

Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia



PENULIS :

**Daniel Suranta Ginting, Ririn Indriani,
Neta Ayu Andera, Eny Sendra, Dewi Sartiya Rini,
Erni Setiyorini, Kartini, Titik Juwariah,
Vivin Kusumaningrum, Milasari,
Prishilla Sulupadang**

ANATOMI FISILOGI TUBUH MANUSIA

**Daniel Suranta Ginting
Ririn Indriani
Neta ayu andera
Eny Sendra
Dewi Sartiya Rini
Erni Setiyorini
Kartini
Titik Juwariah
Vivin Kusumaningrum
Milasari
Prishilla Sulupadang**



PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

ANATOMI FISILOGI TUBUH MANUSIA

Penulis :

Daniel Suranta Ginting
Ririn Indriani
Neta ayu andera
Eny Sendra
Dewi Sartiya Rini
Erni Setiyorini
Kartini
Titik Juwariah
Vivin Kusumaningrum
Milasari
Prishilla Sulupadang

ISBN : 978-623-8004-23-2

Editor : Mila Sari, S.ST, M.Si

Rantika Maida Sahara, S.Tr.Kes.

Penyunting : Aulia Syaharani, S.Tr.Kes.

Desain Sampul dan Tata Letak : Handri Maika Saputra, S.ST

Penerbit : PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jl. Pasir Sebelah No. 30 RT 002 RW 001
Kelurahan Pasie Nan Tigo Kecamatan Koto Tangah
Padang Sumatera Barat

Website : www.globaleksekuatifteknologi.co.id

Email : globaleksekuatifteknologi@gmail.com

Cetakan pertama, September 2022

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa. Atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Buku Hasil Kolaborasi bertema “Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia” dengan tepat waktu.

Buku kolaborasi ini disusun atas kerjasama antar sesama penulis yang berasal dari berbagai latar belakang profesi dan lintas daerah di seluruh Indonesia. Selain itu, buku kolaborasi dapat menjadi wadah untuk menyatukan berbagai gagasan dan pemikiran dari seorang pakar atau ahli dari seluruh Indonesia dan menjadikan media silaturahmi akademik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman penulis dan penerbit. Ucapan terima kasih juga disampaikan pada keluarga yang telah mendukung dan semua pihak yang terlibat dalam membantu menyelesaikan buku ini.

Penulis, 2022

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB 1 KONSEP DASAR KOMPOSISI TUBUH MANUSIA	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Pengertian Anatomi Dan Fisiologi.....	2
1.3 Hubungan Antara Anatomi Dan Fisiologi Anatomi Dan Fisiologi	2
1.4 Anatomi mikroskopis.....	3
1.5 Fisiologi	4
1.6 Sel	5
1.7 Jaringan	7
1.8 Sistem Organ dalam Tubuh	8
BAB 2 KONSEP DASAR ANATOMI DAN FISILOGI SERTA ISTILAH DASAR ANATOMI	14
2.1 Pendahuluan	14
2.2 Devinisi anatomi fisiologi	14
2.3 Pengelompokkan di bidang anatomi fisiologi	15
2.4 Istilah dalam anatomi fisiologi.....	15
2.5 Arah gerakan.....	17
2.6 Istilah dan posisi anatomi.....	22
2.7 Nomenklatur yang berkaitan dengan anatomi	24
2.8 Rongga pada sistem tubuh manusia	25
2.9 Tingkatan dalam tubuh manusia	26
2.10 Beberapa sistem organ tubuh manusia.....	26
BAB 3 SISTEM MUSKULELETAL	29
3.1 Pengertian Sistem muskuloskeletal	29
3.2 Sistem Muskuler	30
3.3 Sistem Skeletal/Rangka.....	35
BAB 4 ANATOMI FISILOGI ENDOKRIN DAN GLAND ENDOKRIN	54
4.1 Pendahuluan	54
4.2 Definisi Gland Endokrin.....	55
4.3 Tipe Dan Fungsi Kelenjar Endokrin.....	55
4.3.1 Tipe Kelenjar Endokrin	55

4.3.2 Fungsi Kelenjar Endokrin	55
4.3.3 Fungsi Hormon	55
4.4 Jenis- Jenis Kelenjar Dalam Sistem Endokrin.....	56
BAB 5 SISTEM LIMFATIK.....	64
5.1 Pendahuluan	64
5.2 Sistem Limfatik.....	64
5.2.1 Pembuluh Limfe	65
5.2.2 Nodus Limfatik.....	67
5.2.3 Limpa	68
5.2.4 Kelenjar Timus	69
5.2.5 Tonsil.....	70
5.3 Mekanisme pertahanan tubuh	71
5.3.1 Imunitas	71
5.3.2 Imunitas Seluler dan Humoral.....	72
BAB 6 ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM URINARIA.....	74
6.1 Pendahuluan	74
6.2 Anatomi Sistem Urinaria.....	74
6.2.1 Ginjal.....	74
6.2.2 Ureter.....	78
6.2.3 Kandung Kemih	79
6.2.4 Uretra.....	80
6.3 Fisiologi Sistem Urinaria	81
6.4 Proses Miksi (Rangsangan Berkemih).....	82
6.5 Faktor yang Mempengaruhi Berkemih	85
BAB 7 ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM REPRODUKSI	
WANITA DAN PRIA.....	88
7.1 Definisi.....	88
7.2 Sistem Reproduksi Wanita.....	88
7.2.1 Genetalia Eksternal Wanita	88
7.2.2 Genetalia Internal Wanita.....	95
7.3 Sistem Reproduksi Pria.....	99
7.3.1 Genetalia Eksternal Pria	99
7.3.2 Genetalia Eksternal Pria	101
BAB 8 ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM PERNAFASAN	107
8.1 Pendahuluan	107
8.2 Pengertian	107
8.3 Anatomi Sistem Pernafasan	107
8.4 Fisiologi Sistem Pernafasan.....	112

8.5 Kendali Sistem Pernafasan	117
8.6 Volume udara pernafasan	118
8.7 Frekuensi Pernafasan	119
8.8 Gangguan Pada Sistem Pernafasan	120
BAB 9 ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM PENCERNAAN.....	123
9.1 Pengertian Anatomi dan Fisiologi	123
9.2 Anatomi Sistem Pencernaan.....	123
9.3 Fisiologi Sistem Pencernaan	132
9.4 Penyakit dan Cara Pencegahan Gangguan pada Sistem Pencernaan.....	133
BAB 10ANATOMI FISILOGI PADA SISTEM PERKEMIHAN/ URINARIA	136
10.1 Pendahuluan	136
10.2 Ginjal	137
10.3 Ureter	138
10.4 Vesika Urinaria (Bledder).....	139
10.5 Uretra	140
10.6 Proses Pembentukan Urine.....	141
10.7 Karakteristik Urine	142
10.8 Mekanisme Pengeluaran Urine	143
BAB 11 PROSES METABOLISME	145
11.1 Pendahuluan	145
11.2 Metabolisme Karbohidrat	145
11.2.1 Proses Metabolisme Karbohidrat.....	145
11.2.2 Gangguan Metabolisme Karbohidrat	151
11.3 Metabolisme Protein.....	152
11.3.1 Proses Metabolisme Protein.....	152
11.3.2 Gangguan Metabolisme Protein	154
11.4 Metabolisme Lemak.....	154
11.4.1 Proses Metabolisme Lemak.....	154
11.4.2 Gangguan Metabolisme Lemak	156
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 : <i>Organs Of The Human Body</i>	5
Gambar 1.3 : <i>Diagram Of A Typical Mammalian Cell</i>	6
Gambar 2.1 : Pembagian Bidang Tubuh	16
Gambar 2.2 : Gerak Sendi Di Bidang Sagittal	17
Gambar 2.3 : Gerak Sendi Bidang Frontal	19
Gambar 2.4 : Gerak Sendi Segmen Transverse	20
Gambar 2.5 : Gerakan Sendi Tubuh Gabungan (Multiplanar)	21
Gambar 3.1 : Otot Jantung, Otot Rangka, Dan Otot Polos	31
Gambar 3.2 : Otot Jantung	33
Gambar 3.3 : Tulang, Tendon, Ligamen Dantulang Rawan	35
Gambar 3.4 : Struktur Tulang	37
Gambar 3.5 : Tulang Rawan	38
Gambar 3.6 : Mikroskopis Tulang Sejati	39
Gambar 3.7 : Tulang Kompak	40
Gambar 4.1 : Hypothalamus	56
Gambar 4.2 : Kelenjar Pituitari	57
Gambar 4.3 : Hipofisis	58
Gambar 4.4 : Kelenjar Epifisis	60
Gambar 4.5 : Kelenjar Suprarenalis	61
Gambar 4.6 : Kelenjar Endokrin	62
Gambar 5.1 : Bagian Utama Sistem Limfatik	65
Gambar 5.2 : Pembuluh Limfe	66
Gambar 5.3 : Struktur Nodus Limfatik	67
Gambar 5.4 : Limpa	68
Gambar 5.5 : Kelenjar Timus	69
Gambar 5.6 : Tonsil	70
Gambar 5.7 : Jenis Tonsil	70
Gambar 6.1 : Anatomi Ginjal	75
Gambar 6.2 : Anatomi Nefron	77
Gambar 6.3 : Struktur Nefron	77
Gambar 6.4 : Vaskularisasi Ginjal	78
Gambar 6.5 : Anatomi Kandung Kemih Dan Uretra Pria	79
Gambar 6.6 : Anatomi Kandung Kemih Dan Uretra Wanita	80
Gambar 6.7 : Pengaturan Pembentukan Urin	82
Gambar 6.8 : Refleks Miksi	83
Gambar 6.9 : Refleks Berkemih Pada Anak	84
Gambar 6.10 : Refleks Berkemih Pada Dewasa	85
Gambar 7.1 : Genetalia Eksternal Wanita	88
Gambar 7.2 : Mons Pubis/ Mons Veneris	89

Gambar 7.3 : Labia Mayora	90
Gambar 7.3 : Labia Minora	91
Gambar 7.4 : Klitoris	92
Gambar 7.5 : Hymen & Introitus Vagina	93
Gambar 7.6 : Vulva	94
Gambar 7.7 : Perineum	94
Gambar 7.8 : Vagina	96
Gambar 7.9 : Serviks	97
Gambar 7.10 : Uterus	98
Gambar 7.11 : Tuba Faloppi	98
Gambar 7.12 : Ovarium	99
Gambar 7.13 : Penis	100
Gambar 7.14 : Skrotum	101
Gambar 7.15 : Testis	102
Gambar 7.16 : Epididimis	103
Gambar 7.17 : Duktus Deferens	103
Gambar 7.18 : Vesika Seminalis	104
Gambar 7.19 : Duktus Ejakulatorius	104
Gambar 7.20 : Glandula Bulborethral	105
Gambar 8.1: Anatomi Organ Pernafasan	109
Gambar 8.2 : Anatomi Hidung	109
Gambar 8.3 : Anatomi Paru	112
Gambar 8.4 : Transportasi Oksigen (O₂) Dalam Tubuh Manusia	114
Gambar 10.1 : Anatomi Sistem Urinaria	137
Gambar 10.2 : Anatomi Ginjal	138
Gambar 10.3 : Anatomi Vesika Urinaria	139
Gambar 10.4 : Uretra Pada Laki-Laki	140
Gambar 10.5 : Uretra Pada Wanita	141
Gambar 11.1 : Penggunaan Glukosa Di Hati	148
Gambar 11.2 : Produksi ATP	151
Gambar 11.3 : Ringkasan Proses Metabolisme	157

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Evaluasi gerak sendi 1.....	21
Tabel 2.2 : Evaluasi gerak sendi 2.....	22
Tabel 4.1 : Hormon dan Target Organ	57
Tabel 11.1 : Metabolisme Karbohidrat Saat Makan dan Puasa.....	150
Tabel 11.2 : Metabolisme Protein Saat Makan dan Puasa.....	153
Tabel 11.3 : Metabolisme Lemak Saat Makan dan Puasa.....	155

BAB 1

KONSEP DASAR KOMPOSISI TUBUH

MANUSIA

Oleh Daniel Suranta Ginting

1.1 Pendahuluan

Tubuh manusia, substansi fisik organisme manusia, terdiri dari sel-sel hidup dan bahan ekstraseluler dan diatur ke dalam jaringan, organ, dan sistem. Anatomi dan fisiologi manusia dibahas dalam banyak artikel berbeda. Untuk diskusi rinci tentang jaringan, organ, dan sistem tertentu, lihat darah manusia; sistem kardiovaskular; sistem pencernaan, manusia; sistem endokrin, manusia; sistem ginjal; kulit; sistem otot manusia; sistem saraf; sistem reproduksi, manusia; pernapasan, manusia; penerimaan sensorik, manusia; sistem rangka, manusia. Untuk penjelasan tentang bagaimana tubuh berkembang, dari pembuahan sampai usia tua, lihat penuaan; pertumbuhan; perkembangan pralahir; perkembangan manusia. Organisme multiseluler membutuhkan sistem khusus. Sebagian besar sel dalam organisme multiseluler besar tidak secara langsung bertukar zat seperti nutrisi dan limbah dengan lingkungan eksternal, sebaliknya, mereka dikelilingi oleh lingkungan internal cairan ekstraseluler—secara harfiah, cairan di luar sel. Sel-sel mendapatkan oksigen dan nutrisi dari cairan ekstraseluler ini dan melepaskan produk limbah ke dalamnya. Manusia dan organisme kompleks lainnya memiliki sistem khusus yang menjaga lingkungan internal, menjaganya tetap stabil dan mampu menyediakan kebutuhan sel. Sistem tubuh yang berbeda menjalankan fungsi yang berbeda. Misalnya, sistem pencernaan Anda bertanggung jawab untuk mengambil dan memproses makanan, sementara sistem pernapasan Anda — bekerja dengan sistem peredaran darah Anda — bertanggung jawab untuk mengambil oksigen dan membuang karbon dioksida. Sistem otot dan rangka sangat penting untuk pergerakan; sistem reproduksi menangani reproduksi; dan sistem ekskresi membuang sisa

metabolisme. Karena spesialisasi mereka, sistem yang berbeda ini saling bergantung satu sama lain. Sel-sel yang membentuk sistem pencernaan, otot, kerangka, reproduksi, dan ekskresi semuanya membutuhkan oksigen dari sistem pernapasan untuk berfungsi, dan sel-sel sistem pernapasan — serta semua sistem lainnya — membutuhkan nutrisi dan harus dibuang. limbah metabolisme. Semua sistem tubuh bekerja sama untuk menjaga organisme tetap hidup dan berjalan. Tubuh adalah rangkaian dari 11 sistem terintegrasi. Setiap sistem menjalankan satu peran atau tugas utama. Sistem, pada gilirannya, terdiri dari bagian-bagian utama yang dikenal sebagai organ, organ terdiri dari jaringan, dan jaringan tersusun dari sel.

1.2 Pengertian Anatomi Dan Fisiologi

Kata 'anatomi; memiliki asal Yunani. Sebuah terjemahan literal akan menjadi "memotong terbuka" Anatomi adalah studi tentang struktur internal dan eksternal dari tubuh dan hubungan fisik antara bagian-bagian tubuh misalnya mempelajari bagaimana otot tertentu menempel pada kerangka sementara fisiologi yang juga berasal dari bahasa Yunani, adalah studi tentang bagaimana organisme menjalankan fungsi vitalnya. Contohnya adalah studi tentang bagaimana otot berkontraksi atau jenis kekuatan apa yang diberikan otot-otot yang berkontraksi pada kerangka.

1.3 Hubungan Antara Anatomi Dan Fisiologi Anatomi Dan Fisiologi

Anatomi dan Fisiologi terintegrasi sangat erat dan baik secara teoritis maupun praktis Informasi anatomi memberikan petunjuk tentang kemungkinan fungsi dan mekanisme fisiologis hanya dapat dijelaskan dalam istilah dari anatomi yang mendasarinya. Pengamatan ini mengarah pada hal yang sangat penting konsep: Semua fungsi spesifik dilakukan oleh struktur tertentu. Ahli anatomi dan fisiologi mendekati hubungan antara struktur dan fungsi dari perspektif yang berbeda. Harap berhati-hati saat kami mempertimbangkan analogi non-biologis sederhana. Asumsikan bahwa kelas ini terdiri dari ahli anatomi dan fisiologi dan kita diminta untuk mempertimbangkan bola lampu listrik. Ahli

anatomi mungkin mulai dengan: menggambar dan mengukur bentuk bohlam dan jika mungkin, ambillah terpisah ("bedah") dan pasang kembali. Ahli fisiologi kemudian bisa menjelaskan hubungan struktural utamanya.

