkatan keringat saat berolahraga atau pada hari-hari hangat harus selalu dibarengi dengan peningkatan asupan cairan.

Mereka yang berolahraga secara teratur tahu bahwa mereka harus mengganti garam dan juga air. Natrium klorida juga hilang melalui keringat, begitu pula sejumlah kecil urea (produk limbah nitrogen dari metabolisme asam amino). Namun, fungsi ekskresi kulit ini sangat kecil; ginjal terutama bertanggung jawab untuk membuang produk limbah dari darah dan menjaga proporsi garam dan air yang tepat dalam tubuh.

Pembuluh Darah

Selain kapiler di dermis, pembuluh darah lain yang sangat penting adalah arteriol. Arteriol adalah arteri kecil, dan otot polos yang bagian dindingnya memungkinkan arteriol menyempit (menutup) atau melebar (membuka). Proses membuka dan menutupnya arteriol menjadi penting untuk menjaga suhu tubuh, karena darah membawa panas yang merupakan salah satu bentuk energi. Dalam lingkungan yang hangat, arteriol melebar (vasodilatasi), yang mengakibatkan terjadi peningkatan aliran darah melalui dermis yang membawa panas berlebih ke permukaan tubuh untuk dipancarkan ke lingkungan. Pada situasi suhu lingkungan turun atau dingin, panas tubuh harus dipertahankan sebisa mungkin, sehingga arteriol akan menyempit. Vasokonstriksi menurunkan aliran darah melalui dermis dan mempertahankan panas di dalam inti tubuh. Mekanisme penyesuaian ini penting untuk mempertahankan homeostatis.

Pengaturan diameter arteriol sebagai respons terhadap perubahan suhu eksternal dikendalikan oleh sistem saraf. Perubahan ini sering terlihat pada orang berkulit terang. Munculnya warna kemerahan pada kulit terutama di wajah, dapat terjadi pada cuaca panas. Pada kondisi cuaca dingin, kulit ekstremitas mungkin menjadi lebih pucat karena aliran darah melalui dermis berkurang. Pada orang berkulit gelap,

perubahan tersebut tidak begitu terlihat karena tertutup oleh melanin di epidermis.

Vasokonstriksi pada dermis juga dapat terjadi selama situasi stres. Bagi nenek moyang kita, stres biasanya memerlukan respons fisik seperti berdiri dan melawan atau lari ke tempat yang aman. Hal ini disebut dengan “respons melawan atau lari”. Sistem saraf kita masih diprogram untuk merespons seolah-olah aktivitas fisik diperlukan untuk mengatasi situasi stres. Vasokonstriksi di dermis akan mengalirkan, atau mengalihkan, darah ke organ yang lebih vital seperti otot, jantung, dan otak. Pada saat stres, kulit merupakan organ yang relatif tidak penting dan dapat berfungsi sementara dengan aliran darah yang minimal. Anda mungkin pernah mendengar ungkapan “berkeringat dingin”, dan bahkan mungkin pernah merasakannya dalam situasi stres. Keringat tersebut terasa dingin karena vasokonstriksi pada dermis membuat kulit relatif dingin.

Aliran darah di dermis mungkin terganggu oleh tekanan yang berkepanjangan pada kulit. Misalnya, pasien rumah sakit yang tidak dapat membalikkan tubuhnya sendiri dapat mengalami ulkus dekubitus, disebut juga ulkus dekubitus atau luka tekan. Kulit tertekan di antara benda di luar, seperti tempat tidur dan tulang yang menonjol di dalam, seperti tulang tumit atau sakrum di punggung bawah. Tanpa suplai darah, kulit akan mati dan jaringan mati berpotensi menjadi tempat infeksi bakteri.

3. Jaringan Hipodermis (Subkutan)

Jaringan subkutan juga bisa disebut fascia superfisial, salah satu membran jaringan ikat. Jaringan sub-kutan terdiri dari jaringan ikat areolar dan jaringan adiposa.

Jaringan ikat areolar, atau jaringan ikat longgar, mengandung serat kolagen dan elastin serta banyak sel darah putih yang

meninggalkan kapiler untuk berkeliaran di cairan jaringan antara kulit dan otot. Sel darah putih yang bermigrasi ini menghancurkan patogen yang masuk ke dalam tubuh melalui kerusakan pada kulit. Sel mast adalah sel jaringan ikat khusus yang ditemukan di jaringan areolar; mereka menghasilkan histamin, leukotrien, dan bahan kimia lainnya yang membantu menyebabkan peradangan.

Sel-sel (adiposit) jaringan adiposa dikhususkan untuk menyimpan lemak, dan lapisan lemak subkutan kita menyimpan kelebihan nutrisi sebagai sumber energi potensial. Lapisan ini juga melindungi bagian tulang yang menonjol seperti saat duduk, dan memberikan insulasi dari hawa dingin. Bagi manusia, fungsi terakhir ini relatif kecil, karena kita tidak mempunyai lapisan lemak yang tebal seperti halnya hewan seperti paus dan anjing laut.

Jaringan adiposa terlibat dalam permulaan atau penghentian makan dan penggunaan insulin oleh sel-sel tubuh. Jaringan ini berkontribusi terhadap peradangan dengan memproduksi sitokin, bahan kimia yang mengaktifkan sel darah putih. Sama seperti epidermis yang membentuk lapisan kontinu yang menutupi tubuh, jaringan subkutan merupakan lapisan kontinu, meskipun bersifat internal. Jika kita menganggap epidermis sebagai garis pertahanan pertama melawan patogen, kita dapat menganggap jaringan subkutan sebagai garis pertahanan sekunder. Namun terdapat perbedaan anatomi yang signifikan. Sel-sel epidermis tersusun sangat rapat, tetapi sel-sel dan serat protein jaringan subkutan saling berjauhan dan memiliki lebih banyak cairan jaringan. Hal ini jelas merupakan keuntungan bagi sel darah putih yang bermigrasi, namun dapat menjadi kerugian karena beberapa bakteri patogen, setelah terbentuk, dapat menyebar lebih cepat ke seluruh jaringan subkutan.

Streptokokus grup A, misalnya, merupakan penyebab fasciitis nekrotikans. Necrotizing berarti “menyebabkan kematian,” dan fasciitis adalah peradangan pada fasia, dalam hal ini fasia superfisial dan fasia dalam di sekitar otot. *Necrotizing fasciitis* adalah infeksi yang sangat serius dan memerlukan operasi pengangkatan jaringan yang terinfeksi atau bahkan amputasi anggota tubuh yang terinfeksi untuk menghentikan penyebaran bakteri. Pertahanan tubuh telah kewalahan karena apa yang biasanya merupakan keuntungan anatomis, yaitu “kelonggaran” jaringan ikat areolar, telah berbalik melawan kita dan menimbulkan kerugian.

C. PENUAAN DAN SISTEM INTEGUMENTER

Dampak usia pada sistem integumen seringkali dapat diamati melalui ciri yang nampak. Kedua lapisan kulit menjadi lebih tipis dan rapuh karena mitosis di epidermis melambat dan fibroblas di dermis mati dan tidak tergantikan, termasuk proses perbaikan bahkan kerusakan kecil atau luka menjadi lebih lambat. Kulit menjadi keriput karena serat kolagen dan elastin di dermis memburuk. Kelenjar sebaceous dan kelenjar keringat menjadi kurang aktif; kulit menjadi kering dan mekanisme pengaturan suhu pada cuaca panas menjadi lebih sulit. Pada situasi ini, folikel rambut menjadi tidak aktif dan rambut di kulit kepala dan tubuh menipis. Melanosit mati dan tidak tergantikan rambut yang tersisa menjadi putih. Seringkali terdapat lebih sedikit lemak di jaringan subkutan, yang mungkin membuat orang lanjut usia lebih sensitif terhadap dingin. Penting bagi orang lanjut usia (dan orang yang merawatnya) untuk menyadari bahwa suhu ekstrem mungkin saja terjadi.

D. PERTAHANAN DAN RESPON IMUN

Kulit adalah organ kompleks yang menampung berbagai proses peradangan, termasuk kekebalan tumor, autoimun, alergi, dan kekebalan terhadap infeksi, serta berfungsi sebagai penghalang kuat terhadap gangguan dari luar. Banyak jenis sel bekerja sama untuk membuat respons imun yang efektif. Proses ini dimulai dengan populasi sel yang terus berkembang saat baru memasuki ke jaringan kulit. Penyebab respon inflamasi sangat beragam, yang menghasilkan berbagai gejala klinis. Isyarat awal, karakteristik populasi sel yang menginfiltrasi, dan produksi sitokin adalah faktor penting dalam manifestasi ini. Sitokin adalah protein yang disekresikan yang membantu komunikasi antar sel, terutama antara sel imun dan sel stroma. (Nguyen & Soulika, 2019).

Salah satu fungsi utama kulit adalah melindungi inang dari invasi, dan hal ini dilakukan dengan menggunakan penghalang fisik, biomolekul, dan jaringan rumit sel imun dan non-imun serta struktur kulit. Selain itu, ketika tidak ada tantangan, sel-sel kekebalan tubuh meningkatkan fungsi fisiologis kulit.