- Derajat detail struktural yang dipertimbangkan
- Proses spesifik
- Aplikasi medis Berdasarkan detail struktural yang kami miliki
 - Anatomi Mikroskopis
 - Kotor (Anatomi Makroskopik)

1.4 Anatomi mikroskopis

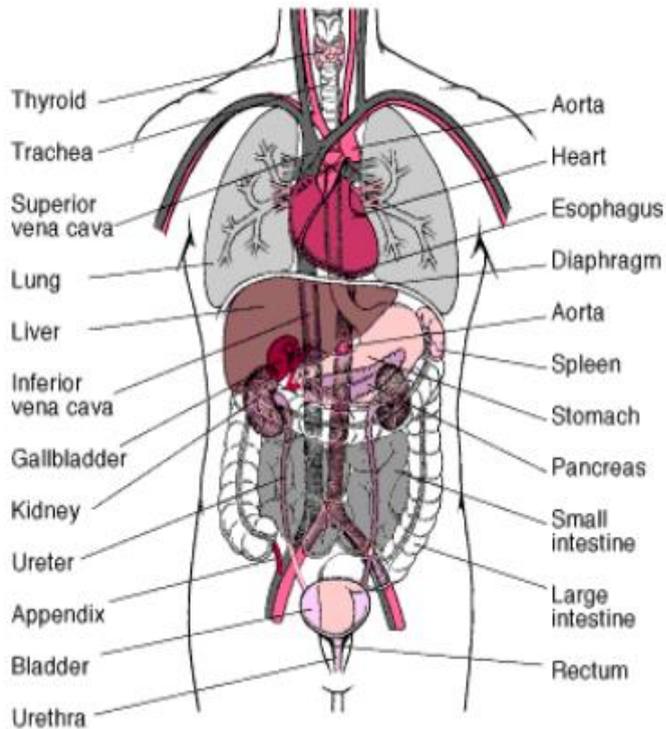
Anatomi mikroskopis berkaitan dengan struktur yang tidak dapat dilihat tanpa pembesaran. Batas peralatan yang digunakan menentukan batas-batas anatomi mikroskopis. Misalnya dengan lampu mikroskop, Anda dapat melihat detail dasar struktur sel, dengan elektron mikroskop, Anda dapat melihat molekul individu yang hanya sedikit nanometer salib. Ini termasuk sitologi dan histologi. Saat kita pergi selama kursus, kami akan mempertimbangkan detail di semua tingkatan, mulai dari makroskopis hingga mikroskopis. Sitologi adalah analisis struktur sel individu, yang paling sederhana unit kehidupan. Sel tersusun dari zat kimia dalam berbagai kombinasi, dan hidup kita bergantung pada proses kimia yang terjadi dalam triliunan sel dalam tubuh. Histologi adalah pemeriksaan jaringan kelompok sel khusus dan produk sel yang bekerja sama untuk melakukan fungsi tertentu, jaringan bergabung untuk membentuk organ, seperti jantung, ginjal, hati atau otak. Banyak organ mudah diperiksa tanpa anatomi mikroskopis dengan menggunakan anatomi kasar. Anatomi kasar (anatomi makroskopik) adalah pemeriksaan struktur dan fitur yang relatif besar biasanya terlihat tanpa bantuan mata. Ada banyak cara untuk mendekati anatomi kasar:

- Anatomi permukaan; Studi bentuk umum dan superfisial tanda.
- Anatomi regional: berfokus pada organisasi anatomi area tubuh tertentu, seperti kepala, leher, atau batang tubuh

- Anatomi sistemik: studi tentang struktur sistem organ, seperti: sebagai sistem rangka atau sistem otot. Sistem organ adalah kumpulan organ yang berfungsi bersama-sama secara terkoordinasi. Misalnya jantung, darah dan pembuluh darah membentuk sistem kardiovaskular, yang mendistribusikan oksigen dan nutrisi melalui tubuh. Tubuh manusia memiliki 11 sistem organ, dan mereka akan diperkenalkan nanti dalam kursus ini.
- Anatomi perkembangan: Ini berkaitan dengan perubahan bentuk yang terjadi selama periode antara konsepsi dan kematangan fisik. Studi tentang proses perkembangan awal ini adalah disebut Embriologi.

1.5 Fisiologi

Seperti yang Anda pelajari sebelumnya, fisiologi adalah studi tentang fungsi struktur anatomi. Fisiologi manusia adalah studi tentang fungsi-fungsi tubuh manusia. Fungsi-fungsi ini kompleks dan jauh lebih sulit untuk memeriksa dari kebanyakan struktur anatomi. Akibatnya, ada lebih banyak spesialisasi dalam fisiologi daripada anatomi, yang meliputi: Fisiologi sel: Ini adalah landasan fisiologi manusia; adalah ilmu yang mempelajari fungsi sel. Ini berkaitan dengan acara di tingkat kimia dan molekuler. Fisiologi khusus: ini adalah studi tentang fisiologi khusus organ. Misalnya, fisiologi ginjal adalah studi tentang ginjal fungsi. aku aku aku. Fisiologi sistemik: mencakup semua aspek fungsi sistem organ tertentu; fisiologi kardiovaskular, pernapasan fisiologi dan fisiologi reproduksi adalah contoh dari fisiologi sistemik. Patofisiologi adalah studi tentang efek penyakit pada organ atau fungsi sistem (pathos adalah kata Yunani untuk "penyakit"). Pengobatan modern bergantung pada pemahaman tentang keduanya yang normal fisiologi dan patofisiologi.



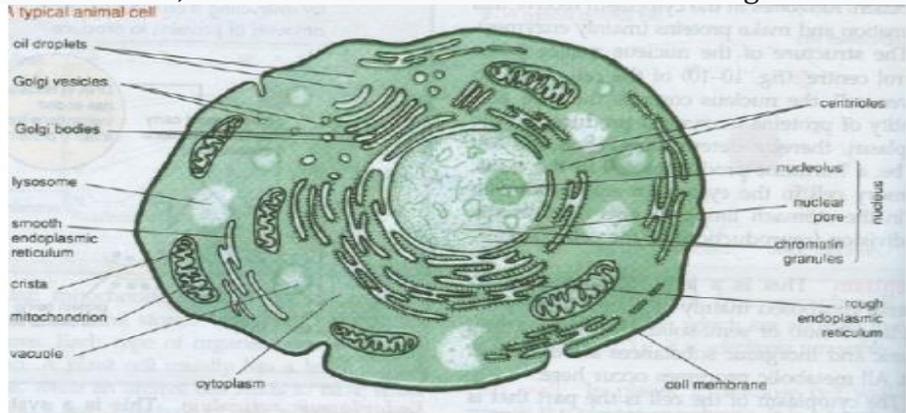
Gambar 1.1 : organs of the human body.

Sumber: (1999 encyclopaedia, britanica, inc)

1.6 Sel

Bagian paling dasar dari mesin manusia adalah sel—100 triliun sel yang menakjubkan pada saat rata-rata orang mencapai usia dewasa! Sel adalah unit dasar struktur dan fungsi dalam tubuh manusia, seperti halnya pada semua makhluk hidup. Setiap sel melakukan proses kehidupan dasar yang memungkinkan tubuh untuk bertahan hidup. Banyak sel manusia terspesialisasi dalam bentuk dan fungsi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar di bawah. Setiap jenis sel pada gambar memainkan peran tertentu. Misalnya, sel saraf memiliki proyeksi panjang yang membantu mereka membawa pesan listrik ke sel lain. Sel otot memiliki banyak mitokondria yang menyediakan energi yang mereka butuhkan untuk menggerakkan tubuh. Tingkat kimia atau molekul .Atom, unit stabil terkecil dari materi, dapat bergabung membentuk

molekul dengan bentuk kompleks. Bahkan di tingkat paling sederhana ini, bentuk khusus molekul menentukan fungsi.



Gambar 1.3 : diagram of a typical mammalian cell.

Sumber: (1999 encyclopaedia, britanica, inc)

Tingkat sel: Molekul dapat berinteraksi untuk membentuk organel, seperti filamen protein yang ditemukan dalam sel otot. Setiap jenis organel memiliki fungsi tertentu. Misalnya, interaksi antara filamen protein menghasilkan kontraksi sel otot jantung. Sel adalah unit hidup terkecil dalam tubuh, dan organel adalah struktur dan komponen fungsional. Tingkat jaringan: Jaringan adalah sekelompok sel yang bekerja sama untuk melakukan satu atau lebih fungsi tertentu. Sel otot jantung, atau otot jantung sel, berinteraksi dengan jenis sel lain dan dengan bahan ekstraseluler untuk membentuk jaringan otot. Tingkat organ: Organ terdiri dari dua atau lebih jaringan yang bekerja di kombinasi untuk melakukan beberapa fungsi. Lapisan otot jantung jaringan dalam kombinasi dengan jaringan ikat, jenis jaringan lain, bentuk sebagian besar dinding jantung, organ tiga dimensi berongga. Tingkat sistem organ: Organ berinteraksi dalam sistem organ. Setiap kali itu berkontraksi, jantung mendorong darah ke dalam jaringan pembuluh darah. Bersama-sama jantung, darah dan pembuluh darah membentuk kardiovaskular sistem, salah satu dari 11 sistem organ tubuh. Tingkat organ: Semua sistem organ tubuh bekerja sama untuk menjaga kehidupan dan kesehatan. Ini

membawa kita ke level tertinggi Organ yaitu organisme – dalam hal ini, manusia.

Keterkaitan antar tingkat organisasi Organisasi pada setiap tingkat menentukan karakteristik dan fungsi tingkat yang lebih tinggi. Misalnya, susunan atom dan molekul pada tingkat kimia menciptakan filamen protein yang, pada tingkat sel, memberikan sel otot jantung kemampuan untuk berkontraksi dengan kuat. Pada tingkat jaringan, sel-sel ini dihubungkan, membentuk jaringan otot. Struktur jaringan memastikan bahwa kontraksi terkoordinasi, menghasilkan detak jantung. Ketika ketukan itu terjadi, anatomi internal jantung, sebuah organ, memungkinkannya berfungsi sebagai pompa. Jantung diisi dengan darah dan terhubung ke pembuluh darah dan tindakan pemompaan beredar ke pembuluh darah kardiovaskular sistem. Dengan berinteraksi dengan pernapasan, pencernaan, kemih, dan lainnya sistem, sistem kardiovaskular melakukan berbagai fungsi penting untuk kelangsungan hidup organisme. Sesuatu yang mempengaruhi suatu sistem pada akhirnya akan mempengaruhi setiap komponen. Misalnya, jantung tidak dapat memompa darah secara efektif setelah kehilangan darah. Jika jantung tidak dapat memompa dan darah tidak dapat mengalir, oksigen dan nutrisi tidak dapat didistribusikan. Segera, jaringan otot jantung mulai rusak ketika sel-sel jaringan otot individu mati karena oksigen dan kelaparan nutrisi. Semua sel, jaringan, dan organ dalam tubuh akan rusak.

1.7 Jaringan

Setelah sel, jaringan adalah tingkat organisasi berikutnya dalam tubuh manusia. Jaringan adalah kumpulan sel-sel yang saling berhubungan yang memiliki fungsi yang sama. Ada empat tipe dasar jaringan manusia: epitel, otot, saraf, dan jaringan ikat. Keempat jenis jaringan ini, yang ditunjukkan pada Gambar di bawah, membentuk semua organ tubuh manusia.

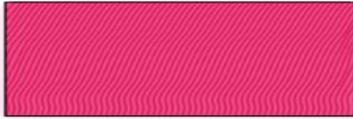
Four Types of Tissues



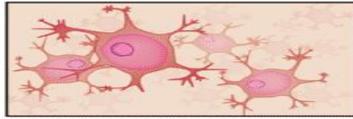
Connective tissue



Epithelial tissue



Muscle tissue



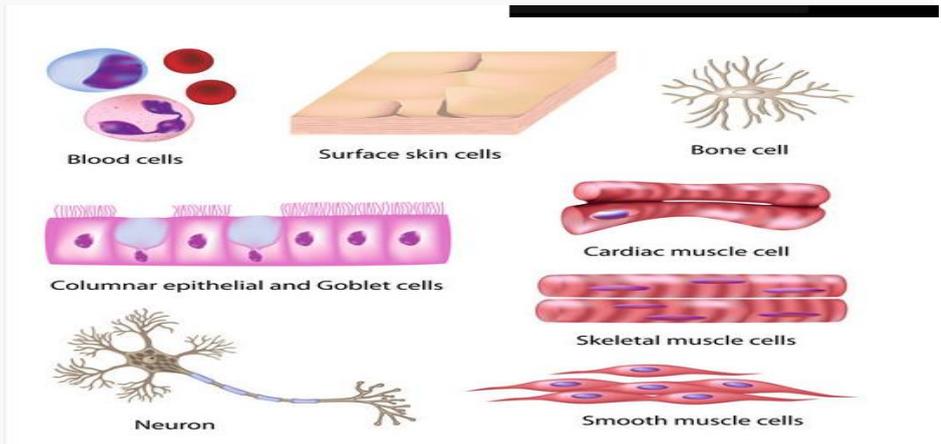
Nervous tissue

Tubuh manusia terdiri dari empat jenis jaringan ini. Jaringan ikat terdiri dari sel-sel yang membentuk struktur tubuh. Contohnya termasuk tulang dan tulang rawan. Jaringan epitel terdiri dari sel-sel yang melapisi permukaan dalam dan luar tubuh, seperti kulit dan lapisan saluran pencernaan. Jaringan epitel melindungi tubuh dan organ dalam, mensekresi zat seperti hormon, dan menyerap zat seperti nutrisi. Jaringan otot terdiri dari sel-sel yang memiliki kemampuan unik untuk berkontraksi, atau menjadi lebih pendek. Otot yang melekat pada tulang memungkinkan tubuh untuk bergerak. Jaringan saraf terdiri dari neuron, atau sel saraf, yang membawa pesan listrik. Jaringan saraf membentuk otak dan saraf yang menghubungkan otak ke seluruh bagian tubuh.

1.8 Sistem Organ dalam Tubuh

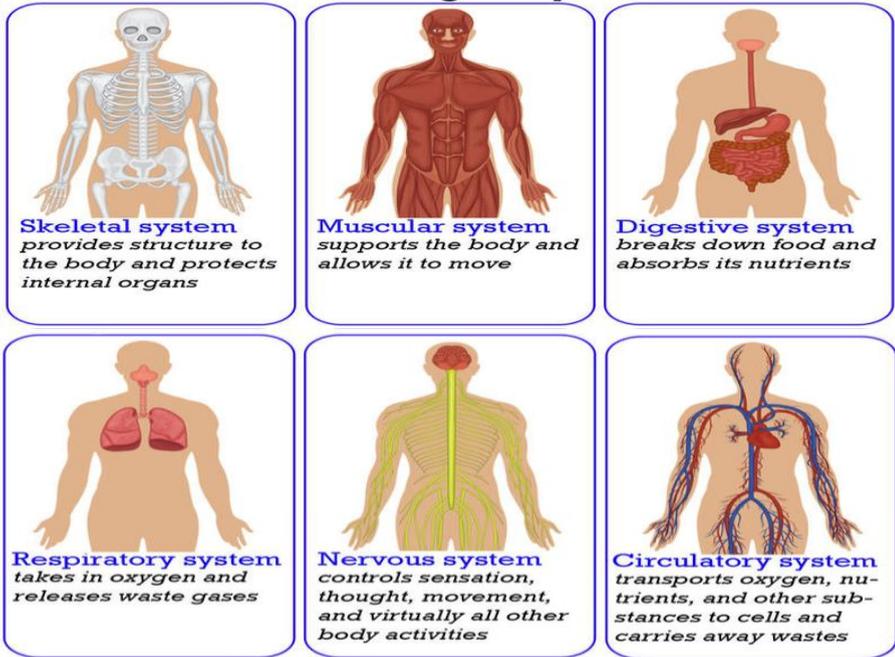
Ini adalah pengenalan sistem organ dalam tubuh manusia. Ini sistem organ saling bergantung, saling berhubungan, dan dikemas bersama-sama dalam ruang yang relatif kecil. Sel, jaringan, organ, dan organ sistem tubuh hidup bersama dalam lingkungan bersama, sepertipenduduk kota besar. Sama seperti penduduk kota menghirup udara kota dan minum air yang disediakan oleh perusahaan air setempat, sel-sel dalam tubuh manusia tubuh menyerap oksigen dan nutrisi dari cairan yang mengelilinginya. Jika sebuah kota diselimuti kabut asap atau pasokan airnya terkontaminasi, penduduk akan jatuh sakit. Demikian pula jika komposisi cairan tubuh menjadi abnormal, sel akan terluka atau hancur. Misalkan suhu atau kandungan garam darah berubah, efeknya pada jantung dapat berkisar dari penyesuaian kecil

(jaringan otot jantung berkontraksi). lebih sering, sehingga detak jantung naik) menjadi bencana total (jantung berhenti berdekap, sehingga individu mati). Berbagai mekanisme fisiologis bertindak untuk mencegah potensi kerusakan perubahan komposisi cairan tubuh dan lingkungan di dalam tubuh kita sel.



Berbagai jenis sel dalam tubuh manusia dikhususkan untuk pekerjaan tertentu. Apakah Anda tahu fungsi dari salah satu jenis sel yang ditampilkan di sini. Setelah jaringan, organ adalah tingkat organisasi berikutnya dari tubuh manusia. Organ adalah struktur yang terdiri dari dua atau lebih jenis jaringan yang bekerja sama untuk melakukan pekerjaan yang sama. Contoh organ manusia antara lain otak, jantung, paru-paru, kulit, dan ginjal. Organ manusia diatur ke dalam sistem organ, banyak di antaranya ditunjukkan pada Gambar di bawah. Sistem organ adalah sekelompok organ yang bekerja sama untuk melaksanakan fungsi keseluruhan yang kompleks. Setiap organ dari sistem melakukan bagian dari pekerjaan yang lebih besar.