Kulit kita berkontribusi penting terhadap kesehatan melalui perannya sebagai jaringan penghalang, yang secara hati-hati mengatur jalannya substrat utama sekaligus memberikan pertahanan terhadap ancaman dari luar. Proses imunologi merupakan bagian integral dari hampir setiap fungsi kulit dan sangat penting bagi kemampuan kita untuk hidup secara simbiosis dengan mikroba komensal kulit dan rangsangan lingkungan lainnya. Meskipun banyak persamaan yang dapat ditarik dengan imunobiologi di lokasi mukosa lainnya, imunitas kulit menunjukkan ciri-ciri unik yang berhubungan dengan topografi, komposisi kimia, dan ekologi mikroba yang berbeda (Zhang *et al.* 2022).

Sistem pertahanan dan respon imun di kulit melibatkan berbagai komponen yang bekerja bersama untuk melindungi tubuh dari invasi patogen dan menjaga keseimbangan kesehatan kulit.

Berikut adalah uraian mengenai sistem pertahanan dan respon imun di kulit:

1. **Barier Fisik:**

Epidermis: Lapisan epidermis yang keras dan kering berfungsi sebagai barier fisik pertama melawan patogen. Sel-sel epidermis yang rapat dan sel-sel keratin di permukaan melindungi dari penetrasi patogen.

2. **Barier Kimiawi:**

Asam Lemak dan Sebum: Kelenjar sebacea menghasilkan sebum, yang mengandung asam lemak dan memiliki sifat antibakteri. Ini membantu menjaga kelembaban dan mencegah pertumbuhan bakteri.

3. **Barier Biologis:**

Flora Mikrobiota Kulit: Kehadiran mikroorganisme normal pada kulit dapat bersaing dengan patogen dan membantu menjaga keseimbangan ekosistem kulit.

4. **Sel Dendritik Epidermis:**

Fungsi Antigen Presenting: Sel dendritik epidermis berperan dalam menangkap antigen dari patogen dan menyajikannya kepada sel-sel imun untuk mengaktifkan respons imun.

5. **Sel Langerhans:**

Pertahanan Imun Seluler: Sel Langerhans, jenis sel dendritik di epidermis, berpartisipasi dalam respons seluler terhadap patogen dan antigen.

6. **Sel Natural Killer (NK):**

Penghancuran Sel Terserang: Sel NK dapat mendeteksi dan menghancurkan sel-sel yang terinfeksi atau berubah menjadi kanker pada kulit.

7. **Sel Mast:**

Respon Alergi: Sel mast merilis histamin dan zat kimia lainnya sebagai respons terhadap alergen, memicu respon alergi kulit.

8. Sel T dan Sel B:

Respon Imun Adaptif: Sel T dan Sel B terlibat dalam respon imun adaptif, menghasilkan antibodi dan melibatkan sel T sitotoksik untuk melawan patogen spesifik.

9. Respon Inflamasi:

Vasodilatasi dan Infiltrasi Sel Imun: Respon inflamasi melibatkan pelebaran pembuluh darah dan masuknya sel-sel imun ke daerah yang terinfeksi atau terluka.

10. Sel Plasma

Sel plasma adalah tipe sel darah putih yang memainkan peran penting dalam sistem pertahanan dan respon imun di kulit. Setelah kulit terpapar oleh antigen dari patogen, sel plasma akan memproduksi dan melepaskan antibodi yang spesifik untuk antigen tersebut. Sel plasma tidak hanya menghasilkan antibodi saat infeksi, tetapi juga membantu dalam pengembangan sel memori. Sel Memori menyimpan informasi tentang patogen tertentu dan memungkinkan respons yang lebih cepat dan kuat jika terjadi infeksi berulang.

E. RANGKUMAN

Sistem integumentum adalah barisan pertahanan luar tubuh yang penting, tidak hanya untuk melindungi organ internal tetapi juga dalam menjaga keseimbangan dan kenyamanan tubuh secara keseluruhan. Sistem Integumentum melibatkan pemahaman mendalam tentang struktur dan fungsi masing-masing komponennya, yang terdiri dari Kulit, serta peran sistem ini dalam menjaga kesehatan tubuh secara keseluruhan. Kulit terdiri atas 3 lapisan utama yaitu epidermis, dermis dan hipodermis (lemak subkutan). Dampak usia pada sistem integumen seringkali cukup terlihat. Kedua lapisan kulit menjadi lebih tipis dan rapuh karena mitosis di epidermis melambat dan fibroblas di dermis mati dan tidak tergantikan termasuk proses perbaikan bahkan kerusakan kecil atau luka lebih lambat. Kulit menjadi keriput karena serat

kolagen dan elastin di dermis memburuk. Salah satu fungsi utama kulit adalah melindungi inang dari invasi, dan hal ini dilakukan dengan menggunakan penghalang fisik, biomolekul, dan jaringan rumit sel imun dan non-imun serta struktur kulit.

F. TES FORMATIF

1. Sistem integumentum merupakan bagian organ tubuh yang terdiri dari :
 - a. Kulit
 - b. Rambut,
 - c. Kuku,
 - d. Benar Semua
2. Struktur yang bertanggung jawab untuk memberikan warna pada kulit manusia disebut:
 - a. Melanosit
 - b. Keratinosit
 - c. Dermis
 - d. Epidermis
3. Bagian dari sistem integumentum yang paling luar dan berfungsi sebagai lapisan pelindung utama adalah:
 - a. Dermis
 - b. Epidermis
 - c. Hipodermis
 - d. Subkutan
4. Lapisan kulit yang mengandung pembuluh darah, saraf, dan kelenjar keringat adalah:
 - a. Epidermis
 - b. Dermis
 - c. Hipodermis
 - d. Subkutan

G. LATIHAN

Berikan gambaran terkait tahapan-tahapan proses pembentukan melanin, peran melanin dalam melindungi kulit dari sinar UV, dan bagaimana variasi warna kulit terjadi, jelaskan !

KEGIATAN BELAJAR 9

SISTEM REPRODUKSI

DESKRIPSI PEMBELAJARAN

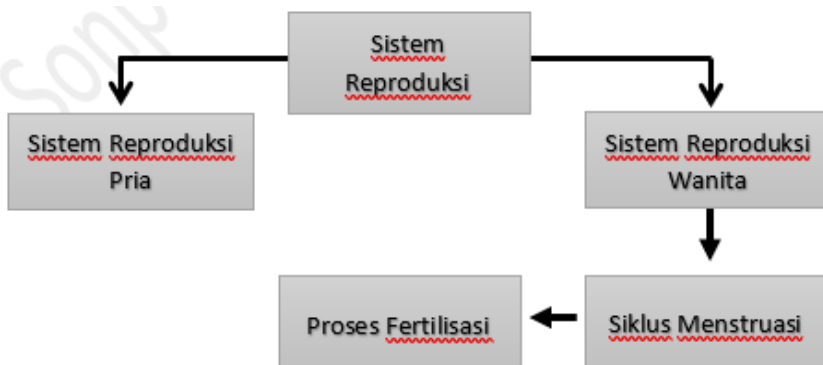
Sistem reproduksi merupakan sistem biologis yang berfungsi untuk terjadinya reproduksi atau perkembangan keturunan pada manusia. Pemahaman yang mendalam tentang sistem reproduksi manusia merupakan fondasi dan kunci utama bagi profesi kesehatan untuk memberikan asuhan yang komprehensif. Pada bab ini mahasiswa mempelajari sistem reproduksi yang terdiri dari sistem reproduksi pria dan wanita.

KOMPETENSI PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa dan mahasiswi memiliki pengetahuan dan kemampuan:

1. Menyebutkan dan menjelaskan organ dan anatomi sistem reproduksi pria
2. Menyebutkan dan menjelaskan organ dan anatomi sistem reproduksi wanita
3. Menjelaskan siklus menstruasi
4. Menjelaskan proses fertilisasi

PETA KONSEP PEMBELAJARAN



A. SISTEM REPRODUKSI PRIA

Sistem reproduksi pria melibatkan organ genitalia luar (eksterna) dan organ genitalia dalam (interna) pria. Fungsi utama reproduksi pria adalah untuk menghasilkan sperma dan untuk membuahi sel ovum¹. Saluran reproduksi pria terdiri dari berbagai organ yang bekerja sama untuk fungsi reproduksi.

Organ genitalia eksterna pria

Organ genitalia eksterna pria terdiri dari penis dan skrotum².