Human Organ System



Banyak sistem organ yang membentuk tubuh manusia terwakili di sini. Apa fungsi keseluruhan dari setiap sistem organ. 12 sistem organ tubuh Anda ditunjukkan di bawah ini (Tabel di bawah). Sistem organ Anda tidak bekerja sendiri di dalam tubuh Anda. Mereka semua harus bisa bekerja sama. Misalnya, salah satu fungsi terpenting sistem organ adalah menyediakan oksigen dan nutrisi bagi sel dan membuang produk limbah beracun seperti karbon dioksida. Sejumlah sistem organ, termasuk sistem kardiovaskular dan pernapasan, semuanya bekerja sama untuk melakukan ini.

Sistem Organ	Jaringan dan Organ Utama	Fungsi
Sistem Kardiovaskuler	Jantung; pembuluh darah; darah	Mengangkut oksigen, hormon, dan nutrisi ke sel-sel tubuh. Memindahkan limbah dan karbon dioksida dari sel.
Sistem Limfatik	Kelenjar getah bening; pembuluh limfa	Mempertahankan melawan infeksi dan penyakit, memindahkan getah bening antara jaringan dan aliran darah.
Sistem Pencernaan	Kerongkongan; perut; usus halus; usus besar	Mencerna makanan dan menyerap nutrisi, mineral, vitamin, dan air.
Sistem Endokrin	Kelenjar hipofisis, hipotalamus; kelenjar adrenal; ovarium; testis	Menghasilkan hormon yang berkomunikasi antar sel.
Sistem Integumen	Kulit, rambut, kuku	Memberikan perlindungan dari cedera dan kehilangan air, pertahanan fisik terhadap infeksi oleh mikroorganisme, dan kontrol suhu.
Sistem Muskular	Otot jantung (jantung); otot rangka; otot polos; tendon	Terlibat dalam gerakan dan produksi panas.
Sistem Neuro	Otak, sumsum tulang belakang; saraf	Mengumpulkan, mentransfer, dan memproses informasi.
Sistem Reproduksi	Wanita: rahim; vagina; saluran tuba; ovarium Laki-laki: penis; testis; vesikula seminalis	Menghasilkan gamet (sel kelamin) dan hormon seks.
Sistem Respirasi	Trakea, laring, faring, paru-paru	Membawa udara ke tempat di mana pertukaran gas dapat

Sistem Organ	Jaringan dan Organ Utama	Fungsi
		terjadi antara darah dan sel (di sekitar tubuh) atau darah dan udara (paru-paru).
Sistem Skletal	Tulang, tulang rawan; ligamen	Mendukung dan melindungi jaringan lunak tubuh; menghasilkan sel darah; menyimpan mineral.
Sistem Urinaria	Ginjal; kandung kemih	Menghilangkan air ekstra, garam, dan produk limbah dari darah dan tubuh; mengontrol pH; mengontrol keseimbangan air dan garam.
Sistem Imun	Sumsu tulang; limpa; sel darah putih	Pertahanan terhadap penyakit.

DAFTAR PUSTAKA

- Waugh, A., & Grant, A. 2014. *Ross & Wilson Anatomy and physiology in health and illness E-book*. Elsevier Health Sciences.
- Watson, R. 2018. *Anatomy and Physiology for Nurses E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Peate, I. 2022. *Anatomy and Physiology for Nursing and Healthcare Students at a Glance*. John Wiley & Sons.
- Raynor, M., & Iggulden, H. 2008. Online anatomy and physiology: piloting the use of an anatomy and physiology e-book–VLE hybrid in pre-registration and post-qualifying nursing programmes at the University of Salford. *Health Information & Libraries Journal*, 25(2), 98-105.
- Biga, L. M., Dawson, S., Harwell, A., Hopkins, R., Kaufmann, J., LeMaster, M., ... & Runyeon, J. 2020. *Anatomy & physiology*. OpenStax/Oregon State University.

BAB 2

KONSEP DASAR ANATOMI DAN FISILOGI SERTA ISTILAH DASAR ANATOMI

Oleh Ririn Indriani

2.1 Pendahuluan

Di bab 2 buku e kolaborasi konsep dasar anatomi fisiologi pada tubuh manusia ini, membahas pemahaman ilmu anatomi fisiologi. Ilmu dasar ini penting dalam melakukan asuhan secara komprehensif. Bertujuan untuk menjelaskan struktur dan fungsi tubuh, bidan dapat lebih mengidentifikasi perubahan dalam fungsi ini. Secara mendasar konsep anatomi fisiologi membahas 2 hal berupa konsep anatomi serta fisiologi. Secara khusus dalam bidang kebidanan akan mencakup anatomi fisiologi selama tahap awal kehidupan, perkembangan wanita melahirkan pada siklus reproduksi dimulai dari bayi, balita, anak, periode remaja, dewasa, lansia sampai dengan menopause (Heni Puji W, dkk, 2017)

2.2 Devinisi anatomi fisiologi

Sebelum membahas lebih dalam tentang anatomi maka perlu diketahui asal mula kata dalam bahasa Yunani berarti "buka dan potong". Anatomi identik dengan ilmu membahas struktur internal, eksternal tubuh, hubungan fisik serta bagian tubuh. Seperti membahas organ reproduksi serta lokasi di tubuh. Anatomi diartikan dalam bahasa Latin yaitu "Ana" sebagai segmen, terpisah "Tomi" sebagai irisan/potongan. Dengan demikian anatomi juga difahami merupakan ilmu yang membahas bentuk, struktur seluruh tubuh, bagian-bagiannya, kaitan satu organ dan organ lainnya. Kata fisiologi berasal dari kata Yunani merupakan ilmu yang mempelajari bagaimana suatu organisme melakukan fungsi utama. Misalnya bidan yang mempelajari fisiologi rahim berkembang selama masa kehamilan, timbulnya hissa'at persalinan. Fisiologi secara harfiah berasal dari kata Latin, artinya

Physis merupakan sifat atau cara melakukan sesuatu. Logo atau logi adalah Ilmu. Dengan demikian, fisiologi merupakan studi tentang fungsi kerja atau fungsi setiap jaringan tubuh, bagian dari organ dan fungsi tubuh. Anatomi dan fisiologi adalah dua hal yang berkaitan erat baik secara fisik maupun mental secara teoritis dan praktis, maka konsepnya, yaitu "semua fungsi dapat terbentuk dari struktur dapat berfungsi secara maksimal" (Heni Puji W, dkk, 2017)

2.3 Pengelompokan di bidang anatomi fisiologi

Anatomi dapat di kelompokkan menjadi 2 bagian sebagai berikut :

- (1) Secara mikroskopis merupakan studi tentang struktur tidak terlihat dengan mata tanpa menggunakan alat. Bentuk skintigrafi lot untuk sitologi dan histologi. Sitologi mempelajari sel individu sementara histologi mempelajari jaringan.
- (2) Sedangkan secara makroskopis anatomi kasar merupakan studi anatomi yang disintesis dari struktur utama dapat terlihat dengan mata biasa tanpa menggunakan alat. Termasuk anatomi superfisial atau fitur permukaan, anatomi regional atau berfokus di area tertentu, seperti sistem anatomi reproduksi, sistem gastro intestinal, syaraf dan kardiovaskular.

2.4 Istilah dalam anatomi fisiologi

Dalam mempelajari anatomi dan membakukan deskripsi maka dipilih dan ditempatkan pada ranah anatomi. Badan tegak, kedua mata menatap kedepan, lengan disamping kedua tangan di samping dengan jari ibu ke samping/keluar. Untuk memahami deskripsi anatomi, garis, bidang imajiner telah diidentifikasi sebagai berikut :

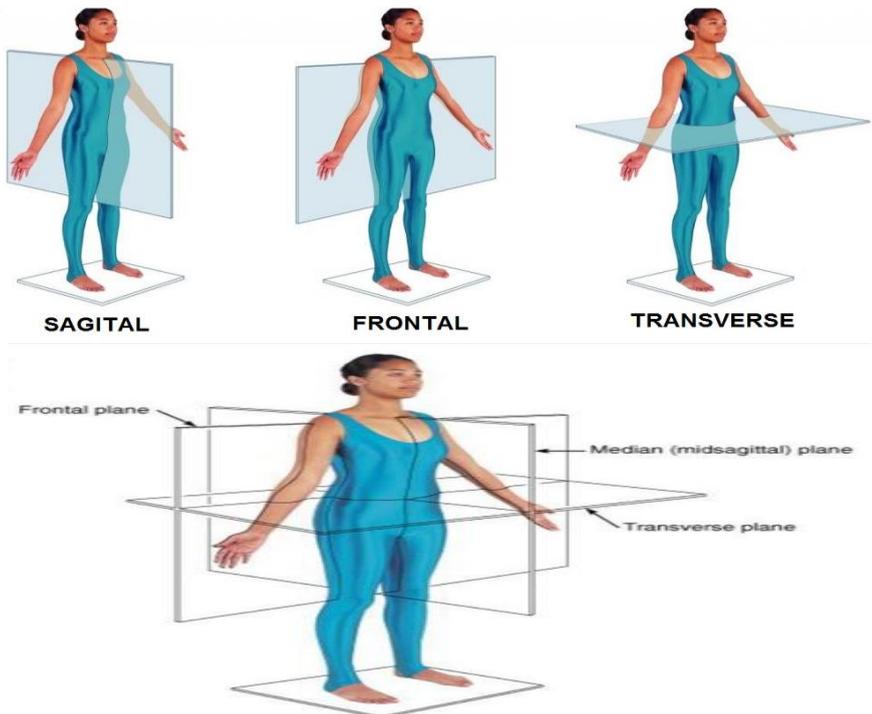
1. Garis bagian tengah (garis mendatar) adalah garis khayal melintasi garis tengah tubuh secara vertikal dari atas kepala kebawah, antara kaki terbagi sisi kanan serta kiri.
2. Belahan melintang terbagi tubuh menjadi bagian atas - bawah.

3. Belahan sagittal terbagi tubuh menjadi bagian kanan - kiri, sejajar garis tengah. Pembagian anal tubuh terbagi menjadi sekmen anterior - posterior.

Tubuh kita mempunyai sendi sinovial dapat melakukan bermacam gerakan. Pada ilmu olahraga, sendi sinovial memiliki nama sendiri yaitu fleksi, ekstensi, rotasi, dsb. Gerakan yang diklasifikasikan ke dalam bidang tubuh. Bertujuan untuk menjelaskan posisi / arah pergerakan struktur pada bidang anatomi.

Tubuh dibagi tiga area :

1. Sagittal / dalam : area tubuh yaitu kiri - kanan
2. Frontal / koronal : membagi permukaan menjadi anterior - posterior
3. Horizontal/*cross section* : membedakan antara bagian yang lebih tinggi (*upper part*), bagian yang lebih rendah (*lower part*) tubuh.



Gambar 2.1 : pembagian bidang tubuh

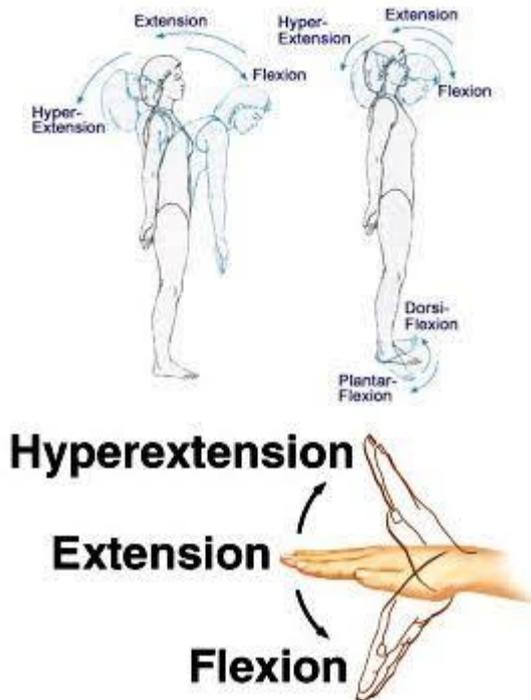
Sumber : <https://apki.or.id/klasifikasi-gerak-sendi-bagian-4/>

2.5 Arah gerakan

1. Gerak sendi di bidang sagital.

Gerakan sendi pada bidang sagital bertujuan mengetahui bidang tubuh memudahkan untuk mengklasifikasikan sebuah gerakan sendi sinovial sebagai berikut :

- Fleksi : berupa gerak menekuk sendi/mengurangi siku antara 2 os /tulang.
- Ekstensi : meningkatkan siku antara 2 os, merupakan kebalikan dari fleksi
- Fleksi punggung : gerak telapak kaki ke depan/ke atas. Dengan kata lain, fleksi tunggal : gerak telapak kaki ke bawah/ke belakang, yang berarti kebalikan dari dorsofleksi

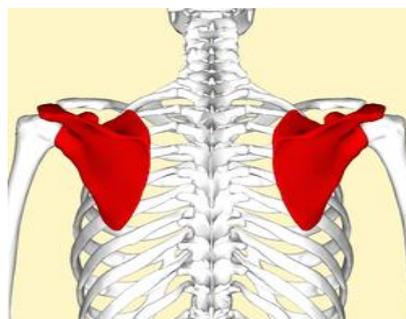
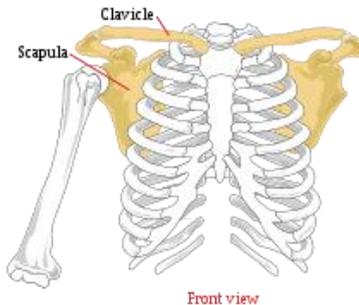


Gambar 2.2 : gerak sendi di bidang sagital

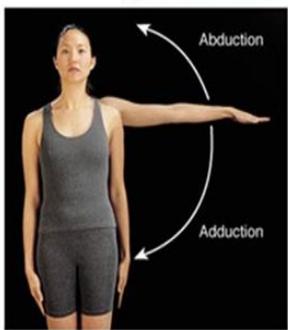
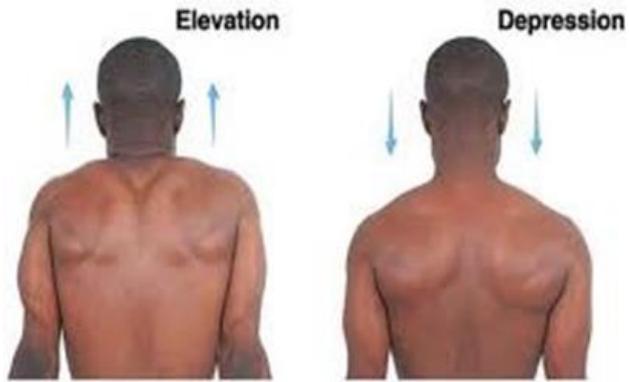
Sumber: <https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fsuwekaprabhaya.files.wordpress.com%2F2012%2F10%2Fextension-flexion->

2. Gerak sendi di sebuah bidang frontal

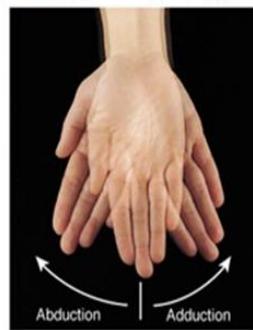
- a. Adduksi : gerakkan sistem badan mendekati ke arah dalam.
- b. Abduksi : gerakkan sistem badan menjauh dari pusat tubuh ke samping.
- c. Elevasi : gerakkan skapula naik ke atas.
- d. Depresi : gerakkan skapula turun ke arah bawah.
- e. Inversi :
gerakkan pergelangan kaki ke arah dalam.
- f. Eversi : gerakkan pergelangan kaki ke luar.
- g. Endorotasi : gerakkan ke dalam di sekeliling sumbu panjang tulang dan pindahkan skapula ke arah depan tubuh.
- h. Eksorotasi : menggerakkan skapula ke belakang arah luar tubuh.