1. Penis

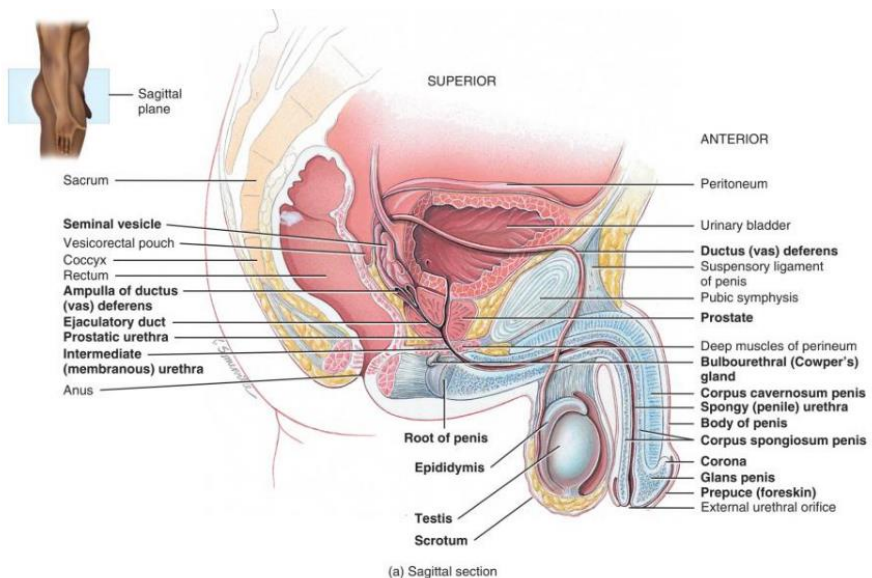
Penis adalah organ reproduksi eksternal pada pria yang berfungsi sebagai alat senggama dan berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan sperma dan urin. Anatomi penis terdiri dari³:

- a. Akar penis: bagian yang menempel pada perut, di dalam akar penis, terdapat dua silinder ereksi yang berfungsi untuk mengisi darah ke dalam penis saat ereksi.
- b. Badan penis: merupakan bagian tengah dari penis, bagian terpanjang dari penis. Badan penis terbentuk dari tiga massa jaringan erektile silindris, yaitu dua korpus karvenosum dan satu korpus spongiosum yang mengelilingi uretra. Jika rongga tersebut terisi darah, menyebabkan penis membesar, kaku dan tegak (ereksi).
- c. Glans penis: bagian ujung penis yang berbentuk seperti kerucut, mengandung pembuluh darah dan saraf, merupakan bagian yang paling sensitif.
- d. Korona²: dasar glans penis, pada penis yang belum disunat (sirkumsisi), terdapat kulit (preputium) yang membentang mulai dari korona menutupi glans penis.
- e. Lubang uretra: saluran yang terdapat di ujung glans penis yang berfungsi sebagai tempat keluarnya urin dari kandung kemih dan keluarnya sperma dari testis saat ejakulasi.

2. Skrotum

Skrotum adalah kantung kulit berpigmen, dilapisi jaringan ikat dan fibrosa serta otot polos yang terletak menggantung di bawah penis^{1,2}, berfungsi sebagai pelindung, penyangga dan pengatur suhu pada testis, karena untuk pembentukan sperma, testis harus memiliki suhu lebih rendah dengan suhu tubuh³.

Skrotum terdiri dari dua kantung skrotal, setiap kantung skrotal berisi satu testis, dipisahkan oleh septum internal. Pada skrotum terdapat otot dartos yang berfungsi untuk mengatur suhu, berkontraksi untuk membentuk kerutan pada kulit skrotal jika suhu udara dingin, dan berperan dalam respons seksual. Selama rangsangan seksual, otot akan berkontraksi mengencangkan skrotum dan dapat membantu mempertahankan ereksi².



Gambar 9.1. Sistem reproduksi pria

Sumber: Gerard.J.Tortora, Mark.T.Nielsen, 2020⁴

Organ genitalia interna pria

Organ genitalia interna pria terdiri dari organ dalam tubuh yang berfungsi sebagai produksi, penyimpanan dan transportasi sperma serta pengaturan produksi hormon reproduksi. Organ genitalia interna pria terdiri dari testis, saluran reproduksi dan kelenjar kelamin².

1. Testis

Testis atau buah zakar merupakan sepasang kelenjar berbentuk oval di dalam skrotum yang berukuran panjang sekitar 5 cm, dan diameter 2,5 cm. Setiap testis memiliki berat 10-15 gram. Testis berkembang di dekat ginjal, di bagian posterior perut, dan biasanya mulai turun ke skrotum melalui kanalis inguinalis (lorong di dinding perut bagian bawah) pada janin di usia kehamilan 25-35 minggu.

Testis dikelilingi oleh kapsul fibrosa putih yang terdiri dari jaringan ikat padat tidak beraturan yang disebut tunica albuginea, meluas ke dalam, membentuk septum yang membagi setiap testis menjadi serangkaian kompartemen internal yang disebut lobulus. Masing-masing dari 200-300 lobulus berisi satu hingga tiga tubulus yang melingkar rapat yang disebut tubulus seminiferus, tempat sperma diproduksi. Proses dimana saluran seminiferus testis menghasilkan sperma disebut spermatogenesis. Pada tubulus seminiferus terdapat sel-sel dengan ukuran besar yang disebut sel sertoli. Sel sertoli berfungsi sebagai penyedia makanan bagi spermatozoa, selain sel sertoli, terdapat sel leydig yang berfungsi untuk mengatur hormonal yang diperlukan untuk perkembangan sel-sel spermatozoa^{1,2,5}.

Testis menghasilkan hormon testosteron yang memiliki berbagai fungsi penting dalam tubuh pria, yaitu berfungsi sebagai pembentukan dan pematangan organ genitalia, berperan dalam perkembangan ciri-ciri seksual

sekunder pada pria pada masa pubertas seperti pertumbuhan otot, pertumbuhan rambut di wajah dan tubuh, perubahan suara, peningkatan ukuran tulang dan massa otot. Testosteron juga mengatur libido (gairah seksual) pria, berkontribusi pada regulasi aliran darah pada penis yang mempengaruhi kemampuan pria untuk mencapai dan mempertahankan ereksi, peran lainnya yaitu testosteron mengatur proses spermatogenesis.

2. Saluran Reproduksi^{1,2,3}

Saluran reproduksi pria mencakup serangkaian struktur yang berperan dalam produksi, penyimpanan dan transportasi sperma, terdiri dari duktus epididimis, vas deferens, vesikula seminalis, dan duktus ejakulatorius.

Epididimis

Epididimis berupa saluran panjang yang melekat pada sisi posterior testis, berfungsi menyimpan sperma yang diproduksi oleh testis dan mengangkutnya menuju saluran sperma selama ejakulasi. Epididimis juga berperan dalam proses pematangan sperma.

Vas Deferens (saluran sperma)

Vas deferens adalah saluran panjang dan lurus yang membawa sperma dari epididimis menuju vesikula seminalis. Selama ejakulasi, sperma bergerak melalui vas deferens untuk keluar dari tubuh melalui uretra.

Vesikula Seminalis (kantong sperma)

Vesikula seminalis adalah sepasang kelenjar yang terletak dekat kandung kemih. Kelenjar ini menghasilkan sebagian besar volume dari cairan ejakulat. Cairan seminal mengandung gula yang memberikan nutrisi untuk sperma agar sperma bertahan dan bergerak.

Duktus Ejakulatorius

Duktus Ejakulatorius adalah dua saluran yang terletak di sekitar kelenjar prostat, memiliki panjang sekitar 2-3 cm, berbentuk seperti tabung kecil, berfungsi membawa sperma dari vesika seminalis menuju uretra selama ejakulasi. Cairan sperma dari vesikula seminalis bercampur dengan cairan dari kelenjar prostat dan kelenjar seminal lainnya di sekitar duktus ejakulatorius, membentuk cairan ejakulat yang akan dikeluarkan dari penis selama ejakulasi.

Uretra

Uretra adalah saluran panjang yang berada di penis, memiliki dua fungsi yang berbeda dalam sistem ekskresi dan reproduksi, yaitu untuk mengalirkan urin dari kandung kemih dan mengeluarkan sperma selama ejakulasi.

3. Kelenjar Kelamin^{2,4}

Kelenjar kelamin pada pria adalah sekelompok kelenjar yang berperan dalam memproduksi cairan/sekret dalam fungsi sistem reproduksi pria. Kelenjar kelamin terdiri dari vesikula seminalis, kelenjar prostat, kelenjar bulbouretral (kelenjar cowper).

Kelenjar Vesikula Seminalis

Kelenjar vesikula seminalis adalah tempat penampungan sperma, merupakan kelenjar berlekuk-lekuk yang terletak di belakang kantung kemih. Vesikula seminalis menghasilkan sekitar 60% cairan/semen yang mengandung fruktosa, prostaglandin dan asam askorbat yang berfungsi untuk mendukung motilitas sperma dan membantu sperma bertahan dalam saluran reproduksi wanita.

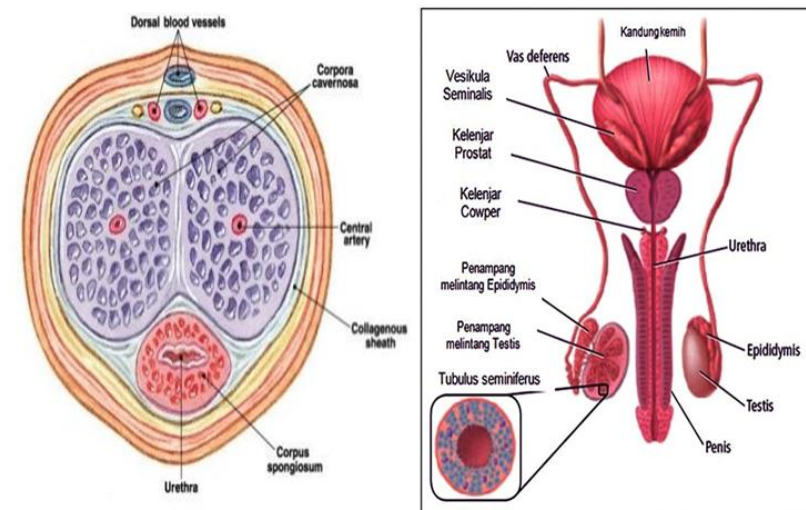
Kelenjar Prostat

Kelenjar prostat terletak di bagian bawah kandung kemih, melingkari bagian atas uretra. Kelenjar prostat adalah

kelenjar pensekresi terbesar yang mengandung enzim-enzim yang membantu sperma dalam kelangsungan hidup, untuk bergerak dan memperoleh nutrisi selama perjalanan dalam rahim wanita.

Kelenjar Bulbouretral (Kelenjar Cowper).

Kelenjar bulbouretral adalah sepasang kelenjar kecil yang terletak di dalam dasar penis, di sekitar uretra, memiliki saluran yang menghubungkannya dengan uretra. Kelenjar ini menghasilkan cairan pelumas bersifat alkali (basa) yang dikeluarkan selama fase awal ejakulasi.



Gambar 9.2. Alat kelamin pria bagian dalam
(Sumber: Syaifuddin, 2006)⁵

B. SISTEM REPRODUKSI WANITA

Sistem reproduksi wanita adalah sistem yang memiliki kemampuan untuk berfungsi dengan sistem tubuh lainnya untuk

tujuan reproduksi. Sistem reproduksi wanita terdiri dari organ genitalia luar (eksterna) dan organ genitalia dalam (interna)^{1,2,5}

1. Genitalia Eksterna Wanita

Genitalia eksterna secara keseluruhan terdiri dari vulva. Yang dimaksud dengan vulva adalah menutupi atau membungkus. Jika dilihat dari luar, alat kelamin luar wanita tampak tertutup atau terbungkus oleh lipatan kulit. Vulva adalah alat kelamin luar wanita yang terdiri dari mons pubis, labia mayora, labia minora, klitoris/kelentit, bulbus vestibular, vestibulum, kelenjar Bartholin, kelenjar Skene, uretra, dan lubang vagina^{2,5,6}

Struktur dan fungsi genitalia eksterna^{1,2,3,5,7}

a. Mons Pubis

Mons pubis adalah bagian menonjol yang terdiri dari jaringan lemak yang terletak tepat di anterior tulang kemaluan. Pada wanita dewasa mons pubis ditutupi oleh rambut kemaluan.

b. Labia Mayora (bibir-bibir besar)

Labia mayora adalah sepasang lipatan kulit yang menonjol yang membentuk batas memanjang lateral celah vulva. Labia mayora membentuk lipatan yang menutupi labia minora, klitoris, vestibulum, bulbus vestibular, kelenjar Bartholin, kelenjar Skene, uretra, dan lubang vagina. Bagian anterior lipatan labia mayora bersatu membentuk komisura labia anterior tepat di bawah mons pubis. Sedangkan bagian posterior labia mayora menyatu membentuk komisura labia posterior. Labia mayora mengandung banyak kelenjar lemak dan jaringan syaraf yang menyebabkan sensitifitas terhadap nyeri, suhu tinggi, dan sentuhan saat adanya rangsangan seksual.

c. Labia Minora (bibir-bibir kecil)

Labia minora adalah sepasang lipatan kulit kecil yang dimulai dari klitoris dan meluas ke bawah. Lipatan anterior labia minora mengelilingi klitoris membentuk tudung klitoris dan frenulum klitoris. Kemudian labia minor turun ke bawah

membentuk batas vulva vestibulum. Ujung posterior labia minora berakhir ketika keduanya dihubungkan oleh lipatan kulit yang disebut frenulum labia minora. Labia minora akan mengelilingi ruang depan vulva dan berakhir di antara labia mayora dan ruang depan vulva. Dengan adanya rangsangan seksual, labia minora akan membengkak karena darah dan akan tampak bengkak.

d. Klitoris/Kelentit

Klitoris (yang homolog dengan glans penis pada pria) merupakan organ seks pada wanita yang berfungsi sebagai alat indera. Klitoris dapat dibagi menjadi kepala klitoris dan badan klitoris. Kelenjar klitoris dipersarafi oleh saraf dan diperfusi oleh banyak pembuluh darah, saat adanya rangsangan seksual maka klitoris menjadi tegak dan membesar.

e. Vestibulum/serambi

Vestibulum adalah suatu rongga/ruangan yang dikelilingi oleh labia minora, terdiri dari orifisium uretra, vagina, ductus glandula vestibularis mayor dan minor.

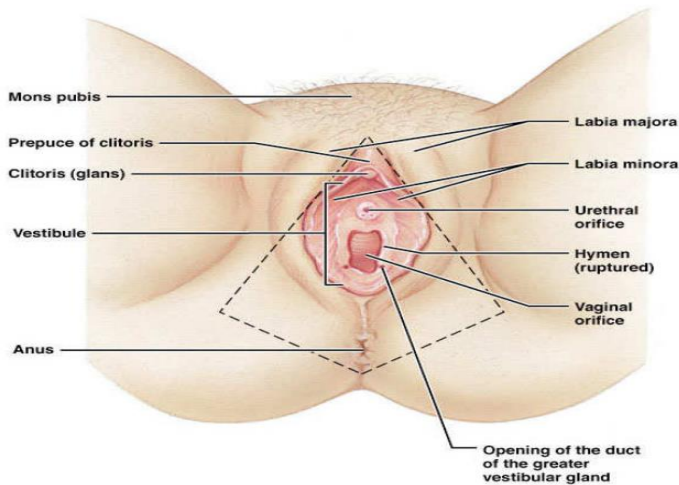
f. Kelenjar Bartholin

Kelenjar Bartholin juga dikenal sebagai kelenjar vestibular mayor (homolog dengan kelenjar bulbouretral pada pria) adalah dua kelenjar seukuran kacang polong yang terletak agak lateral dan posterior dari lubang vagina. Kedua kelenjar ini berfungsi mengeluarkan zat seperti lendir ke dalam vagina dan di dalam batas labia minora. Lendir ini berfungsi sebagai pelumas untuk mengurangi gesekan saat berhubungan intim dan sebagai pelembab bagi vulva.

g. Kelenjar Skene

Kelenjar Skene, yang juga dikenal sebagai kelenjar vestibular kecil (homolog dengan kelenjar prostat pada pria), adalah dua kelenjar yang terletak di kedua sisi uretra. Kelenjar ini mengeluarkan zat untuk melumasi lubang uretra. Zat ini juga berperan sebagai antimikroba. Antimikroba ini digunakan untuk mencegah infeksi saluran

kemih. Fungsi kelenjar Skene belum sepenuhnya dipahami tetapi diyakini sebagai sumber ejakulasi wanita saat adanya gairah seksual.



Gambar 9.3. Genitalia eksterna wanita

Sumber: Moore, *et al.*, 2014

2. Genitalia Interna Wanita

Organ genitalia interna wanita terdiri dari vagina/liang senggama, uterus, tuba uterina dan ovarium^{1,2,5}

Vagina/liang senggama

Vagina merupakan saluran berbentuk seperti tabung elastis dan berotot yang terhubung ke serviks secara proksimal dan meluas ke permukaan luar melalui vulva vestibulum. Pembukaan distal vagina biasanya sebagian ditutupi oleh selaput yang disebut selaput dara/himen. Lubang vagina terletak di posterior lubang uretra. Fungsi vagina adalah untuk berhubungan seksual dan melahirkan. Selama hubungan seksual, vagina bertindak sebagai reservoir pengumpulan air mani sebelum sperma naik ke leher rahim untuk bergerak menuju rahim dan saluran tuba. Selain itu, vagina juga berperan sebagai saluran keluarnya menstruasi.

Uterus (rahim)

Uterus adalah organ reproduksi interna wanita berbentuk seperti buah pir yang terletak dalam panggul antara kandung kemih dan rektum. Dindingnya tebal dan berotot, merupakan tempat bagi janin untuk tumbuh sebelum dilahirkan, memiliki lapisan yang selama masa reproduksi berubah sebagai respons terhadap rangsangan hormon sepanjang siklus bulanan wanita. Berat rata-rata rahim nulipara yang tidak hamil adalah sekitar 40-50 gram. Rahim multipara memiliki berat sedikit lebih besar sekitar 110 gram. Rahim wanita menopause berukuran kecil dan berhenti berkembang serta biasanya memiliki berat yang jauh lebih ringan⁸.

Uterus dapat dibagi menjadi dua bagian: bagian paling bawah adalah leher rahim/serviks, dan sebagian besar organ disebut badan rahim (corpus uteri). Di antara keduanya terdapat suatu daerah penyempitan yang pendek disebut isthmus. Bagian serviks yang menonjol ke dalam vagina bagian atas disebut portio. Uterus disangga di dalam rongga panggul oleh beberapa ligamentum, yaitu ligamentum kardinale, ligamentum sakrouterinum, ligamentum rotundum, ligamentum latum, ligamentum infundibulopelvikum dan ligamentum vesiko uterinum. Dinding rahim terdiri dari 3 lapisan yaitu endometrium, myometrium dan perimetrium.