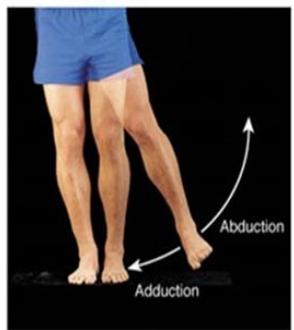
The upper picture is an anterior (from the front) view of the thorax and shoulder girdle. The lower picture is a posterior (from the rear) view of the thorax (scapula show)



(a) Shoulder joint



(b) Wrist joint

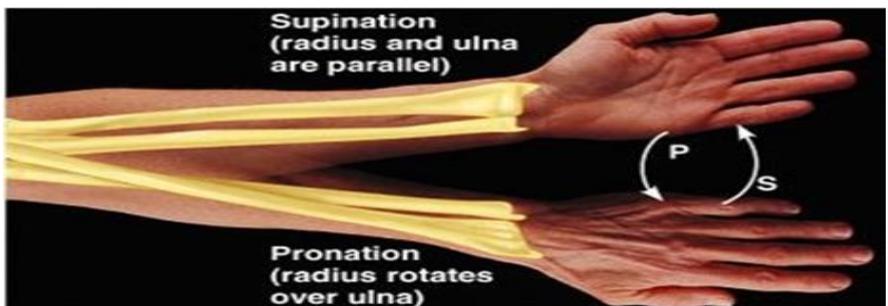


(c) Hip joint

Gambar 2.3 : Gerak Sendi Bidang Frontal

Sumber : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Scapula_-_posterior_view2.png

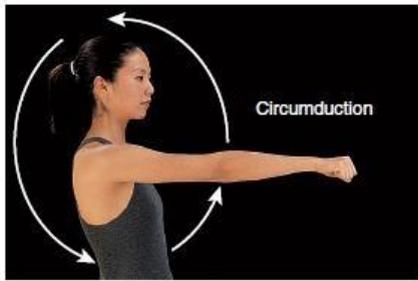
3. Gerak sendi di sebuah penampang/segmen transverse.
 - a. Rotasi : gerak sendi rotasi di sekitar poros vertikal. Gerak memutar/rotasi bisa ke dalam/ke luar
 - b. Gerakan Pronasional : memutar lengan pada telapak tangan berada di belakang saat tangan pada posisi lurus. Saat siku menekuk 90° telapak tangan diputar ke bawah dengan gerakan ke dalam.
 - c. Supinasi : Putar tangan anda sampai telapak tangan ke depan saat tangan lurus. Tekuk siku Anda 90° dan supinasi dengan mengangkat telapak tangan anda ke atas.
 - d. Pronasi : gerak dimana menelungkupkan (membelakangi saat tangan lurus) merupakan kebalikan dari gerakan supinasi



Gambar 2.4 : gerak sendi segmen transverse

Sumber : <https://fdokumen.com/document/1-alat-gerak-sistem-muskuloskeletal-anatomi.html>

4. Gerak sendi kombinasi / multiplanar
 - a. Sirkumduksi : kombinasi fleksi, abduksi, ekstensi, dan adduksi sehingga tercipta gerak melingkar.
 - b. Oposisi: gerak melingkar ibu jari.
Istilah terkait posisi. Posisi anatomi/persyaratan postur :
 - Berdiri tegak kepala, mata serta kaki di depan.
 - Kemudian tangan pada samping badan, telapak tangan membuka di depan.
 - Menghadap ke depan dengan kedua kaki rapat.



(a) Shoulder joint



(b) Hip joint

Gambar 2.5 : gerakan sendi tubuh gabungan (multiplanar)

Sumber : <https://apki.or.id/klasifikasi-gerak-sendi-bagian-4/>

TABEL EVALUASI LINGKUP GERAK SENDI 1

Tabel 2.1 : Evaluasi gerak sendi 1

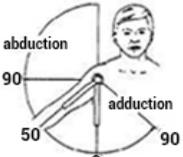
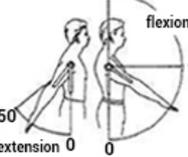
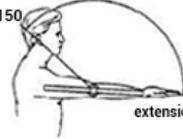
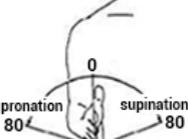
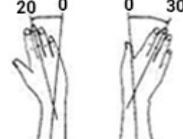
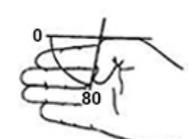
TABEL EVALUASI LINGKUP GERAK SENDI

NAMA			TANGGAL		
INSTRUKSI Untuk bagian sendi yang diperiksa, tambahkan garis sesuai derajat yang mampu dilakukan oleh klien pada gambar peraga atau tuliskan perkiraan derajatnya pada kotak yang telah disediakan. <small>Flexion / Flexed = Menekuk / ditegak Extension / Extended = Memanjang / diluruskan Adduction = Mendekat ke sumbu tubuh Abduction = Menjauh dari sumbu tubuh Rotation = Memutar Lateral Bending = Menekuk ke samping</small>					
1. PUNGGUNG		Extension 25°	Flexion 90°	2. PUNGGUNG (LATERAL FLEXION)	
	Derajat	Derajat	Kiri 25°	Kanan 25°	
				Derajat	Derajat
3. LEHER		Extension 60°	Flexion 50°	4. LEHER (LATERAL BENDING)	
	Derajat	Derajat	Kiri 45°	Kanan 45°	
				Derajat	Derajat
5. LEHER (ROTATION)		Kiri 80°	Kanan 80°	6. PINGGUL (EXTENSION KE BELAKANG)	
	Derajat	Derajat	Kiri 30°	Kanan 30°	
				Derajat	Derajat
7. PINGGUL (FLEXION)		Kiri		8. PINGGUL (ADDUCTION)	
	Knee Flexed 100°	Knee Extended 100°	Kiri 20°	Kanan 20°	
	Derajat	Derajat			
	Kanan		Derajat	Derajat	
	Knee Flexed 100°	Knee Extended 100°			
	Derajat	Derajat			
9. PINGGUL (ABDUCTION)		Kiri 40°	Kanan 40°	10. LUTUT (FLEXION)	
	Derajat	Derajat	Kiri 150°	Kanan 150°	
				Derajat	Derajat

Sumber : https://www.slideshare.net/suanton/1-dasar-anatomi-fisiologi?next_slideshow=1

TABEL EVALUASI LINGKUP GERAK SENDI 2

Tabel 2.2 : Evaluasi gerak sendi 2

<p>11. BAHU (abduction - adduction)</p>  <table border="1" data-bbox="417 277 629 468"> <thead> <tr> <th colspan="2">Kiri</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Abduction 180°</td> <td>Adduction 30°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Kanan</th> </tr> <tr> <td>Abduction 180°</td> <td>Adduction 30°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> </tbody> </table>	Kiri		Abduction 180°	Adduction 30°	Degrees	Degrees	Kanan		Abduction 180°	Adduction 30°	Degrees	Degrees	<p>12. BAHU (flexion - extension)</p>  <table border="1" data-bbox="858 277 1070 468"> <thead> <tr> <th colspan="2">Kiri</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Extension 50°</td> <td>Flexion 150°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Kanan</th> </tr> <tr> <td>Extension 50°</td> <td>Flexion 150°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> </tbody> </table>	Kiri		Extension 50°	Flexion 150°	Degrees	Degrees	Kanan		Extension 50°	Flexion 150°	Degrees	Degrees
Kiri																									
Abduction 180°	Adduction 30°																								
Degrees	Degrees																								
Kanan																									
Abduction 180°	Adduction 30°																								
Degrees	Degrees																								
Kiri																									
Extension 50°	Flexion 150°																								
Degrees	Degrees																								
Kanan																									
Extension 50°	Flexion 150°																								
Degrees	Degrees																								
<p>13. SIKU LENGAN</p>  <table border="1" data-bbox="417 494 629 685"> <thead> <tr> <th colspan="2">Kiri</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Extension 0°</td> <td>Flexion 150°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Kanan</th> </tr> <tr> <td>Extension 0°</td> <td>Flexion 150°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> </tbody> </table>	Kiri		Extension 0°	Flexion 150°	Degrees	Degrees	Kanan		Extension 0°	Flexion 150°	Degrees	Degrees	<p>14. LENGAN BAWAH (pronation - supination)</p>  <table border="1" data-bbox="858 494 1070 685"> <thead> <tr> <th colspan="2">Kiri</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pronation 80°</td> <td>Supination 80°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Kanan</th> </tr> <tr> <td>Pronation 80°</td> <td>Supination 80°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> </tbody> </table>	Kiri		Pronation 80°	Supination 80°	Degrees	Degrees	Kanan		Pronation 80°	Supination 80°	Degrees	Degrees
Kiri																									
Extension 0°	Flexion 150°																								
Degrees	Degrees																								
Kanan																									
Extension 0°	Flexion 150°																								
Degrees	Degrees																								
Kiri																									
Pronation 80°	Supination 80°																								
Degrees	Degrees																								
Kanan																									
Pronation 80°	Supination 80°																								
Degrees	Degrees																								
<p>15. PERGELANGAN KAKI</p>  <table border="1" data-bbox="417 711 629 894"> <thead> <tr> <th colspan="2">Kiri</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Inversion 30°</td> <td>Eversion 20°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Kanan</th> </tr> <tr> <td>Inversion 30°</td> <td>Eversion 20°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> </tbody> </table>	Kiri		Inversion 30°	Eversion 20°	Degrees	Degrees	Kanan		Inversion 30°	Eversion 20°	Degrees	Degrees	<p>16. PERGELANGAN KAKI (flexion - extension)</p>  <table border="1" data-bbox="858 711 1070 894"> <thead> <tr> <th colspan="2">Kiri</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Plantar 40°</td> <td>Dorsal 20°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Kanan</th> </tr> <tr> <td>Plantar 40°</td> <td>Dorsal 20°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> </tbody> </table>	Kiri		Plantar 40°	Dorsal 20°	Degrees	Degrees	Kanan		Plantar 40°	Dorsal 20°	Degrees	Degrees
Kiri																									
Inversion 30°	Eversion 20°																								
Degrees	Degrees																								
Kanan																									
Inversion 30°	Eversion 20°																								
Degrees	Degrees																								
Kiri																									
Plantar 40°	Dorsal 20°																								
Degrees	Degrees																								
Kanan																									
Plantar 40°	Dorsal 20°																								
Degrees	Degrees																								
<p>17. PERGELANGAN TANGAN (radius - ulnar)</p>  <table border="1" data-bbox="417 920 629 1102"> <thead> <tr> <th colspan="2">Kiri</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Radial 20°</td> <td>Ulnar 30°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Kanan</th> </tr> <tr> <td>Radial 20°</td> <td>Ulnar 30°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> </tbody> </table>	Kiri		Radial 20°	Ulnar 30°	Degrees	Degrees	Kanan		Radial 20°	Ulnar 30°	Degrees	Degrees	<p>18. PERGELANGAN TANGAN</p>  <table border="1" data-bbox="858 920 1070 1102"> <thead> <tr> <th colspan="2">Kiri</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Extension 60°</td> <td>Flexion 60°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Kanan</th> </tr> <tr> <td>Extension 60°</td> <td>Flexion 60°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> </tbody> </table>	Kiri		Extension 60°	Flexion 60°	Degrees	Degrees	Kanan		Extension 60°	Flexion 60°	Degrees	Degrees
Kiri																									
Radial 20°	Ulnar 30°																								
Degrees	Degrees																								
Kanan																									
Radial 20°	Ulnar 30°																								
Degrees	Degrees																								
Kiri																									
Extension 60°	Flexion 60°																								
Degrees	Degrees																								
Kanan																									
Extension 60°	Flexion 60°																								
Degrees	Degrees																								
<p>19. JEMPOL TANGAN (sendi metacarpophalangeal)</p>  <table border="1" data-bbox="417 1128 629 1302"> <thead> <tr> <th colspan="2">Kiri</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flexion 60°</td> <td>Flexion 60°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Kanan</th> </tr> <tr> <td>Flexion 60°</td> <td>Flexion 60°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> </tbody> </table>	Kiri		Flexion 60°	Flexion 60°	Degrees	Degrees	Kanan		Flexion 60°	Flexion 60°	Degrees	Degrees	<p>20. JEMPOL TANGAN (sendi interphalangeal)</p>  <table border="1" data-bbox="858 1128 1070 1302"> <thead> <tr> <th colspan="2">Kiri</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flexion 80°</td> <td>Flexion 80°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Kanan</th> </tr> <tr> <td>Flexion 80°</td> <td>Flexion 80°</td> </tr> <tr> <td>Degrees</td> <td>Degrees</td> </tr> </tbody> </table>	Kiri		Flexion 80°	Flexion 80°	Degrees	Degrees	Kanan		Flexion 80°	Flexion 80°	Degrees	Degrees
Kiri																									
Flexion 60°	Flexion 60°																								
Degrees	Degrees																								
Kanan																									
Flexion 60°	Flexion 60°																								
Degrees	Degrees																								
Kiri																									
Flexion 80°	Flexion 80°																								
Degrees	Degrees																								
Kanan																									
Flexion 80°	Flexion 80°																								
Degrees	Degrees																								

Sumber : https://www.slideshare.net/suanton/1-dasar-anatomi-fisiologi?next_slideshow=1

2.6 Istilah dan posisi anatomi

Berdasar letak anatomi dengan melihat garis arah di segmen imajiner, ada beberapa istilah yang biasa digunakan seperti :

1. Anterior : bagian depan, misalnya lambung berada didepan limpa.
2. Medial : bagian tengah / lebih dekat ke segmen median, misalnya jari manis berada medial dari ibu jari.
3. Superior : ke atas, misalnya mulut terletak superior dari dagu.
4. Inferior : ke bawah misalnya pusar berada inferior terhadap mammae
5. Dextra : sebelah kanan
6. Sinistra : sebelah kiri
7. Ventral : segmen depan ruas os servikal
8. Interna : dalam
9. Eksterna : luar
10. Proximal : dekat dengan pangkal tubuh/poros tubuh, misalnya siku berada proksimal dengan telapak tangan.
11. Parietal : lapisan luar
12. Viseral : lapisan dalam
13. Superfisial : dangkal/lebih dekat ke permukaan, misalnya otot kaki superfisial dari os femur.
14. Horisontal : segmen datar
15. Transversal : segmen melintang
16. Posterior : dekat ke belakang, misalnya jantung terletak posterior dari os costae.
17. Lateral : segmen samping lebih jauh ke bidang median, misalnya telinga terletak lateral ke arah mata.
18. Dorsal : segmen belakang ruas tulang belakang
19. Distal : ujung atau menjauhi batang tubuh, misalnya pergelangan tangan terletak distal terhadap siku
20. Perifer : pinggir (tepi)
21. Viseral : lapisan dalam
22. Profunda : dalam/jauh dari permukaan, misalnya os ulna/pengumpil berada lebih dalam dari otot lengan bawah.
23. Vertikal : arah tegak lurus
24. Longitudinal : segmen memanjang
25. Sentral : di tengah
26. Asenden : posisi naik

27. Desenden : posisi turun
28. Cranial : segmen kepala
29. Caudal : segmen ekor
30. Palmar : arah palmaris manus (ekstremitas superior)
31. Plantar : arah plantar pedis (ekstremitas inferior)
32. Ulnar : arah os ulna (tulang hasta)
33. Radial : arah os radius (tulang pengumpil)
34. Tibia : arah os tibia (tulang kering)
35. Fibular : arah os fibula (tulang betis)

2.7 Nomenklatur yang berkaitan dengan anatomi

Ada istilah di nomenklatur anatomi relevan untuk diketahui, karena terkait dengan deskripsi anatomi lebih detail terkait dalam deskripsi anatomi sistem reproduksi.

1. Istilah pada bagian tubuh menonjol
 - a. Processus : istilah untuk taju (tonjolan).
 - b. Spina : taju yang tajam (seperti duri).
 - c. Tuber : benjolan berbentuk bulat.
 - d. Tuberculum : benjolan bulat kecil.
 - e. Crista : gerigi berada dibagian tepi.
 - f. Pecten : bagian pinggir menonjol.
 - g. Condylus : tonjolan bulat diujung tulang.
 - h. Epicondylus : benjolan pada condylus.
 - i. Cornu : seperti tanduk.
 - j. Linea : garis biasanya pada kulit perut oleh karena regangan.
2. Istilah anatomi bagian tubuh lengkung
 - a. Fossa : lekuk, misalnya fossa cubiti merupakan lekuk di bagian depan siku.
 - b. Fossula : Fossa kecil.
 - c. Fovea : cekungan, anggota dari anatomi mata yang terletak di tengah-tengah macula dan retina. Fovea berfungsi terhadap ketajaman mata.
 - d. Foveola : cekungan yang terdapat di sentral dari fovea yang kecil terletak 4 milimeter ke arah temporal dan 0,8 mm inferior di bagian tengah diskus optikus.
 - e. Sulcus : alur

- f. Incisura : takik
3. Istilah anatomi di bagian lubang saluran dan ruangan
- a. Foramen : lubang misalnya foramen ovale terletak diantara atrium dextra dan sinistra jantung
 - b. Fissura : celah misalnya fisura ani. Jika ada luka robek pada anus maka akan menyebabkan nyeri dan perdarahan pada anus
 - c. Apertura : pintu merupakan sebuah pintu masuk sebuah organ (aditus)
 - d. Canalis : saluran misalnya canalis servikalis merupakan saluran antara portio dan serviks
 - e. Ductus : pembuluh darah misalnya ductus arteriosus merupakan pembuluh darah yang menghubungkan 2 arteri yaitu arteri pada paru yang membawa darah dari jantung ke paru-paru, dan aorta yang membawa darah dari jantung ke seluruh tubuh.
 - f. Meatus : liang misalnya liang telinga
 - g. Cavum : rongga misalnya cavum abdomen
 - h. Cellula : ruang kecil (Beni Hotman Sinaga, 2021)

2.8 Rongga pada sistem tubuh manusia

Ada beberapa rongga pada struktur anatomi manusia terdapat pada kepala/pada badan.

1. Rongga dalam kepala
 - a. Rongga tengkorak (cavum cranial), meliputi cerebrum, cerebellum, dan brain stem.
 - b. Rongga mata merupakan cavum orbita/bola mata.
 - c. Rongga hidung/cavum nasi adalah tempat saluran pernafasan.
 - d. Rongga mulut/cavum oris berisi lidah dan gigi.
 - e. Rongga telinga tengah/cavum tympani, berisi tulang-tulang pendengaran (maleus, incus, stapes).