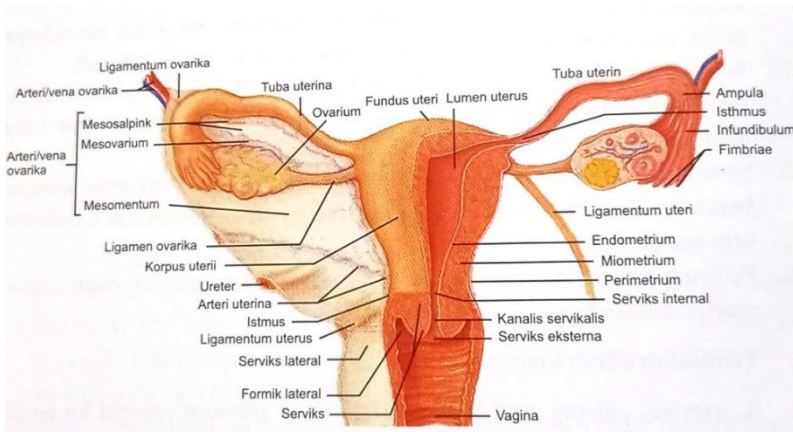
Tuba uterina/Tuba Fallopi

Tuba uterina juga disebut saluran telur atau saluran tuba, adalah saluran kecil yang terhubung dengan ujung kiri dan kanan rahim bagian atas dan kedua ovarium. Fungsi utamanya adalah sebagai saluran tempat berjalannya sperma menuju sel telur yang dilepaskan oleh ovarium, dan kemudian memungkinkan sel telur yang telah dibuahi menempel pada dinding rahim. Masing-masing tuba berukuran panjang sekitar 10 cm dan diameter 1 cm. Tuba uterina mempunyai tiga bagian, bagian pertama yaitu bagian yang paling dekat dengan

rahim, disebut isthmus. Bagian kedua yaitu ampula merupakan bagian tuba dengan diameternya menjadi paling lebar dan merupakan tempat pembuahan, ampula terletak di antara isthmus dan infundibulum. Bagian ketiga yaitu infundibulum, merupakan bagian paling distal dari rahim, memiliki fimbriae atau umbai-umbai seperti jari yang berfungsi untuk menangkap sel telur yang dilepaskan oleh ovarium saat terjadinya ovulasi⁸.

Ovarium/Indung Telur

Ovarium adalah organ yang terletak di sisi kanan dan kiri rahim, di dalam bagian mesovarium di bawah saluran tuba. Ukuran sebenarnya dari ovarium bergantung pada usia dan status hormonal wanita, ovarium memiliki panjang sekitar 3-5 cm selama masa subur dan menjadi jauh lebih kecil dan atrofi setelah menopause. Saat lahir, wanita mempunyai sekitar 1-2 juta telur, namun hanya 300 telur yang matang dan dilepaskan. Ovarium berfungsi menampung dan melepaskan sel telur dan sumber produksi hormon-hormon yang diperlukan untuk reproduksi. Setiap bulan, akan terjadi ovulasi (keluarnya sel telur/ovum), satu folikel akan keluar, kadang-kadang ada dua folikel.



Gambar 9.4. Genitalia interna wanita Sumber: Marieb, 2001

C. SIKLUS MENSTRUASI

Siklus reproduksi wanita merujuk pada serangkaian perubahan fisiologis dan perubahan hormon yang terjadi dalam tubuh seorang wanita sebagai bagian dari persiapan kehamilan. Siklus menstruasi merupakan proses alami pada wanita. Ini adalah siklus kompleks yang dikendalikan oleh hormon wanita yang menyebabkan pendarahan (menstruasi) secara teratur. Siklus menstruasi dihitung dari hari pertama haid hingga hari pertama haid berikutnya. Rata-rata lamanya siklus menstruasi adalah 28 hingga 29 hari, namun siklus setiap wanita berbeda-beda. Misalnya, remaja mungkin memiliki siklus yang berlangsung selama 45 hari, sedangkan wanita berusia 20-30 tahun mungkin memiliki siklus yang berlangsung selama 21 hingga 38 hari. Siklus menstruasi memiliki empat fase: fase menstruasi, fase pra ovulasi/proliferasi, fase ovulasi dan fase pascaovulasi/sekresi^{2,9}.

a. Fase menstruasi

Menstruasi adalah luruhnya dinding endometrium yang terjadi secara periodik apabila tidak adanya kehamilan (bila ovum tidak dibuahi sperma). Fase menstruasi terjadi akibat korpus luteum berhenti memproduksi hormon progesteron dan estrogen sehingga menyebabkan endometrium menjadi nekrotik dan akhirnya luruh. Pada fase ini, luruhnya dinding endometrium akan menyebabkan keluarnya darah dan cairan lendir melalui vagina yang berlangsung selama 3–7 hari.

b. Fase pra ovulasi/proliferasi

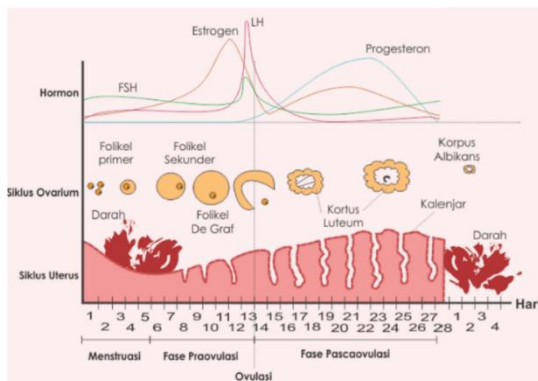
Fase pra ovulasi dimulai pada hari pertama menstruasi dan berlangsung selama 13 hingga 14 hari, berakhir dengan ovulasi. Kelenjar pituitari di otak melepaskan hormon FSH (*Follicle Stimulating Hormone*) untuk merangsang produksi folikel di permukaan ovarium. Folikel primordial akan berkembang dan mengeluarkan hormon steroid, kadar estrogen akan meningkat dan menyebabkan lapisan rahim menebal sebagai persiapan kehamilan.

c. Fase ovulasi

Fase ovulasi atau masa subur adalah fase ketika ovarium melepaskan sel telur yang matang, yang terjadi akibat tingginya kadar estrogen di ovarium menekan sekresi FSH (*Follicle Stimulating Hormone*), kemudian hipofise mensekresi LH (*Luteinizing Hormone*) untuk merangsang pelepasan ovum dari folikel (ovulasi). Sel telur siap dibuahi oleh sperma di saluran tuba fallopi. Namun, jika tidak dibuahi, sel telur tersebut akan mati/degenerasi dalam waktu 24 jam setelah terjadinya fase ovulasi. Fase ovulasi biasanya terjadi pada hari ke 12-14 pada siklus menstruasi.

d. Fase pasca ovulasi/sekresi

Fase ini berlangsung sekitar hari ke 15 hingga hari ke 28. Sel telur meninggalkan ovarium dan mulai berjalan melalui saluran tuba menuju rahim. Tingkat hormon progesteron meningkat mempengaruhi lapisan endometrium, bentuk kelenjar berubah menjadi panjang dan berliku, membesar, melebar, berkelok-kelok dan banyak mengeluarkan getah (sekresi) untuk mempersiapkan lapisan rahim sebagai tempat implantasi zigot jika terjadi kehamilan. Jika kehamilan tidak terjadi, kadar estrogen dan progesteron turun dan lapisan endometrium akan luruh selama menstruasi.



Gambar 9.5. Siklus menstruasi,

Sumber: Siklus menstruasi pada wanita, Siswapedia, 2020¹⁰

D. PROSES FERTILISASI

Proses fertilisasi (pembuahan) adalah proses alami yang terjadi melalui pertemuan/peleburan dua sel gamet yaitu sel sperma dan sel ovum dan bersatu membentuk zigot, lalu berkembang menjadi embrio sebagai cikal bakal pembentukan janin.

Proses fertilisasi terjadi di ampulla tuba fallopi, yang terjadi dalam beberapa tahap, yaitu^{2,11,12,13}:

1. Persiapan Sperma.

Sperma yang diejakulasi belum siap membuahi sel ovum saat masuk ke dalam vagina. Terjadinya pengenceran semen di dalam vagina, sehingga sperma mengalami beberapa perubahan, yang dikenal sebagai kapabilitas. Pada fase ini, kadar kalsium intraseluler sel sperma meningkat, motilitas sperma diaktifkan dan frekuensi pergerakan ekor sperma berubah, antigen permukaan sel sperma hilang sehingga membuat sperma lebih mudah mengikat sel ovum.

2. Pengikatan sel sperma dengan sel ovum

Setelah sel sperma berikatan dengan sel ovum (zona pelucida), spermatozoa mengalami proses eksositosis yang disebut reaksi akrosom. Akibat reaksi akrosom, membran plasma oosit sekunder dan sperma menyatu sehingga isi sperma dapat masuk. Ketika membran plasma sperma berikatan dengan oosit sekunder, membran plasma oosit mengalami depolarisasi, sehingga mencegah masuknya sperma lain ke dalam sel ovum.

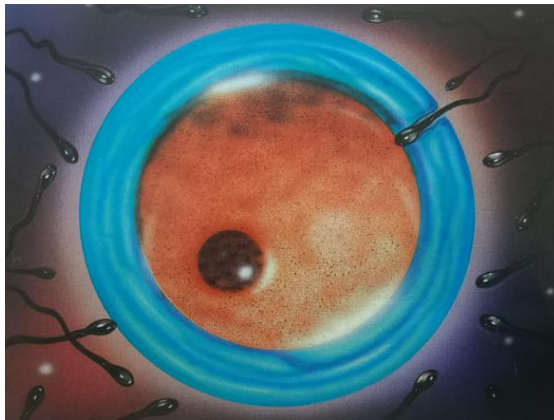
3. Fusi sel sperma dan sel ovum

Setelah sperma menyatu dengan sel ovum, pergerakan ekor sperma berhenti dan dilepaskan dari tubuhnya. Pada proses ini, sperma membutuhkan protein PH-30 yang disebut Fertilin untuk meleburkan dua membran pada sel ovum dan sperma. Akibatnya inti sperma masuk ke dalam sitoplasma ovum, inti sperma mengalami serangkaian perubahan, kepala sperma yang mengandung nukleus terlepas dari seluruh sperma dan

dikenal sebagai pronukleus pria. Inti sel ovum dikenal sebagai pronukleus wanita. Pronukleus pria dan wanita menyatu dan membran inti keduanya mengalami degenerasi. Penggabungan (fusi) kromosom pronukleus pria dan wanita disebut karyogami. Setelah sel sperma dan sel ovum melebur menjadi satu maka terjadilah pembuahan atau fertilisasi dan terbentuklah zigot.

4. Aktivasi Ovum

Aktivasi ovum adalah reaksi/respon ovum terhadap pembuahan yang telah dilakukan oleh sel sperma. Reaksi pertama setelah terjadinya pembuahan adalah ovum akan melakukan upaya agar tidak terjadinya polispermi (pembuahan lebih dari satu sel sperma). Setelah pembuahan terjadi, sel mulai membelah, tumbuh dan berkembang dalam waktu 24 jam di tuba falopi, struktur sel yang membelah ini disebut dengan zigot dan tumbuh sebagai embrio. Embrio berkembang dan mengalami berbagai tahapan, dalam waktu 5-10 hari, embrio bergerak menuju rahim dan menempel pada lapisan endometrium rahim. Proses pelekatan ini disebut juga implantasi.



Gambar 9.6. Proses Fertilisasi
Sumber: Keajaiban Kehidupan, 1996¹⁴

E. RANGKUMAN

Sistem reproduksi pria dan wanita memiliki perbedaan dalam fungsi dan struktur organ-organ yang terlibat. Sistem reproduksi pria berperan untuk memproduksi sperma, serta mengantarkan sperma untuk membuahi ovum. Sistem reproduksi wanita berperan untuk memproduksi ovum dan menyediakan tempat (rahim) untuk pertumbuhan janin selama kehamilan.

F. TES FORMATIF

1. Bagian dari genitalia pria yang berfungsi menyimpan sperma yang diproduksi oleh testis dan mengangkutnya menuju saluran sperma selama ejakulasi adalah.....
 - a. Testis
 - b. Epididimis
 - c. Vas deferens
 - d. Vesikula seminalis
 - e. Duktus ejakulatorius
2. Bagian dari genitalia pria yang berbentuk seperti kerucut, mengandung pembuluh darah dan saraf, merupakan bagian yang paling sensitif adalah
 - a. Akar penis
 - b. Badan penis
 - c. Glans penis
 - d. Korona
 - e. Uretra
3. Kelenjar prostat adalah kelenjar kelamin pria yang berfungsi untuk....
 - a. Menyimpan sperma yang diproduksi oleh testis
 - b. Menghasilkan cairan pelumas selama fase ejakulasi
 - c. Membawa sperma yang dikeluarkan selama ejakulasi
 - d. Menghasilkan enzim untuk keberlangsungan hidup sperma
 - e. Menghasilkan fruktosa untuk mendukung motilitas sperma

4. Organ genitalia wanita yang berfungsi mengeluarkan lendir sebagai pelumas saat berhubungan intim adalah....
 - a. Mons pubis
 - b. Labia mayora
 - c. Klitoris
 - d. Kelenjar Skene
 - e. Kelenjar Bartholin
5. Bagian tuba yang memiliki diameter paling lebar, merupakan tempat terjadinya pembuahan adalah...
 - a. Isthmus
 - b. Ampula
 - c. Interstitialis
 - d. Fimbriae
 - e. Infundibulum
6. Bagian serviks yang menonjol ke dalam vagina bagian atas disebut....
 - a. Isthmus
 - b. Portio
 - c. Forniks
 - d. Rugae
 - e. Klitoris
7. Terjadinya penebalan endometrium pada fase proliferasi dipengaruhi oleh....
 - a. FSH
 - b. LH
 - c. Estrogen
 - d. Progesteron
 - e. Oksitosin
8. Hormon yang menyebabkan lapisan endometrium mengeluarkan getah/sekresi untuk mempersiapkan lapisan rahim dalam proses implantasi zigot adalah....
 - a. FSH
 - b. LH
 - c. Estrogen
 - d. Progesteron
 - e. Oksitosin
9. Proses pelekatan embrio pada lapisan endometrium disebut...
 - a. Kapasitasi
 - b. Implantasi
 - c. Fertilisasi
 - d. Fusi
 - e. Karyogami
10. Aktivasi ovum adalah reaksi ovum terhadap pembuahan yang telah dilakukan oleh sel sperma dalam bentuk....
 - a. Meningkatkan motilitas sperma
 - b. Mencegah terjadinya polispermi
 - c. Membantu terjadinya pembelahan sel

- d. Penggabungan kromosom pria dan wanita
- e. Mempersiapkan keadaan rahim untuk implantasi

G. LATIHAN

1. Sebutkan genitalia interna pada wanita beserta fungsinya!
2. Jelaskan tentang proses terjadinya fertilisasi!

DAFTAR PUSTAKA

- Benarroch EE. 2007. Thermoregulation: recent concept and remaining questions. Neurology. Elsevier. Singapura
- Boyke Mulyana, Yadi Sunardi. 2008. Biomekanika Olahraga. Bahan Ajar pada Diklat PLPG Program Sertifikasi Profesi Guru Penjas Rayon X – Prov. Jawa Barat
- Hall, John E., and Arthur C. Guyton. 2014. Fisiologi Kedokteran. Edisi Duabelas. Alih Bahasa Ermita Isfandiary Ibrahim Ilyas. Saunders Elsevier. Singapura.
- Hidayat, A. Aziz Alimul. 2016. Buku Ajar Ilmu Keperawatan Dasar. Salemba Medika. Jakarta
- Morrison SF, Nakamura K, Madden CJ. 2008. Central Control of Thermogenesis in Mamals. Elsevier. Singapura
- Ping, M. F., Sianturi, S., & Anasis, A. M. (2022). Ilmu Biomedik Dasar. Pekalongan: Pt. Nasya Expanding Management (NEM).
- Potter, Patricia A., dan Perry, Anne G. 2010. Fundamental Of Nursing. Elsevier. Singapura.
- Ramonovsky, AA. 2007. Thermoregulation: Some concepts have change. Functional Architecture of the thermoregulatory system. Am J Physiol Regul Interg Comp Physiol.
- Silverthorn, Dee Unglaub, et all. 2012. Fisiologi Manusia (Sebuah Pendekatan Terintegrasi). Edisi 6. Alih Bahasa Staf Pengajar Departemen Fisiologi Kedokteran FKUI. EGC. Jakarta

- Syaifuddin, (2009) Fisiologi Tubuh Manusia untuk Mahasiswa Keperawatan, Salemba Medika Jakarta
- Tinungki, Yeanneke Liesbeth, et all. 2023. Buku Ajar Ilmu Biomedik Dasar. PT. Sonpedia Jambi.
- Tortora, G. J. & Derrickson, B. (2009). Principles of Anatomy & Physiology. USA: John Wiley & Sons. Inc.
- Álvarez-López, H., Ruiz-Gastélum, E., & Díaz-Aragón, A. (2021). Knowing the basic mechanisms of lipid metabolism. Cardiovascular and Metabolic Science, 32(53), 147–152. <https://doi.org/10.35366/100786>
- Arnold, P. K., & Finley, L. W. S. (2023). Regulation and function of the mammalian tricarboxylic acid cycle. Journal of Biological Chemistry, 299(2), 102838. <https://doi.org/10.1016/j.jbc.2022.102838>
- Aronoff, S. L., Berkowitz, K., Shreiner, B., & Want, L. (2004). Glucose Metabolism and Regulation: Beyond Insulin and Glucagon. Diabetes Spectrum, 17(3), 183–190. <https://doi.org/10.2337/diaspect.17.3.183>
- Chan, H. S., & Lukacs, G. L. (2010). Biochemistry and Cell Biology: Introduction. Biochemistry and Cell Biology, 88(2), 15–60. <https://doi.org/10.1139/O09-911>
- Chandel, N. S. (2021). Carbohydrate metabolism. Cold Spring Harbor Perspectives in Biology, 13(1), 1–15. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a040568>
- Dissanayake, T., Sun, X., Abbey, Lord, & Bandara, N. (2022). Recent advances in lipid-protein conjugate-based delivery systems in nutraceutical, drug, and gene delivery. Food

- Hydrocolloids for Health, 2(October 2021), 100054.
<https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2022.100054>
- Engwa Azeh Godwill. (2016). Biochemistry of Living Organisms: The Genesis. Basic Biochemistry, 5(1), 1–22.
- Manjula, S. (2011). Biochemistry and Nutrition For BSC Nursing (First Edit). Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.
- Nadiyah, S., Hastuti, P., & Sunarti, S. (2021). Beet (*Beta vulgaris*) suppressed gene expression and serum fatty acid synthase in high fat and fructose-induced rats. Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences, 9, 303–307.
<https://doi.org/10.3889/oamjms.2021.6045>
- Pasini, E., Corsetti, G., Aquilani, R., Romano, C., Picca, A., Calvani, R., & Dioguardi, F. S. (2018). Protein-amino acid metabolism disarrangements: The hidden enemy of chronic age-related conditions. Nutrients, 10(4), 1–11.
<https://doi.org/10.3390/nu10040391>
- Song, Z., Xiaoli, A. M., & Yang, F. (2018). Regulation and metabolic significance of De Novo lipogenesis in adipose tissues. Nutrients, 10(10), 1–22. <https://doi.org/10.3390/nu10101383>
- Strable, M., & Ntambi, J. (2010). Genetic control of de novo lipogenesis. Biochem Mol Biol, 45(3), 199–214.
<https://doi.org/10.3109/10409231003667500>.Genetic
- Usman, J., & Garba, N. A. (2023). Introduction to Chemistry of Biomolecules. August.
<https://www.researchgate.net/publication/373237702>
- Yoon, H., Shaw, J. L., Haigis, M. C., & Greka, A. (2021). Lipid metabolism in sickness and in health: Emerging regulators of

lipotoxicity. *Molecular Cell*, 81(18), 3708–3730.
<https://doi.org/10.1016/j.molcel.2021.08.027>