2. Rongga pada badan

- a. Rongga dada/cavum thoracal seperti sistem pulmonal, cardio, pembuluh darah aorta, pembuluh darah vena cava, arteri, vena pulmonalis, trachea, bronchus, serta esophagus.
- b. Rongga perut/cavum abdomen seperti gaster, usus halus/intestinum, duodenum, jejunum, colon, kelenjar pankreas, limpa/lien, hepar, serta renal.
- c. Rongga panggul/cavum pelvis, seperti vesika urinaria, rectum, pada pria terdapat kelenjar prostat, sedangkan wanita memiliki uterus, tuba falopii serta ovarium.

2.9 Tingkatan dalam tubuh manusia

Level organisasi di tubuh secara mikroskopik ke makroskopik sebagai berikut :

1. Secara kimia/molekul disusun oleh atom yang sangat kecil membentuk molekul dengan ukuran sangat kompleks. Misalnya : molekul penyusun protein.
2. Level seluler interaksi dari molekul, membentuk organelle membentuk sel.
3. Dalam jaringan merupakan kumpulan dari sel akan membentuk jaringan. Misalnya : jaringan otot.
4. Level organ merupakan kumpulan dari beberapa jaringan menyusun suatu organ. Misalnya : jantung.
5. Sistem organ adalah interaksi dari satu organ dengan organ lain sehingga menyusun sistem organ. Misalnya : sistem pencernaan.
6. Organisme merupakan kesatuan sistem organ manusia untuk mempertahankan kehidupan dan homeostasis (Eny S, 2021)

2.10 Beberapa sistem organ tubuh manusia

Selanjutnya anatomi fisiologi dalam bentuk sistem organ meliputi 12 sistem sebagai berikut :

1. Sistem integumen (berkaitan dengan kulit manusia)
2. Sistem skeletal (berkaitan dengan rangka dan sendi)
3. Sistem muscular (berkaitan dengan sistem otot)

4. Sistem persyarafan (sistem syaraf pusat dan syaraf tepi)
5. Sistem endokrin (berkaitan dengan sistem hormon pada manusia)
6. Sistem kardiovaskular (sistem peredaran darah manusia, berkaitan dengan organ jantung)
7. Sistem limfatik (sistem kelenjar getah bening berkaitan dengan kekebalan tubuh manusia, berkaitan dengan organ limfa)
8. Sistem *respiratory* (berkaitan dengan organ pernafasan manusia)
9. Sistem *digestive*(berkaitan dengn organ pencernaan)
10. Sistem urinary (berkaitan dengan organ perkemihan baik pada wanita atau pria)
11. Sistem reproduksi pria (organ reproduksi pada pria)
12. Sistem reproduksi wanita (organ reproduksi pada wanita)

DAFTAR PUSTAKA

- Heni Puji W dkk. 2017. *Anatomi Fisiologi*, Kementerian Kesehatan RI, Badan Pengembangan Dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan
- Eny S, dkk. 2021. diktat kuliah, <https://skillslab.fk.uns.ac.id/wp-content/uploads/2018/08/MANUAL-LIMB-EXAM-sup-2018-smt-1.pdf> Diakses 14 Juni 2022 Selasa 15.30
- Anisyah Citra, S.gz. 2018. <https://apki.or.id/klasifikasi-gerak-sendi-bagian-4>, diakses 18 Juni 2022 Sabtu 19.00
- Dr, Beni Hotman Sinaga https://www.slideshare.net/suanton/1-dasar-anatomi-fisiologi?next_slideshow=1, diakses 19 Juni 2022 17.00

BAB 3

SISTEM MUSKULELETAL

Oleh Neta Ayu Andera

3.1 Pengertian Sistem muskuloskeletal

Sistem Muskuloskeletal terdiri dari kata muskulo yang berarti otot dan kata skeletal yang berarti tulang. Muskulo atau muskular adalah jaringan otot tubuh. Ilmu yang mempelajari tentang muskulo atau jaringan otot-otot tubuh adalah myologi. Skeletal atau osteo adalah tulang kerangka tubuh, yang terdiri dari tulang dan sendi. Ilmu yang mempelajari tentang skeletal atau osteo tubuh adalah osteologi. Muskulus (*muscle*) otot merupakan organ tubuh yang mempunyai kemampuan mengubah energi kimia menjadi energi mekanik atau gerak sehingga dapat berkontraksi untuk menggerakkan rangka, sebagai respons tubuh terhadap perubahan lingkungan (Wijaya, 1996). Otot disebut alat gerak aktif karena mampu berkontraksi, sehingga mampu menggerakkan tulang. semua sel-sel otot mempunyai kekhususan yaitu untuk berkontraksi. otot membentuk 40-50% berat badan, kira-kira sepertiganya merupakan protein tubuh dan setengahnya tempat terjadinya aktivitas metabolik saat tubuh istirahat. Terdapat lebih dari 600 buah otot pada tubuh manusia. Sebagian besar otot-otot tersebut dilekatkan pada tulang-tulang kerangka tubuh, dan sebagian kecil ada yang melekat di bawah permukaan kulit. Gabungan otot berbentuk 16 kumparan dan terdiri dari 1) fascia, adalah jaringan yang membungkus dan mengikat jaringan lunak. fungsi fascia yaitu mengelilingi otot, menyediakan tempat tambahan otot, memungkinkan struktur bergerak satu sama lain dan menyediakan tempat peredaran darah dan saraf; 2) ventrikel (empal), merupakan bagian tengah yang mengembung; dan 3) tendon (urat otot), yaitu kedua ujung yang mengecil, tersusun dari jaringan ikat dan bersifat liat (Company Verralls Sylvia, 1997).

3.2 Sistem Muskuler

1. Otot

Semua sel-sel otot mempunyai kekhususan yaitu untuk berkontraksi. Terdapat lebih dari 600 buah otot pada tubuh manusia. Sebagian besar otot-otot tersebut dilekatkan pada tulang-tulang kerangka tubuh oleh tendon, dan sebagian kecil ada yang melekat di bawah permukaan kulit. Sistem muskuler terdiri dari otot, tendon dan ligamen(Landau BR, 1980).

a. Fungsi Sistem Muskuler

Adapun fungsi sistem muskuler/otot meliputi hal berikut ini.

- 1) Pergerakan. Otot menghasilkan gerakan pada tulang tempat otot tersebut melekat dan bergerak dalam bagian organ internal tubuh.
- 2) Penopang tubuh dan mempertahankan postur. Otot menopang rangka dan mempertahankan tubuh saat berada dalam posisi berdiri atau saat duduk terhadap gaya gravitasi.
- 3) Produksi panas. Kontraksi otot-otot secara metabolis menghasilkan panas untuk mempertahankan suhu tubuh normal.

b. Ciri-ciri Sistem Muskuler

Sistem muskuler memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- 1) Kontraktilitas. Serabut otot berkontraksi dan menegang, yang dapat atau tidak melibatkan pemendekan otot.
- 2) Eksitabilitas. Serabut otot akan merespons dengan kuat jika distimulasi oleh impuls saraf.
- 3) Ekstensibilitas. Serabut otot memiliki kemampuan untuk menegang melebihi panjang otot saat rileks.
- 4) Elastisitas. Serabut otot dapat kembali ke ukuran semula setelah berkontraksi atau meregang.

c. Jenis-jenis Otot

Otot dibedakan menjadi otot rangka, otot polos, dan otot jantung.

- 1) Otot Rangka

Otot rangka, merupakan otot lurik, volunter, 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 bundel-bundel paralel yang terdiri dari serabut-serabut berbentuk silinder 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 organella, kebanyakan berbentuk silinder yang panjang disebut dengan myofibril.
- d) Myofibril disusun oleh myofilament-myofilament yang berbeda-beda ukurannya, yaitu yang kasar terdiri dari protein myosin yang halus terdiri dari protein aktin/actin.



Gambar 3.1 : Otot Jantung, Otot Rangka, dan Otot Polos

(Sumber: Marrieb, 2001)

2) Otot Polos

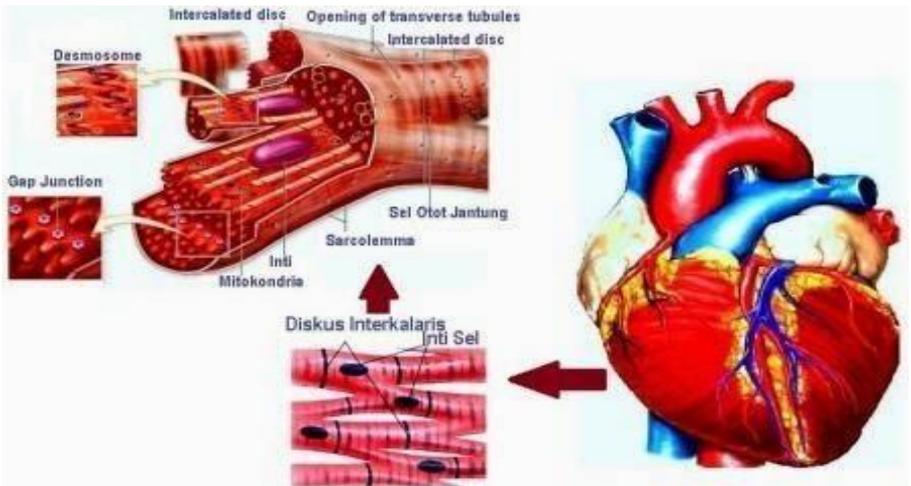
Otot polos merupakan otot tidak berlurik dan involunter. Jenis otot ini dapat ditemukan pada dinding berongga seperti kandung kemih dan uterus, serta pada dinding tuba seperti pada sistem respiratorik, pencernaan, reproduksi, urinarius, dan sistem sirkulasi darah. Serabut otot berbentuk spindle dengan nukleus sentral. Serabut ini berukuran kecil, berkisar antara 20 mikron (melapisi pembuluh darah) sampai 0,5 mm pada uterus wanita hamil. Kontraksinya kuat dan lamban. Struktur mikroskopis otot polos adalah sarcoplasmanya terdiri dari myofibril yang disusun oleh myofilamen-myofilamen. Ada dua kategori otot polos berdasarkan cara serabut otot distimulasi untuk berkontraksi, yaitu sebagai berikut:

- a) Otot polos unit ganda ditemukan pada dinding pembuluh darah besar, pada jalan udara besar traktus respiratorik, pada otot mata yang memfokuskan lensa dan menyesuaikan ukuran pupil dan pada otot erektor vili rambut.
- b) Otot polos unit tunggal (viseral) ditemukan tersusun dalam lapisan dinding organ berongga atau visera. Semua serabut dalam lapisan mampu berkontraksi sebagai satu unit tunggal. Otot ini dapat bereksitasi sendiri atau miogenik dan tidak memerlukan stimulasi saraf eksternal untuk hasil dari aktivitas listrik spontan.

3) Otot Jantung

Para mahasiswa, otot jantung merupakan otot lurik, yang disebut juga otot serat lintang involunter. Karakteristik otot ini hanya terdapat pada jantung. Otot jantung mempunyai sifat bekerja terus-menerus setiap saat tanpa henti, tapi otot jantung juga mempunyai masa istirahat, yaitu setiap kali berdenyut (Coad Jane, 2001). Struktur mikroskopis otot jantung mirip dengan otot skelet. Memiliki banyak inti sel yang terletak di tepi agak ke tengah. Panjang sel

berkisar antara 85-100 mikron dan diameternya sekitar 15 mikron.



Gambar 3.2 : Otot Jantung (Sumber: Marrieb, 2001)

Berdasarkan gerakannya otot dibedakan menjadi otot antagonis dan otot sinergis.

- a) Otot Antagonis, yaitu hubungan antar otot yang cara kerjanya bertolak belakang/tidak searah, menimbulkan gerak berlawanan. Contohnya: 1) Ekstensor (meluruskan) dengan flektor (membengkokkan), misalnya otot bisep dan otot trisep. 2) Depressor (gerakan ke bawah) dengan elevator (gerakan ke atas), misalnya gerak kepala menunduk dan menengadahkan.
- b) Otot Sinergis, yaitu hubungan antar otot yang cara kerjanya saling mendukung/bekerjasama, menimbulkan gerakan searah. Contohnya pronator teres dan pronator kuadrus.

Berdasarkan letaknya, otot dapat ditemukan di berbagai daerah bagian tubuh dengan nama-nama otot tertentu. (Pearce E C, 1999) mengemukakan teori kontraksi otot yang disebut model Sliding Filaments. Model ini menyatakan bahwa kontraksi terjadi berdasarkan adanya dua set filamen di dalam sel otot kontraktile yang berupa filamen

aktin dan miosin. Ketika otot berkontraksi, aktin dan miosin bertautan dan saling menggelincir satu sama lain, sehingga sarkomer pun juga memendek. Dalam otot terdapat zat yang sangat peka terhadap rangsang disebut asetilkolin. Otot yang terangsang menyebabkan asetilkolin terurai membentuk miogen yang merangsang pembentukan aktomiosin. Hal ini menyebabkan otot berkontraksi sehingga otot yang melekat pada tulang bergerak. Saat berkontraksi, otot membutuhkan energi dan oksigen. Oksigen diberikan oleh darah, sedangkan energi diperoleh dari penguraian ATP (adenosin trifosfat) dan kreatinfosfat. ATP terurai menjadi ADP (adenosindifosfat) + Energi. Selanjutnya, ADP terurai menjadi AMP (adenosin monofosfat) + Energi. Kreatinfosfat terurai menjadi kreatin + fosfat + energi. Energi-energi ini semua digunakan untuk kontraksi otot.

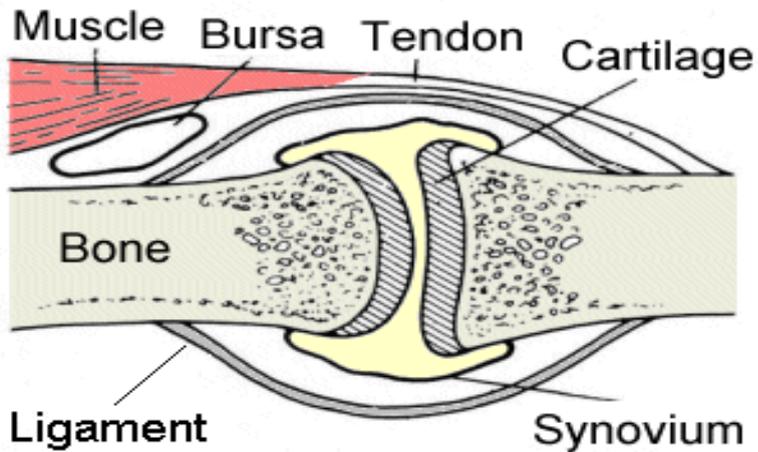
Mekanisme Kerja Otot. Berikut ini beberapa mekanisme kerja otot.

- 1) Fleksor (bengkok) >< Ekstensor (meluruskan).
- 2) Supinasi (menengadahkan) >< Pronasi (tertelungkup).
- 3) Defresor (menurunkan) >< Lepator (menaikkan).
- 4) Sinergis (searah) >< Antagonis (berlawanan).
- 5) Dilatator (melebarkan) >< Konstriktor (menyempitkan).
- 6) Adduktor (dekat) >< Abduktor (jauh).

2. Tendon

Tendon adalah tali atau urat daging yang kuat yang bersifat fleksibel, yang terbuat dari fibrous protein (kolagen). Tendon berfungsi melekatkan tulang dengan otot atau otot dengan otot. Berdasarkan cara melekatnya pada tulang, tendon dibedakan sebagai berikut.

- a. Origo, merupakan tendon yang melekat pada tulang yang tidak berubah kedudukannya ketika otot berkontraksi.
- b. Inersio, merupakan tendon yang melekat pada tulang yang bergerak ketika otot berkontraksi.



Gambar 3.3 : Tulang, Tendon, Ligamen dan Tulang Rawan
(Sumber: Marrieb, 2001)

3. Ligamen

Ligamen adalah pembalut/selubung yang sangat kuat, yang merupakan jaringan elastis penghubung yang terdiri atas kolagen. Ligamen membungkus tulang dengan tulang yang diikat oleh sendi. Beberapa tipe ligamen adalah sebagai berikut.

1) Ligamen Tipis

Ligamen pembungkus tulang dan kartilago. Merupakan ligamen kolateral yang ada di siku dan lutut. Ligamen ini memungkinkan terjadinya gerakan.

2) Ligamen jaringan elastik kuning

Merupakan ligamen yang dipererat oleh jaringan yang membungkus dan memperkuat sendi, seperti pada tulang bahu dengan tulang lengan atas.