Yoshimi, N., Futamura, T., Kakumoto, K., Salehi, A. M., Sellgren, C. M., Holmén-Larsson, J., Jakobsson, J., Pålsson, E., Landén, M., & Hashimoto, K. (2016). Blood metabolomics analysis identifies abnormalities in the citric acid cycle, urea cycle, and amino acid metabolism in bipolar disorder. *BBA Clinical*, 5, 151–158. <https://doi.org/10.1016/j.bbacli.2016.03.008>

Hall, J.E. and Hall, M.E., 2020. *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology e-Book*. Elsevier Health Sciences.

Lumb, A.B. and Thomas, C.R., 2020. *Nunn's Applied Respiratory Physiology eBook*. Elsevier Health Sciences.

Pearce, E.C., 2016. *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*. PT Gramedia Pustaka Utama.

Sherwood, L., 2015. *Human Physiology : From Cells to Systems*. Cengage learning.

Silverthorn, D.U., 2015. *Human Physiology*. Jones & Bartlett Publishers.

Taylor, A.W. ed., 2021. *Physiology Of Exercise And Healthy Aging*. Human Kinetics.

Widmaier, E., Raff, H. and Strang, K.T., 2022. *Vander's Human Physiology*. McGraw-Hill US Higher Ed USE.

Muliana GH, Agung Setiyadi, Halisah Suriani, 2023. *Anatomi Dan Fisiologi Tubuh Manusia*. Padang : Get Press Indonesia.

- Mustika Pramestiyani, Yeni Aardani, Swastika Oktavia, 2022. Anatomi Fisiologi. Padang : Global Eksekutif Teknologi
- Sri Untari, Meity Mulya Susanti, Nurul Kodiyah, 2023. Buku Ajar Anatomi dan Fisiologi. Pekalongan : Penerbit NEM.
- Evelyn C.Pearce 2012, Anatomi & Fisiologi untuk Paramedis, cetakan ke 38. Gramedia Jakarta
- Ganong William F 2003 , REVIEW of MEDICAL PHYSIOLOGY 21st Ed.McGraw – Hill Companies ,San Francisco
- Guyton Arthur C 2007, Buku ajar Fisiologi Kedokteran EGC Jakarta
- Ross dan Wilsin 2017, Dasar-dasar Anatomi Fisiologi, Elsevier
- Syaifuddin 2006 , ANATOMI FISILOGI untuk mahasiswa keperawatan EGC Jakarta
- Asikin., dkk (2020). Keperawatan Medikal Bedah : Sistem Kardiovaskuler. Jakarta: Erlangga.
- Fikriana, Riza. (2018). Sistem Kardiovaskuler. Yogyakarta: Deepublish
- Kasron (2016). Buku Ajar Keperawatan Sistem Kardiovaskuler. CV Trans Info Media
- Muttaqin, Arif. (2012). Buku Ajar Asuhan keperawatan Klien dengan Gangguan Sistem Kardiovaskuler dan Hematologi. Salemba Medika
- Chalik, R. 2016. Anatomi fisiologi manusia. Jakarta: Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.

- Fredic, Martini and Edwin F. Bartholomew. 2020. Essential of anatomy & physiology 8th ed. Pearson Education
- Paulsen F. & J. Waschke. 2019. Sobotta Clinical Atlas of Human Anatomy. 1st edition. English-Urban & Fischer
- Rizzo, D. C. 2015. Fundamentals of anatomy and physiology. 4th edition. Cengage Learning
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. 2020. Principles of anatomy and physiology. 16th edition. John Wiley & Sons.
- Arini, L. D. D., Widyaningrum, L., Wulandari, R. M., & CInta, P. P. R. (2021). Buku Ajar Sistem Muskuloskeletal. Penerbit Pustaka Rumah CInta.
<https://books.google.co.id/books?id=JzpCEAAAQBAJ>
- Cindy, A. (2018). Modul Ajar Ilmu Biomedik Dasar I. 1–122.
- Helwig, N. E., Hong, S., & Hsiao-wecksler, E. T. (2017). ANATOMI FISILOGI.
- KEDOKTERAN, F. (2020). Panduan Belajar Blok Sistem Kardiovaskuler Respirasi & Hematologi Fakultas Kedokteran Universitas Ahmad Dahlan. 111.
- Ross. (2014). Dasar dasar anatomi dan fisiologi.
- See, A. (2016). Abandonment, 281 ABCX Family Crisis Model, 378, 378f Abuse elder. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-06776-8.00041-4>
- Therapy, C., Gordon, V., Meditation, C., VanRullen, R., Myers, N. E., Stokes, M. G., Nobre, A. C., Helfrich, R. F., Fiebelkorn, I. C., Szczepanski, S. M., Lin, J. J., Parvizi, J., Knight, R. T.,

- Kastner, S., Wyart, V., Myers, N. E., Summerfield, C., Wan-ye-he, L. I., Yue-de, C. H. U., ... No, S. (2018). MODUL PERTEMUAN VIII, FI.
- Datta, A. K. 2010. Principles of general anatomy (6th ed., pp. 221–231). Kolkata: Current Books International.
- Kalangi, Sonny J. R. 2013. Histofisiologi Kulit. Jurnal Biomedik. Vol 5 (3): 512-20.
- Mescher AL. 2010. Junqueira's Basic Histology Text & Atlas. New York: McGraw Hill Medical.
- Mescher, A. L. (2013). Junqueira's basic histology: Text and atlas (13th ed., pp. 364–384). New York: McGraw- Hill Education.
- Nguyen Alan V. & Soulika Athena M. 2019. The Dynamics of the Skin's Immune System. Int. J. Mol. Sci. 20 (8) : 1 - 53. doi:10.3390/ijms20081811
- Pawlina, W. (2016). Histology: A text and Atlas (7th ed., pp. 488–511). Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Lapisan Epidermis Kulit.
<https://www.psychologymania.com/2012/11/lapisan-epidermis-kulit.html>. Dikunjungi 24 November 2023
- Standring, S. (2016). Gray's anatomy: The anatomical basis of clinical practice (41st ed., pp. 141–157). Edinburgh: Elsevier.
- Yousef H, Alhadj M, Sharma S. 2022. Anatomy, Skin (Integument), Epidermis. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL), PMID: 29262154

- Zhang Chenlu, Merana Geil R, Harris-Tryon Tamia, Scharschmidt Tiffany C. 2022. Skin immunity: dissecting the complex biology of our body's outer barrier. Vol. 15 :551–561; <https://doi.org/10.1038/s41385-022-00505-y>
- Widowati H, Rinata E. Buku Ajar Anatomi. 1st ed. Hanum SMF, editor. Sidoarjo, Jawa Timur; 2020. 133–139 p.
- Wahyuningsih HP, Kusmiyati Y. Bahan Ajar Kebidanan Anatomi Fisiologi. 1st ed. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan Badan Pengembangan Dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan; 2017. 176–213 p.
- Rusbandi S. Anatomi dan Tubuh Manusia Untuk Paramedis. Supriatna A, editor. Jakarta: Penerbit in Media; 2013. 163–170 p.
- Tortora GJ, Nielsen M. Principles of Human Anatomy. 15th ed. New York, Amerika: John Wiley & Sons : New York., 2012; 2012. 922 p.
- Syaifuddin. Anatomi Fisiologi Kurikulum Berbasis Kompetensi. 2012th ed. Ester M, editor. Jakarta; 2012. 574–600 p.
- Sumastri HD. Buku Ajar Anatomi Untuk Mahasiswa Kebidanan [Internet]. 1st ed. CV.Feniks Muda Sejahtera, Anggota IKAPI; 2022. 29 p. Available from: https://www.google.co.id/books/edition/BUKU_AJAR_ANATOMI_UNTUK_MAHASISWA_KEBIDA/B2JIEAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=sistem+reproduksi+buku+kebidanan&pg=PR5&printsec=frontcover
- Nguyen J., Duong H. Anatomy, Abdomen and Pelvis: Female External Genitalia. In: Natinal Library of Medicine [Internet].

StatPearls Publishing LLC.; 2023. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK547703/#:~:text=The vulva is the global,%2C urethra%2C and vaginal opening.>

Miranda AM. Female Reproductive Organ Anatomy. 2018.

Azzura F, Fajria L, Wahyu W. Siklus Menstruasi Pada Kualitas Tidur. Wahyu W, editor. Indramayu, Jawa Tengah: Penerbit Adab; 2023. 41 p.