3.3 Sistem Skeletal/Rangka

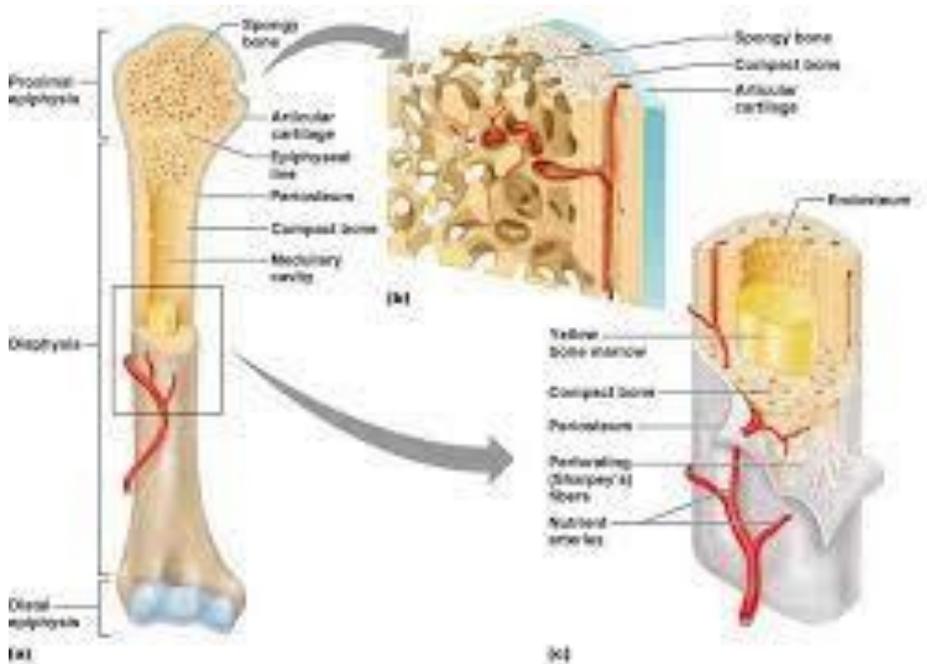
1. Tulang

Sistem rangka adalah bagian tubuh yang terdiri dari tulang, sendi, dan tulang rawan (kartilago) sebagai tempat menempelnya otot dan memungkinkan tubuh untuk mempertahankan sikap dan posisi. Tulang sebagai alat gerak pasif karena hanya mengikuti kendali otot. Akan tetapi tulang tetap mempunyai peranan penting karena gerak tidak

akan terjadi tanpa tulang (Anderson, 1999). Tubuh kita memiliki 206 tulang yang membentuk rangka. Salah satu bagian terpenting dari sistem rangka adalah tulang belakang. Fungsi dari sistem skeletal/rangka adalah:

- a. Penyangga berdirinya tubuh, tempat melekatnya ligamen-ligamen, otot, jaringan lunak dan organ. Membentuk kerangka yang berfungsi untuk menyangga tubuh dan otot-otot yang melekat pada tulang.
- b. Penyimpanan mineral (kalsium dan fosfat) dan lipid (*yellow marrow*) atau hemopoiesis.
- c. Produksi sel darah (*red marrow*).
- d. Pelindung yaitu membentuk rongga melindungi organ yang halus dan lunak, serta memproteksi organ-organ internal dari trauma mekanis.
- e. Penggerak yaitu dapat mengubah arah dan kekuatan otot rangka saat bergerak karena adanya persendian.

Berdasarkan struktur tulang, tulang terdiri dari sel hidup yang tersebar di antara material tidak hidup (matriks). Matriks tersusun atas osteoblas (sel pembentuk tulang). Sedangkan osteoblas membuat dan mensekresi protein kolagen dan garam mineral. Jika pembentukan tulang baru dibutuhkan, osteoblas baru akan dibentuk. Jika tulang telah dibentuk, osteoblas akan berubah menjadi osteosit (sel tulang dewasa). Sel tulang yang telah mati akan dirusak oleh osteoklas (sel perusakan tulang).



Gambar 3.4 : Struktur Tulang(Sumber: Marrieb, 2001)

a. Klasifikasi Tulang

Jaringan tulang berdasarkan jaringan penyusun dan sifat-sifat fisiknya dibedakan menjadi tulang rawan dan tulang sejati.

1) Tulang rawan

Tulang Rawan (kartilago) terdiri dari 3 macam yaitu

- 2) Tulang rawan hyalin, bersifat kuat dan elastis terdapat pada ujung tulang pipa;
- 3) Tulang rawan fibrosa yaitu memperdalam rongga dari cawan-cawan (tulang panggul) dan rongga glenoid dari scapula;
- 4) Tulang rawan elastik yaitu terdapat dalam daun telinga, epiglottis, dan faring.

Proses pembentukan tulang telah bermula sejak umur embrio 6-7 minggu dan berlangsung sampai dewasa. Pada rangka manusia, rangka yang pertama kali terbentuk adalah tulang rawan (kartilago) yang berasal dari jaringan

mesenkim. Kemudian akan terbentuk osteoblas atau sel-sel pembentuk tulang. Osteoblas ini akan mengisi rongga-rongga tulang rawan. Sel-sel tulang dibentuk terutama dari arah dalam keluar, atau proses pembentukannya konsentris. Setiap satuan-satuan sel tulang mengelilingi suatu pembuluh darah dan saraf membentuk suatu sistem yang disebut sistem Havers. Disekeliling sel-sel tulang terbentuk senyawa protein yang akan menjadi matriks tulang. Kelak di dalam senyawa protein ini terdapat pula kapur dan fosfor sehingga matriks tulang akan mengeras. Proses ini disebut osifikasi (Landau BR, 1980).



Gambar 3.5 : Tulang Rawan(Sumber: Marrieb, 2001)

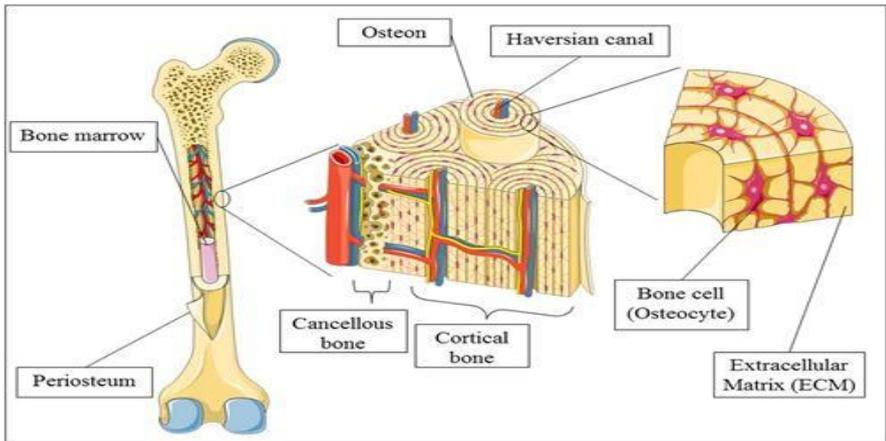
(1) Tulang Sejati (osteon)

Tulang bersifat keras dan berfungsi menyusun berbagai sistem rangka. Permukaan luar tulang dilapisi selubung fibrosa (periosteum). Lapis tipis jaringan ikat (endosteum) melapisi rongga sumsum dan meluas ke dalam kanalikuli tulang kompak.

Secara mikroskopis tulang terdiri dari beberapa komponen berikut ini.

- a) Sistem Havers (saluran yang berisi serabut saraf, pembuluh darah, aliran limfe).

- b) Lamella (lempeng tulang yang tersusun konsentris).
- c) Lacuna (ruangan kecil yang terdapat di antara lempengan-lempengan yang mengandung sel tulang).
- d) Kanalikuli (memancar di antara lacuna dan tempat difusi makanan sampai ke osteon).



Gambar 3.6 : Mikroskopis Tulang Sejati
(Sumber : Marrieb, 2001)

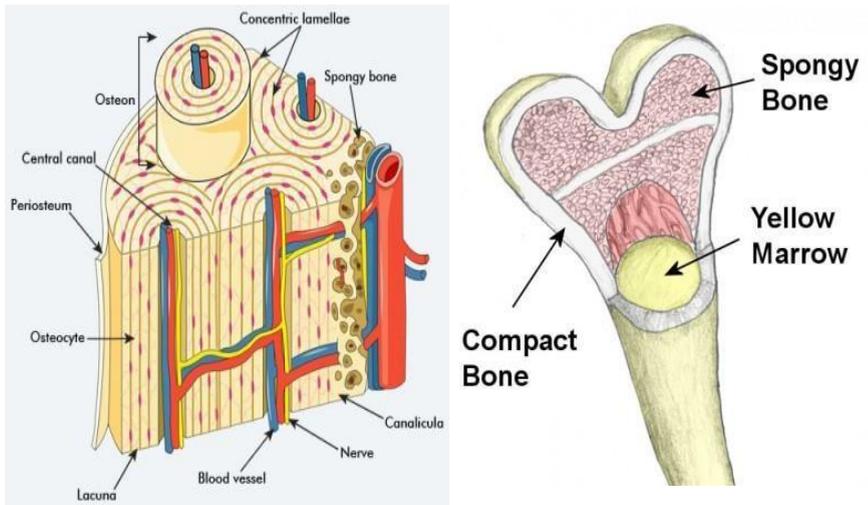
Berdasarkan matriks penyusunnya, tulang dibedakan menjadi tulang kompak dan tulang spongiosa.

1) Tulang Kompak

Tulang kompak memiliki ciri padat, halus, dan homogen. Pada bagian tengah terdapat *medullary cavity* yang mengandung "*yellow bone marrow*". Tersusun atas unit osteon yaitu Haversian Sistem. Pada pusat osteon mengandung saluran (Haversian Kanal) tempat pembuluh darah dan saraf yang dikelilingi oleh lapisan konsentrik (lamellae). Tulang kompak dan spongiosa dikelilingi oleh membran tipis yang disebut periosteum, membran ini mengandung

- a) bagian luar percabangan pembuluh darah yang masuk ke dalam tulang dan

b) osteoblas.



Gambar 3.7 : Tulang Kompak
(Sumber: Merrieb, 2001)

2) Tulang Spongiosa

Tulang ini tersusun atas "*honeycomb*" network yang disebut trabekula. Struktur tersebut menyebabkan tulang dapat menahan tekanan. Rongga antara trabekula berisi "*red bonemarrow*" yang mengandung pembuluh darah yang memberi nutrisi pada tulang. Contohnya yaitu tulang pelvis, rusuk, tulang belakang, tengkorak, dan pada ujung tulang lengan dan paha. Berdasarkan bentuknya, tulang diklasifikasikan menjadi tulang pipa, tulang pendek, tulang pipih, tulang tak beraturan, dan tulang berongga udara.

- a) Ossa longa (tulang pipa/panjang), yaitu tulang yang ukuran panjangnya terbesar. Contohnya yaitu os humerus dan os femur.
- b) Ossa brevia (tulang pendek), yaitu tulang yang ukurannya pendek. Contohnya yaitu tulang yang terdapat pada pangkal kaki, pangkal lengan, dan ruas-ruas tulang belakang.
- c) Ossa plana (tulang pipih), yaitu tulang yang ukurannya lebar. Contohnya yaitu os scapula (tengkorak), tulang

belikat, dan tulang rusuk.

- d) Ossa irregular (tulang tak beraturan), yaitu tulang dengan bentuk yang tak tentu. Contohnya os vertebrae (tulang belakang).
- e) Ossa pneumatica (tulang berongga udara). Contohnya os maxilla.

Sistem skeletal dibagi menjadi axial dan appendicular, dengan penjelasan sebagai berikut.

- 1) Axial atau rangka aksial, terdiri dari tengkorak kepala/cranium dan tulang-tulang muka, columna vertebralis/batang tulang belakang, costae/tulang-tulang rusuk, dan sternum/tulang dada.
- 2) Appendicular atau rangka tambahan, terdiri dari tulang extremitas superior dan tulang extremitas inferior.
 - a) Tulang extremitas superior, terdiri dari:
 - (1) korset pectoralis, terdiri dari scapula (tulang berbentuk segitiga) dan clavicula (tulang berbentuk lengkung),
 - (2) lengan atas, mulai dari bahu sampai ke siku,
 - (3) lengan bawah, mulai dari siku sampai pergelangan tangan,
 - (4) tangan.
 - b) Tulang extremitas inferior terdiri dari korset pelvis, paha, tungkai bawah dan kaki

b. Sel Penyusun Tulang

Tulang tersusun oleh sel osteoblast, osteosit, dan osteoclast.

- 1) Osteoblast, merupakan sel tulang muda yang menghasilkan jaringan osteosit dan mengkresikan fosfatase dalam pengendapan kalsium dan fosfat ke dalam matriks tulang.
- 2) Osteosit, yaitu sel-sel tulang dewasa yang bertindak sebagai lintasan untuk pertukaran kimiawi melalui tulang yang padat.
- 3) Osteoclast, yaitu sel-sel yang dapat mengabsorpsi mineral dan matriks tulang.

4. Sendi

Hubungan antartulang disebut artikulasi. Agar artikulasi dapat bergerak, diperlukan struktur khusus yang disebut sendi. Dengan adanya sendi, membantu mempermudah gerakan. Sendi yang menyusun kerangka manusia terdapat di beberapa tempat. Terdapat tiga jenis hubungan antar tulang, yaitu sinartrosis, amfiartosis, dan diartosis.

- a) Sinartrosis (Suture) disebut juga dengan sendi mati, yaitu hubungan antara dua tulang yang tidak dapat digerakkan sama sekali, strukturnya terdiri atas fibrosa. Artikulasi ini tidak memiliki celah sendi dan dihubungkan dengan jaringan serabut. Dijumpai pada hubungan tulang pada tulang-tulang tengkorak yang disebut sutura/suture.
- b) Amfiartosis disebut juga dengan sendi kaku, yaitu hubungan antara dua tulang yang dapat digerakkan secara terbatas. Artikulasi ini dihubungkan dengan kartilago. Dijumpai pada hubungan ruas-ruas tulang belakang, tulang rusuk dengan tulang belakang.
- c) Diartosis disebut juga dengan sendi hidup, yaitu hubungan antara dua tulang yang dapat digerakkan secara leluasa atau tidak terbatas, terdiri dari struktur synovial. Untuk melindungi bagian ujung-ujung tulang sendi, di daerah persendian terdapat rongga yang berisi minyak sendi/cairan synovial yang berfungsi sebagai pelumas sendi. Contohnya yaitu sendi peluru (tangan dengan bahu), sendi engsel (siku), sendi putar (kepala dan leher), dan sendi pelana (jempol/ibu jari). Diartosis dapat dibedakan menjadi:
 - 1) Sendi engsel yaitu hubungan antar tulang yang memungkinkan gerakan hanya satu arah saja. Dijumpai pada hubungan tulang Os. Humerus dengan Os. Ulna dan Os. Radius/sendai pada siku, hubungan antar Os. Femur dengan Os. Tibia dan Os. Fibula/sendai pada lutut.
 - 2) Sendi putar hubungan antar tulang yang memungkinkan salah satu tulang berputar terhadap tulang yang lain sebagai porosnya. Dijumpai pada hubungan antara Os. Humerus dengan Os. Ulna dan Os. Radius, hubungan antar Os. Atlas dengan Os. Cranium.

- 3) Sendi pelana/sendai sellari yaitu hubungan antar tulang yang memungkinkan gerakan ke segala arah/gerakan bebas. Dijumpai pada hubungan Os. Scapula dengan Os. Humerus, hubungan antara Os. Femur dengan Os. Pelvis virilis.
- 4) Sendi kondiloid atau elipsoid yaitu hubungan antar tulang yang memungkinkan gerakan berporos dua, dengan gerak ke kiri dan ke kanan; gerakan maju dan mundur; gerakan muka/depan dan belakang. Ujung tulang yang satu berbentuk oval dan masuk ke dalam suatu lekuk yang berbentuk elips. Dijumpai pada hubungan Os. Radius dengan Os. Carpal.
- 5) Sendi peluru yaitu hubungan antar tulang yang memungkinkan gerakan ke segala arah/gerakan bebas. Dijumpai pada hubungan Os. Scapula dengan Os. Humerus, hubungan antara Os. Femur dengan Os. Pelvis virilis.
- 6) Sendi luncur yaitu hubungan antar tulang yang memungkinkan gerakan badan melengkung ke depan (membungkuk) dan ke belakang serta gerakan memutar (menggeliat). Hubungan ini dapat terjadi pada hubungan antarruas tulang belakang, persendian antara pergelangan tangan dan tulang pengumpil.

5. Low Back Region

Low back region berfungsi untuk menegakkan/menopang postur struktur tulang belakang manusia. Postur tegak juga meningkatkan gaya mekanik struktur tulang belakang lumbrosakral. Antar tulang belakang diikat oleh intervertebal, serta oleh ligamen dan otot. Ikatan antar tulang yang lunak membuat tulang punggung menjadi fleksibel. Struktur ruas tulang punggung dikelompokkan menjadi:

- a. *Cervical*/leher terdiri dari 7 ruas.
- b. *Thoracalis*/punggung terdiri dari 12 ruas.
- c. *Lumbalis*/pinggang terdiri dari 5 ruas.
- d. *Sakralis*/kelangkang terdiri dari 5 ruas.
- e. *Koksigeus*/ekor terdiri dari 4 ruas.

Sedangkan komponen punggung dan *low back region* terdiri dari:

- 1) Otot punggung, ditunjang oleh punggung, perut, pinggang, dan tungkai yang kuat dan fleksibel. Semua otot ini berfungsi untuk menahan agar tulang belakang dan diskus tetap dalam posisi normal Otot-otot punggung terdiri dari (Coad jane, 2001)
 - a) Spina erektor, terdiri dari massa serat otot, berasal dari belakang sakrum dan bagian perbatasan dari tulang inominate dan melekat ke belakang kolumna vertebra atas, dengan serat yang selanjutnya timbul dari vertebra dan sampai ke tulang oksipital. dari tengkorak. Otot tersebut mempertahankan posisi tegak tubuh dan memudahkan tubuh untuk mencapai posisinya kembali ketika dalam keadaan fleksi.
 - b) Lastimus dorsi, adalah otot datar yang meluas pada belakang punggung. Aksi utama dari otot tersebut adalah menarik lengan ke bawah terhadap posisi bertahan, gerakan rotasi lengan ke arah dalam, dan menarik tubuh menjauhi lengan pada saat mendaki. Pada pernapasan yang kuat menekan bagian posterior dari abdomen.
- 2) Diskus, merupakan bantalan tulan rawan yang berfungsi sebagai penahan goncangan. Terdapat diantara vertebrae sehingga memungkinkan sendi-sendi untuk bergerak secara halus. Tiap diskus mengandung cairan yang mengalir ke dalam dan keluar diskus. Cairan ini berfungsi sebagai pelumas sehingga memungkinkan punggung bergerak bebas. Diskus bersifat elastis, mudah kembali ke bentuk semula jika tertekan di antara kedua vertebra.
- 3) Gluteus maksimus, gluteus medius, dan gluteus minimus adalah otot-otot dari bokong. Otot-otot tersebut semua timbul dari permukaan sebelah luar ilium, sebagian gluteus maksimus timbul dari sebelah belakang sacrum. Aksi utama otot-otot tersebut adalah mempertahankan posisi gerak tubuh, memperpanjang persendian panggul pada saat berlari, mendaki, dan saat menaiki tangga, dalam mengangkat tubuh dari posisi duduk atau membungkuk,

gerakan abduksi dan rotasi lateral dari paha.

6. *Intervertebral Disc*

Pada manusia memiliki ruas tulang belakang terdapat sebuah struktur yang dibentuk oleh sejumlah tulang yang disebut vertebra (*vertebral body*). Pada setiap dua ruas vertebra terdapat sebuah bantalan tulang rawan berbentuk cakram yang disebut dengan Intervertebral Disc. Pada tubuh manusia terdapat 24 buah Intervertebral disc. Tulang rawan ini berfungsi sebagai penyangga agar vertebra tetap berada pada posisinya dan juga memberi fleksibilitas pada ruas tulang belakang ketika terjadi pergerakan atau perubahan posisi pada tubuh. Susunan tulang rawan ini terbagi menjadi 3 bagian sebagai berikut (Martini, 2001).

- a. Nucleus pulposus, memiliki kandungan yang terdiri dari 14% proteoglycan, 77% air, dan 4% collagen.
- b. Annulus fibrosus, mengandung 5% proteoglycan, 70% air, dan 15% collagen.
- c. Cartilage endplate, terdiri dari 8% proteoglycan, 55% air, dan 25% collagen.

7. *Neck/Tulang Leher*

Tulang leher terdiri dari tujuh ruas, mempunyai badan ruas kecil dan lubang ruasnya besar. Pada taju sayapnya terdapat lubang tempat lajunya saraf yang disebut foramen tranvertalis. Ruas pertama vertebra servikalis disebut atlas yang memungkinkan kepala mengangguk. Ruas kedua disebut prosesus odontois (aksis) yang memungkinkan kepala berputar ke kiri dan ke kanan. Ruas ketujuh mempunyai taju yang disebut prosesus prominan. Taju ruasnya agak panjang. Tulang-tulang yang terdapat pada leher yaitu:

- a. Os. Hyoideum adalah sebuah tulang yang berbentuk U dan terletak di atas cartilago thyroidea setinggi vertebra cervicalis III.
- b. Cartilago thyroidea
- c. Prominentia laryngea, dibentuk oleh lembaran-lembaran cartilago thyroidea yang bertemu di bidang median. Prominentia laryngea dapat diraba dan seringkali terlihat.

- d. Cornu superius, merupakan tulang rawan yang dapat diraba bilamana tanduk disisi yanglain difiksasi.
- e. Cartilagocricoida, sebuah tulang rawan larynx yang lain, dapat diraba di bawahprominentia laryngea.
- f. Cartilagine tracheales, teraba di bagian inferior leher.
- g. Cincin-cincin tulang rawan kedua sampai keempat tidak teraba karena tertutup oleh isthmus yang menghubungkan lobus dexter dan lobus sinister glandulae thyroideae.
- h. Cartilage trachealis I, terletak tepat superior terhadap isthmus.

Otot bagian leher dibagi menjadi tiga bagian yaitu muskulus platisma, muskulus sternokleidomastoideus, dan muskulus longisimus kapitis.

- a. Muskulus platisma yang terdapat di bawah kulit dan wajah. Otot ini menuju ke tulang selangka dan iga kedua. Fungsinya menarik sudut-sudut mulut ke bawah dan melebarkan mulut seperti sewaktu mengekspresikan perasaan sedih dan takut, juga untuk menarik kulit leher ke atas.
- b. Muskulus sternokleidomastoideus terdapat pada permukaan lateral proc.mastoideus ossis temporalis dan setengah lateral linea nuchalis superior. Fungsinya memiringkan
- c. kepala ke satu sisi, misalnya ke lateral (samping), fleksi dan rotasi leher, sehingga wajahmenghadap ke atas pada sisi yang lain; kontraksi kedua sisi menyebabkan fleksi leher. Otot ini bekerja saat kepala akan ditarik ke samping. Akan tetapi, jika otot muskulus platisma dan sternokleidomastoideus sama-sama bekerja maka reaksinya adalah wajah akan menengadah.
- d. Muskulus longisimus kapitis, terdiri dari splenius dan semispinalis kapitis. Fungsinya adalah laterofleksi dan eksorotas kepala dan leher ke sisi yang sama.Ketiga otot tersebut terdapat di belakang leher yang terbentang dari belakang kepala keprosesus spinalis korakoid. Fungsinya untuk menarik kepala belakang dan menggelengkan kepala.

8. *Elbow/Siku*

Elbow/Siku adalah suatu titik yang sangat kompleks di mana terdapat tiga tulang yaitu humerus, radius dan ulna. Ketiga tulang tersebut bekerja secara bersama-sama dalam suatu gerakan flexi, extensi dan rotasi.

9. *Shoulder/Bahu*

Tulang-tulang pada bahu terdiri dari:

- a. *Clavicula* (tulang selangka), merupakan tulang berbentuk lengkung yang menghubungkan lengan atas dengan batang tubuh. Ujung medial (ke arah tengah) *clavicula* berartikulasi dengan tulang dada yang dihubungkan oleh sendi. *Sternoclavicular*, sedangkan ujung lateral-nya (ke arah samping) berartikulasi dengan *scapula* yang dihubungkan oleh sendi *acromioclavicular*. Sendi *sternoclavicular* merupakan satu-satunya penghubung antara tulang *extremitas* bagian atas dengan tubuh.
- b. *Scapula* (tulang belikat), merupakan tulang yang berbentuk segitiga. Tulang ini berartikulasi dengan *clavicula* dan tulang lengan atas. Ke arah lateral *scapula* melanjutkan diri sebagai *acromioclavicular* yang menghubungkan *scapula* dengan *clavicula*. Sendi *glenohumeral*, merupakan penghubung antara tulang lengan atas dengan *scapula*.

Otot bahu hanya meliputi sebuah sendi saja dan membungkus tulang pangkal lengan dan *scapula*.

- a. *Muskulus deltoideus* (otot segi tiga), otot ini membentuk lengkung bahu dan berpangkal di bagian lateral *clavicula* (ujung bahu), *scapula*, dan tulang pangkal lengan. Fungsi dari otot ini adalah mengangkat lengan sampai mendatar.
- b. *Muskulus subkapularis* (otot depan *scapula*). Otot ini dimulai dari bagian depan *scapula*, menuju tulang pangkal lengan. Fungsi dari otot ini adalah menengahkan dan memutar humerus (tulang lengan atas) ke dalam.
- c. *Muskulus supraspinatus* (otot atas *scapula*). Otot ini berpangkal di lekuk sebelah atas menuju ke tulang pangkal lengan. Fungsi otot ini adalah untuk mengangkat lengan.
- d. *Muskulus infraspinatus* (otot bawah *scapula*). Otot ini

- berpangkal di lekuk sebelah bawah scapula dan menuju ke tulang pangkal lengan. Fungsinya memutar lengan keluar.
- e. Muskulus teres mayor (otot lengan bulat besar). Otot ini berpangkal di siku bawah scapula dan menuju tulang pangkal lengan. Fungsinya bisa memutar lengan ke dalam.
 - f. Muskulus teres minor (otot lengan bulat kecil). Otot ini berpangkal di siku sebelah luar scapula dan menuju tulang pangkal lengan. Fungsinya memutar lengan ke luar.

10. Muskuloskeletal Disorders

Musculoskeletal disorders adalah kondisi dimana bagian dari sistem otot dan tulang mengalami masalah (sakit). Penyakit ini terjadi akibat bagian tubuh meregang terlalu jauh, mengalami tubrukan secara langsung, ataupun karena kegiatan lainnya yang mengakibatkan kesalahan pada sistem otot dan tulang. Penyakit otot dan tulang atau lebih dikenal dengan musculoskeletal disorders/MSDs merupakan penyakit akibat kerja. Gejalanya berupa pegal atau sakit otot, tulang, dan sendi. Sebagian kecil hal ini disebabkan oleh penyakit spesifik, namun sebagian besar sering disebabkan oleh kesalahan sikap (*posture*) seperti sikap kerja, sikap duduk, sikap tidur, dan masalah lainnya.

Musculoskeletal *disorders* dapat terjadi pada *low back region*, *intervertebral discs*, *neck*, *elbow*, maupun *shoulder*.

a. *Low-back region*

Penyakit yang sering terjadi pada *low-back region* yaitu *low-back pain*. Gejala *low-back pain* berupa sakit pinggang atau nyeri punggung. Faktor risiko di tempat kerja meliputi:

- 1) Beban kerja fisik yang berat, seperti terlalu sering mengangkat atau mengangkut, menarik, dan mendorong benda berat.
- 2) Posisi tubuh yang terlalu lama membungkuk ataupun posisi tubuh lainnya yang tidak wajar.
- 3) Terlalu lama mengendarai kendaraan bermotor.
- 4) Faktor psikososial di tempat kerja, seperti pekerjaan yang monoton, bekerja di bawah tekanan, atau kurangnya dukungan sosial antar pekerja dan atasan.

b. *Intervertebral Discs*

Penyakit yang sering terjadi diantaranya:

- 1) Skoliosis adalah keadaan melengkungnya tulang belakang seperti huruf 'S', dimana intervertebral discs dan tulang vertebra retak.
- 2) Spondylolisthesis yaitu terjadinya pergeseran tulang vertebra ke depan sehingga posisi antara vertebra yang satu dengan yang lain tidak sejajar. Diakibatkan oleh patah pada penghubung tulang di bagian belakang vertebra.
- 3) Ruptur terjadi karena pecahnya anulus posterior akibat aktifitas fisik yang berlebihan.
- 4) Spinal stenosis adalah penyempitan pada sumsum tulang belakang yang menyebabkan tekanan pada serabut saraf spinal.

Faktor risiko penyakit ini diantaranya adalah:

- 1) Beban/tekanan bahwa posisi saat duduk dapat menekan tulang belakang 5 kali lebih besar daripada saat berbaring.
- 2) Merokok.
- 3) Terpapar dengan vibrasi/getaran pada level tinggi, yaitu 5 - 10 Hz (biasanya dihasilkandari kendaraan).

c. *Neck*

Penyakit yang sering muncul diantaranya:

- 1) *Tension neck*, terjadi karena pemusatan tekanan leher pada otot trapezeus.
- 2) *Acute torticollis* adalah salah satu bentuk dari nyeri akut dan kaku leher.
- 3) *Acute disorder*, terjadi karena hilangnya resistensi vertebra torakalis terhadap tekanan ringan.
- 4) *Choronic disorder* terjadi karena adanya penyempitan diskus vertebralis.
- 5) *Traumatic disorder* dapat disebabkan karena kecelakaan.

Faktor risiko terjadinya penyakit ini di tempat kerja yaitu:

- 1) Sering terjadi pada pekerja VDU (Visual Display Unit), penjahit, tukang perbaikan alat elektronik, dokter gigi, dan

pekerja di pertambangan batu bara.

- 2) Pekerjaan entri data, mengetik, mengggaji (manufaktur), pemasangan lampu, dan rolling film. Pekerjaan-pekerjaan di atas menyebabkan leher berada pada satu posisi yang sama dalam waktu yang lama sehingga otot leher megalami kelelahan.
- 3) Pekerjaan dengan gerakan berulang pada tangan.
- 4) Terpajan oleh vibrasi yaitu penggunaan mesin bor atau mesin lainnya yang mengeluarkan vibrasi.
- 5) Pengorganisasian kerja yaitu durasi pekrjaan yang lama (*over time*), waktu istirahat (jeda) yang singkat.
- 6) Faktor psikologi dan sosial seperti stres, kurangnya kontrol terhadap organisasi kerja, kurangnya relasi antara manajemen dan sesama pekerja, pekerjaan yang menuntut keakuratan dan kecepatan kerja.

d. *Elbow*

Penyakit yang sering terjadi yaitu:

- 1) *Epicondylitis* adalah kondisi yang sangat menyakitkan dimana otot yang menggerakkan tangan dan jari bertemu dengan tulang.
- 2) *Olecranon bursitis* merupakan peradangan yang terjadi di olecranon bursa (kantong cairan dibagian dorsal siku), karena trauma berulang kali dan infeksi.
- 3) *Osteoarthritis* yaitu kerusakan kartilago di siku, jarang terjadi pada orang usia 60 tahun ke bawah.

Faktor risiko penyakit ini yaitu:

- 1) Pekerjaan yang menggunakan pergelangan tangan dan jari secara berulang dan penuhtenaga (*hand-intensive tasks*).
- 2) Penggunaan peralatan tangan atau pekerjaan manual yang berat secara intensif, misalnya di pertambangan dan konstruksi.
- 3) Vibrasi.
- 4) Trauma.

e. *Shoulder*

Penyakit yang sering terjadi di tempat kerja yaitu:

- 1) Rotator cuff disorder and biceps tendinitis dimana terjadi peradangan pada tendon dan membran sinovial.
- 2) Shoulder joint and acromioclavicular joint osteoarthritis adalah penurunan komponen kartilago dan tulang pada penghubung dan intervertebral discs.
- 3) Faktor risiko penyakit ini yaitu:
- 4) Pekerjaan yang sering mengangkat/menaikkan tangan dengan durasi yang panjang, misalnya pada industri otomotif.
- 5) Menggerakkan pergelangan tangan dan jari secara berulang dan sepuh tenaga, misalnya pada penjahit.
- 6) Mengangkat benda berat dan menggunakan peralatan yang berat disertai vibrasi pada lengan, misalnya pada pekerja konstruksi.
- 7) Melakukan gerakan flexi dan abduksi secara berulang, misalnya pada pelukis, tukang kayu, dan atlet.

Berikut ini juga disajikan beberapa penyakit Lain yang berhubungan dengan musculoskeletal yaitu (Coad jane, 2001):

1. *Primary Fibromyalgia*. Penyebab penyakit ini tidak diketahui. Ditandai dengan rasa lelah yang menyerang pada pagi hari, dengan gejalanya yaitu lemas, kaku, dan bengkak pada jari.
2. *Rheumatoid Arthritis*. Penyakit rematik yang juga bisa menyerang tulang dan persendian. Kebanyakan terjadi pada wanita umur 30-50 tahun. Penyebabnya tidak diketahui. Dengan gejala yaitu bengkak pada sendi-sendi jari, kelemahan pada kaki, dan demam rendah.
3. *Gout* atau asam urat terjadi karena adanya gangguan metabolisme sehingga menyebabkan peradangan pada sendi, terutama terjadi pada laki-laki.
4. Osteoporosis yaitu penyakit kelainan pada tulang yang ditandai dengan menurunnya massa tulang, kerusakan tubuh atau arsitektur tulang sehingga tulang mudah patah. Terjadi karena kurangnya intake kalsium, kebiasaan merokok, konsumsi kopi, dan berat badan di bawah rata-rata.
5. Kanker tulang, sering menyerang anak kecil dan remaja,

- penyebabnya tidak diketahui.
6. Osteomyelitis yaitu infeksi tulang karena bakteri, jamur atau virus. Risiko meningkat pada penderita diabetes.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, P. . 1999. *Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia*. Jakarta: EGC.
- Coad jane. 2001. *Anatmy and Physiology for Midwife*. London.
- Company Verralls Sylvia. 1997. *Anatomi dan Fisiologi Terapan dalam Kebidanan*. Jakarta: EGC.
- Landau BR. 1980. *Essensial Human Anatomy and Physiology 2 nd edition scatt Foresman and company Glenview*.
- Martini, F. H. et. a. 2001. *Fundamental of anatomy and physiology 5nd edition New jersey Prentice hall*.
- Pearce E C. 1999. *Anatomi dan Fiisiologi untuk Paramedis*. Jakarta: Gramedia.
- Wijaya. 1996. *Anatomy dan alat-alat rongga panggul*. Jakarta: FKUI.