Lestari D. Siklus Menstruasi Pada Wanita [Internet]. 2020. Available from: <https://www.siswapedia.com/siklus-menstruasi-pada-wanita/>

Grundersen G. Fertilization [Internet]. p. 1–10. Available from: [file:///D:/01 Personal/BUKU KESEHATAN REPRODUKSI/Chapt1-Fertilization.pdf](file:///D:/01%20Personal/BUKU%20KESEHATAN%20REPRODUKSI/Chapt1-Fertilization.pdf)

SILOAM HOSPITALS. Pahami Pengertian Fertilisasi (Pembuahan) dan Tahapan Prosesnya [Internet]. 2023 [cited 2023 Nov 11]. Available from: <https://www.siloamhospitals.com/informasi-siloam/artikel/apa-itu-fertilisasi>

BY JU'S Biology. Fertilization And Implantation [Internet]. 2023. Available from: <https://byjus.com/biology/fertilization-and-implantation/>

Lukmanto P, editor. Keajaiban Kehidupan. Jakarta; 1996. 4–19 p.

TENTANG PENULIS



Nur Chabibah, M.Si.

Penulis dilahirkan di Kabupaten Gresik pada Tanggal 16 Oktober 1983. Anak ke-tiga dari pasangan Bapak Asykuri dan Ibu Futicha (Alm). Setelah lulus SMA penulis melanjutkan pendidikan di S1 Fisika Universitas Brawijaya Malang, mengambil peminatan Biofisika dan Fisika Medis.

Tahun 2014 penulis di wisuda sebagai Master of Sains dari Universitas Brawijaya Malang dengan jurusan dan peminatan yang sama seperti saat Strata 1. Saat ini penulis bekerja sebagai Dosen Tetap di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Hang Tuah Surabaya. Di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Hang Tuah Surabaya penulis mengampu mata kuliah Ilmu Biomedik Dasar, Ilmu Dasar Keperawatan, Kesehatan Penyelaman dan Hiperbarik.

Email Penulis : nhbienajah@gmail.com



Salma Nadiyah, S.Si., M.Biomed.

Seorang Penulis dan Dosen Prodi Teknologi Bank Darah Politeknik Bina Transfusi Darah Semarang. Lahir di Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta pada tanggal 10 April 1995. Penulis merupakan anak kedua dari lima bersaudara dari pasangan bapak Bektu Joko Wahono, S.E dan Ibu Sri Endah Puji Lestari, S.Ag. Pendidikan program Serjana (S1) di Universitas Negeri Yogyakarta Prodi Biologi dengan topik skripsi

Biologi Manusia, Gizi dan Biokimia dan menyelesaikan program

Pascasarjana (S2) di Universitas Gadjah Mada Prodi Magister Ilmu Biomedis dengan konsentrasi Biokimia dan Biologi Molekuler.



Nisha Dharmayanti Rinarto, S. Kep., Ns., M. Si

Seorang Penulis dan Dosen Prodi S1 Keperawatan Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Hang Tuah Surabaya. Lahir di Surabaya, 6 Maret 1988. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan ayah dan ibu yang luar biasa. Saat ini beliau telah memiliki seorang suami dan 2 orang anak. Beliau menamatkan pendidikan Sarjana Keperawatan dan Ners pada tahun 2011 di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Hang Tuah Surabaya, dan Magister of Sains di Program Pascasarjana Ilmu Kedokteran Dasar Peminatan Ilmu Faal pada tahun 2015 di Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga.



Suryati, S.Kep., M.Kep., Ns., Sp.Kep.An

Seorang Dosen Prodi S1 Keperawatan STIKES Garuda Putih Jambi. Lahir di Padang, 27 Juni 1982. Penulis menamatkan pendidikan program Sarjana (S1) Keperawatan dan Ners di Universitas Andalas dan menyelesaikan program Pasca Sarjana (S2) Keperawatan dan spesialis Keperawatan anak di Universitas Indonesia. Buku yang pernah ditulis asuhan keperawatan pada anak dengan kelainan kongenital manajemen pasien safety, buku ajar keperawatan maternitas dan metodologi keperawatan, kebutuhan dasar manusia dan buku ajar farmakologi.



Ns. Erlin Ifadah.,M.Kep.Sp.Kep.M.B

Penulis dan Dosen Tetap Prodi Ilmu Keperawatan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Respati Indonesia Jakarta. Lahir di Tegal Jawa Tengah, 10 Januari 1980. Penulis merupakan anak ketiga dari lima bersaudara dari pasangan (Alm) bapak Jundari dan Ibu Siti Najiyah. Pendidikan Sekolah Perawat Kesehatan di RSPAD Gatot Soebroto Jakarta, program Diploma (D3) Keperawatan di Poltekkes Jakarta III, Sarjana Keperawatan (S1) dan Profesi Ners di Universitas Muhammadiyah Jakarta dan menyelesaikan Magister Keperawatan (S2) dan Magister Spesialis Keperawatan di Universitas Indonesia kota Depok Jawa Barat. Penulis mempunyai pengalaman kerja sebagai perawat di RS. Setia Mitra, RS Pondok Indah, Klinik Cipete, Jakarta dan *Seremban Specialist Hospital*, Malaysia. Area kerja meliputi perawatan umum, Instalasi Gawat Darurat, *Intensive Care Unit* (ICU) dan *Intensive Coronary Care Unit* (ICCU). Penulis sebagai pengampu mata kuliah sistem kardiovaskuler dan keperawatan gawat darurat. Aktif di organisasi Persatuan Perawat Nasional Indonesia serta sebagai instruktur BTCLS sampai dengan sekarang.



Apt. I Gede Edy Sagitha, S.Farm., M.Farm.Klin

Seorang penulis dan dosen tetap Prodi Farmasi Klinik dan Komunitas, Institut Teknologi dan Kesehatan Bali. Lahir di Singaraja, 08 Desember 1991, Bali. Penulis menyelesaikan Pendidikan program Sarjana (S1) dan profesi (apt.) di Prodi Pendidikan Apoteker dan Pasca Sarjana (S2) Prodi Magister Farmasi Klinis di Fakultas Farmasi

Universitas Airlangga, Surabaya. *Buku Ajar Ilmu Biomedik Dasar* merupakan buku pertama yang penulis hasilkan selama menjalani profesi dosen. Semoga kedepannya penulis menghasilkan karya yang lebih baik lagi.



Ns. Inong Sri Rahayu, S.Kep.,M.Kep.

Seorang penulis dan dosen tetap STIKes Muhammadiyah Lhokseumawe. Inong Sri Rahayu Lahir di Banda Aceh, 21 Januari 1983. Penulis merupakan anak ke-enam dari enam bersaudara dari pasangan bapak Almarhum Drs, Jauhari Ishak dan Ibu Djamilah. Pendidikan program Sarjana (S1) Universitas Syahkuala Prodi Ilmu Keperawatan dan menyelesaikan program Pasca Sarjana (S2) di Universitas Syahkuala prodi Magister Keperawatan. Buku yang telah ditulis dan terbit berjudul *Panduan Praktik Lapangan Keperawatan Anak*. *Penulis juga banyak melakukan kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat serta membimbing praktik mahasiswa di berbagai Rumah Sakit , Puskesmas, dan Komunitas atau desa.*



Dr. Dharmawaty M. Taher, S.Pd.,M.Si

Seorang penulis dan dosen tetap Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Khairun. Lahir di Ternate, 26 November 1973 Maluku Utara. Penulis merupakan anak pertama dari lima bersaudara dari pasangan bapak Alm. Hi. Zainal M. Taher dan Ibu Hj Farida. Pendidikan program Sarjana (S1) Universitas Khairun Prodi Pendidikan Biologi dan menyelesaikan program Pasca Sarjana (S2) di Institut

Pertanian Bogor prodi Ekologi, Sumberdaya Hayati dan Produk Alami, serta menyelesaikan Pendidikan Doktor (S3) di Institut Pertanian Bogor, Program Studi Biosains Hewan.



Erina Windiany, S.S.T., M.K.M.

Seorang Bidan dan dosen di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Budi Kemuliaan pada Program Studi Profesi Bidan. Lahir di Jakarta, 26 Juli 1981, merupakan anak ke-empat dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Wendie Nurzaman dan Ibu Nurhanifah. Lulus pendidikan Diploma Tiga Kebidanan Akademi Kebidanan Budi Kemuliaan pada tahun 2002, lulus pendidikan Diploma Empat Progam Pendidik Bidan di Poltekkes Jakarta III pada tahun 2010, dan menyelesaikan program Pasca Sarjana (S2) di Universitas Muhammadiyah Profesor DR. Hamka program studi Ilmu Kesehatan Masyarakat tahun 2014. Selain sebagai dosen, penulis juga sebagai pelatih di RS Budi Kemuliaan, aktif pada forum Pusat Informasi dan Konseling Remaja (PIK-R) STIK Budi Kemuliaan, serta aktif terlibat dalam kegiatan organisasi profesi Ikatan Bidan Indonesia Jakarta.

Penerbit :

PT. Sonpedia Publishing Indonesia

Buku Gudang Ilmu, Membaca Solusi
Kebodohan, Menulis Cara Terbaik
Mengikat Ilmu. Everyday New Books

SONPEDIA.COM
PT. Sonpedia Publishing Indonesia

Redaksi :

Jl. Kenali Jaya No 166

Kota Jambi 36129

Tel +6282177858344

Email: sonpediapublishing@gmail.com

Website: www.buku.sonpedia.com