BAB 4

ANATOMI FISIOLOGI ENDOKRIN DAN GLAND ENDOKRIN

Oleh Eny Sendra

4.1 Pendahuluan

Endokrin dalam pengertian Bahasa Yunani adalah “sekret yang masuk sirkulasi ke dalam darah yaitu hormone”. Sistem endokrin merupakan sistem kontrol kelenjar tanpa saluran (ductus) menghasilkan hormon yang tersirkulasi di tubuh melalui aliran darah untuk mempengaruhi organ-organ lain. Hormon bekerja mengatur pemecahan substansi metabolisme kimia, homeostatis organ ginjal, tumbuh dan kembang normal, serta reproduksi seksual pada jaringan atau organ tertentu dan mengatur aktivitas yang seimbang. Hasil stimulasi hormon dipengaruhi faktor kadar zat dalam darah, karena hormon juga mengalir di darah. Molekul khusus dari setiap hormon bisa masuk ke dalam reseptor (penerima) pada jaringan atau organ sasarannya saja (Syarifuddin, 2009). Sistem endokrin merupakan kelenjar mengirim hasil sekresinya ke dalam darah yang beredar dalam jaringan, kelenjar ini tidak memiliki saluran tapi mensekresi hormon langsung ke darah sehingga dapat mencapai sel darah dalam tubuh. Hormon sebagai “pembawa pesan” dibawa aliran darah ke dalam sel tubuh kemudian menerjemahkan “pesan” menjadi tindakan (Evi L. D, 2014). Sistem endokrin terdiri atas badan jaringan kelenjar, seperti tiroid, berupa kelenjar di dalam suatu organ, seperti organ reproduksi pria (buah zakar) , organ reproduksi wanita (indung telur), dan otak serta sistem kardiovaskuler. Endokrin mensekresi hormon bertujuan untuk homeostatis tubuh. Sistem yang bekerja di otak, saling mendukung, namun dengan kecepatan berbeda. Apabila gland endokrin terjadi gangguan fungsi, maka titer hormon dalam darah bisa naik/ bahkan turun, sehingga homeostatis tubuh akan terganggu, dimana sekresi hormon relatif berada di level tertentu (Philip E.P, 2001).

4.2 Definisi Gland Endokrin

Merupakan kelenjar yang bertugas memproduksi/mensekresi hormon berfungsi mengatur kegiatan organ tubuh sesuai dengan dibutuhkan organ. Sekresi hormon akan masuk ke pembuluh darah.

4.3 Tipe Dan Fungsi Kelenjar Endokrin

4.3.1 Tipe Kelenjar Endokrin

Kelenjar terdiri dari 2 bagian yakni gland endokrin dan gland eksokrin.

1. Gland endokrin

Mensekresi hormon dalam darah. Gland endokrin berada di pulau Langerhans, gland gonad berada pada indung telur, buah zakar, gland adrenal, hipofise, tiroid serta paratiroid.

2. Gland eksokrin mensekresi ke duktus permukaan tubuh seperti kulit serta organ internal.

4.3.2 Fungsi Kelenjar Endokrin

1. Kelenjar endokrin bertugas mengontrol aktivitas tubuh agar berfungsi secara maksimal.
2. Kelenjar endokrin mensekresi sistem tubuh untuk dilanjutkan pada sistem saraf, sehingga berdampak pada homeostatis tubuh.
3. Sistem endokrin berpengaruh pertumbuhan jaringan sehingga berfungsi optimal.
4. Sistem endokrin berfungsi menstimulasi sistem oksidasi tubuh berfungsi meningkatkan absorpsi glukosa pada ileum
5. Kelenjar endokrin berpengaruh pada metabolisme lemak, vitamin, protein, mineral, air, hidrat arang di sehingga bekerja secara maksimal.

4.3.3 Fungsi Hormon

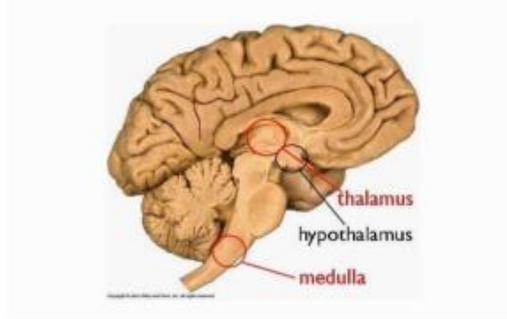
Fungsi hormon dalam tubuh sebagai berikut :

1. Mengendalikan proses metabolisme seperti proses oksidatif, dan pertumbuhan serta perkembangan organ reproduksi.
2. Homeostasis dalam tubuh.

4.4 Jenis- Jenis Kelenjar Dalam Sistem Endokrin

Gland endokrin pada pria yaitu buah zakar dan indung telur pada wanita.

1. Hypothalamus



Gambar 4.1 : Hypothalamus

Sumber : <https://belajar5.decorhomebestthe.me/2018/06/definisi-kelenjar-hipofisis-letak.html>

Hypothalamus sebenarnya adalah bagian dari otak yang mensekresi hormon. Untuk menstimulasi kelenjar hipofisis untuk mensekresi bahkan menghentikan produksi hormon. Hypothalamus mensekresi hormon yang mengatur metabolisme tubuh. Menstimulasi kelenjar pituitari, disimpan dan siap digunakan. Hormon antidiuretik memerintahkan ginjal untuk memproduksi urine lebih pekat. Sedangkan hormon oksitosin mempengaruhi kontraksi uterus, pada saat proses persalinan. Hipotalamus serta hipofisis berada di dekat otak bawah (Syamsuri Istamar, 2014).

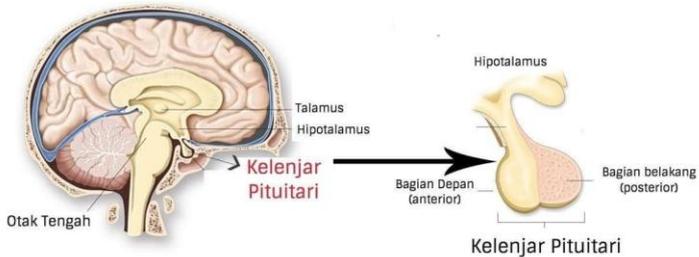
2. Kelenjar pituitari

Sebesar kacang melekat pada hypothalamus pada tangkai tipis terdiri dari 2 bagian yaitu :

- a. Lobus posterior menyimpan hormon di hypothalamus.
- b. Lobus anterior mensekresi hormon hipofisis.

Rata-rata hormon hipofisis mempengaruhi kelenjar endokrin sehingga sering disebut “master gland” dari sistem

endokrin. Beberapa sistem hormon hipofisis dan efeknya tercantum dalam tabel berikut ini. (Syaifuddin, 2019).



Gambar 4.2 : Kelenjar Pituitari

Sumber : <https://belajar5.decorhomebestthe.me/2018/06/definisi-kelenjar-hipofisis-letak.html>

Tabel 4.1 : Hormon dan Target Organ

Hormon	Target	Berpengaruh
Hormon adreno kortikotropik	Gland Adrenal	Mensekresi korteks dan kelenjar adrenal dalam mensekresi ACTH
TSH	Gland Tiroid	Mensekresi TSH.
GH	Sel	Mensekresi sel tubuh pada preses metabolisme protein untuk pertumbuhan.
FSH	Indung telur, buah zakar	Pada wanita menstimulasi ovarium saat pertumbuhan ovum, pada pria menstimulasi buah zakar untuk menghasilkan sperma.
LH	Indung telur, buah zakar	Mensekresi indung telur dan buah zakar untuk memproduksi hormon seks, dan indung telur untuk mengeluarkan ovum.
Prolaktin	Kelenjar mammae	Mensekresi kelenjar montgomery dalam memproduksi ASI.

Sumber : Evelyn C. Pearce, 2012

3. Gland Hipofisis

Gland hipofisis berada di bawah Cerebrum. Gland hipofisis identik dengan master gland sehingga berfungsi mengatur metabolisme endokrin

a. **Lobus Anterior Hipofisis**

Lobus anterior hipofisis mensekresi hormon seperti :

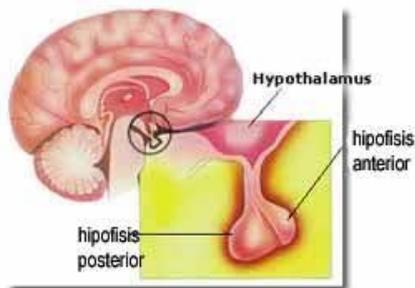
- 1) STH
Merupakan hormon pertumbuhan (GH) berfungsi dalam pertumbuhan.
- 2) LTH
Identik dengan prolaktin. Berfungsi mensekresi kelenjar montgomery untuk memproduksi ASI.
- 3) TSH
Berfungsi mensekresi gland tiroid.
- 4) ACTH
ACTH berfungsi mensekresi gland korteks adrenal.
- 5) GH
Mensekresi FSH dan LH, FSH pada pria mempengaruhi spermatogenesis, sedangkan pada wanita berfungsi untuk mensekresi pematangan folikel di indung telur.

b. **Lobus Intermedia Hipofisis**

Memproduksi melanocyte stimulating hormon (MSH), berguna mengendalikan warna kulit.

4. **Lobus Posterior Hipofisis**

Memproduksi 2 hormon seperti vasopresin berpengaruh pada tensi. Oksitosin berpengaruh pada proses persalinan.



Gambar 4.3 : Hipofisis

Sumber : <https://brainly.co.id/tugas/28677>

5. Gland Tiroid (Gland Gondok)

Gland tiroid berada di kiri-kanan trakea sekitar faring. Berfungsi mensekresi hormon tiroksin, tridotironin, serta kalsironin. Hormon ini akan berpengaruh metabolisme sel, berpengaruh pertumbuhan serta perubahan tiroksin.

Hipersekresi tiroksin orang dewasa menyebabkan morbus basedow. Sign hipertiroid sebagai berikut : metabolisme meningkat, denyut jantung cepat, gugup, emosional, kelopak mata melebar, serta bola mata menonjol. Hiposekresi tiroksin orang dewasa menyebabkan miksedemia. Sign hiposekresi tiroksin obesitas dan kecerdasan menurun. Sedangkan hipersekresi tiroid anak menyebabkan gigantisme. Hiposekresi tiroksin anak menyebabkan kerdil dan retardasi mental.

Hormon tiroksin berisi yodium. Sehingga jika kadar yodium rendah dalam jangka panjang dapat menyebabkan pembengkakan gland tiroid. Hal itu terjadi karena gland tiroid bekerja memproduksi tiroksin dimana kondisi kekurangan yodium. Sehingga terjadi pembengkakan gland tiroid (penyakit gondok).

Hormon kalsitonin untuk homeostasis dimana ion kalsium (Ca^{2+}) di darah. Jika ion Ca^{2+} naik, hormon kalsitonin akan naik sehingga ion Ca^{2+} berada masuk di sistem rangka.

6. Kelenjar Paratiroid (Gland Anak Gondok)

Berada pada dorsal gland tiroid. Berfungsi mensekresi hormon parathormon yang mengatur pertukaran kalsium dan fosfor pada darah.

kadar kalsium di darah rendah, maka parathormon dapat mempengaruhi zat kapur pada tulang sehingga masuk pada darah menjadi ion Ca^{2+} .

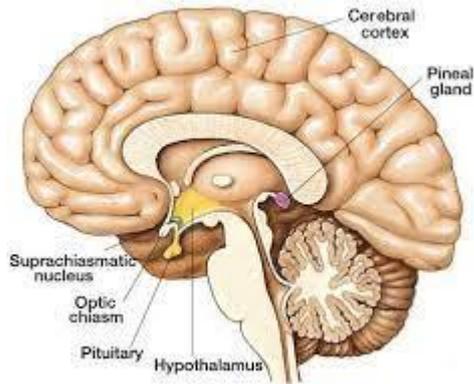
Apabila terjadi hipersekresi parathormon dalam darah naik akan menyebabkan pengendapan zat kapur (penyebab batu ginjal). Dan jika terjadi hiposekresi parathormon akan mengakibatkan penyakit tetanus (Philip E.P, 2001).

7. Gland Epifisis

Hingga sekarang fungsi gland epifisis manusia belum diketahui secara pasti. Kelenjar epifisis katak berperan mengatur pigmen melanin. Berfungsi jika katak dalam kondisi

tidak menyenangkan, pigmen melanin berkumpul sehingga kulit katak berubah pucat.

Gland timus berfungsi menyimpan hormon somatotropin atau hormon pertumbuhan di masa pertumbuhan. Gland timus tidak memproduksi diusia dewasa (Rubin , M. R. & J. Sliney Jr. 2014).



Gambar 4.4 : Kelenjar Epifisis

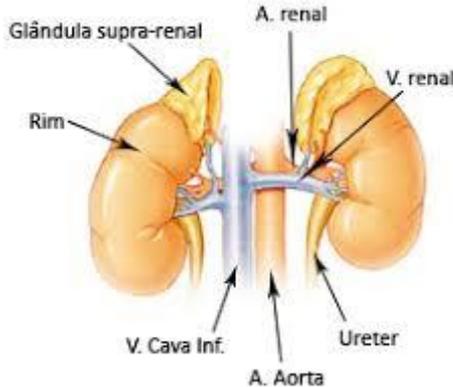
https://pspk.fkunissula.ac.id/sites/default/files/2017_Hormon_KELENJAR%20ENDOKRIN.pdf

8. Gland Suprarenalis (Gland Anak Ginjal atau Gland Adrenal)

Gland suprarenalis ini terbagi 2 segmen seperti korteks serta medulla.

- 1)Korteks / kulit memproduksi :
 - a. Mineralo kortikoid berperan menyerap ion Na dalam darah dan reabsorpsi air di organ ginjal.
 - c. Gluko kortikoid berfungsi meningkatkan level glikogen.
 - d. Androgen dan gland gonad mempengaruhi sifat sex sekunder pria.
- 2) Medula/di tengah memproduksi hormon adrenalin dan epinefrin yang berguna untuk :
 - a. Meningkatkan denyut jantung, mengecilkan pembuluh darah dan kelenjar mukosa.

- b. Menurunkan kerja otot polos trakhea untuk melonggarkan pernafasan.
- c. Meningkatkan glukosa dan mempengaruhi proses pemecahan glikogen dalam hati atau glikogenesis. (Evelyn C, 2012).



Gambar 4.5 : Kelenjar Suprarenalis

Sumber : <https://docplayer.info/47663226-Peristiwa-kimiawi-sistem-hormon.html>

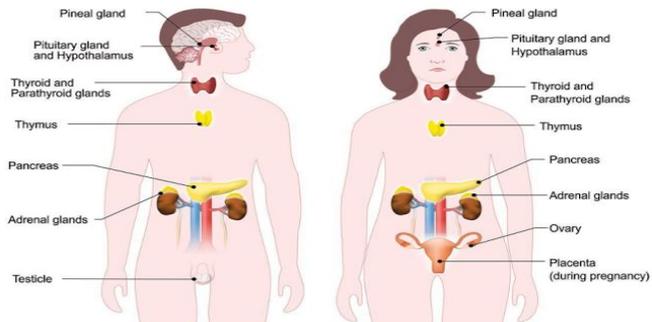
9. Gland Langerhans

Berada di pankreas. Berfungsi mensekresi hormon insulin. Hormon insulin berperan dalam merubah gula menjadi glikogen di dalam hati dan otot. Jika terjadi hiposekresi insulin mengakibatkan diabetes mellitus.

10. Gland Sex (Gonad)

a. Gland Sex Pria

Gland sex terbagi 2 yakni pria – wanita. Gland sex pria (buah zakar) berfungsi memproduksi sperma, hormon androgen, juga testosteron. Hormon androgen dan testosteron berperan mensekresi sperma, mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan karakteristik seks sekunder pada pria. Testosteron berfungsi pada pertumbuhan remaja, proses spermatogenesis, berefek negatif pada sekresi LH (Evi L. D, 2014).



Gambar 4.6 : kelenjar endokrin

Sumber: <https://anatomitutorial.blogspot.com/2021/01/apa-itu-sistem-endokrin-pada-anatomi.html>

b. Gland Sex Wanita

Ovarium mensekresi hormon estrogen, hormon progesteron, serta ovum. Estrogen berfungsi mensekresi pertumbuhan dan perkembangan endometrium, serta organ sex sekunder wanita. Peran progesteron sebagai pengatur pertumbuhan dan perkembangan plasenta, menghambat sekresi FSH, dan melancarkan ASI (Syaifuddin, 2016).

DAFTAR PUSTAKA

- Luwita, Dwisang Evi, 2014. *Anatomi dan Fisiologi untuk Perawat dan Paramedis*. Tangerang Selatan.
- Pearce, Evelyn C. 2012, *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis* – Jakarta.
- Sagiran Dr, dr,Sp.B(K), 2012, *Fisiologi Sistem Endokrin*, EGC
- Syaifuddin 2016, *Anatomi fisiologi untuk mahasiswa perawat edisi 3*. Jakarta
- Syaifuddin 2012, *Anatomi fisiologi untuk keperawatan dan kebidanan. Edisi 4*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

BAB 5

SISTEM LIMFATIK

Oleh Dewi Sartiya Rini

5.1 Pendahuluan

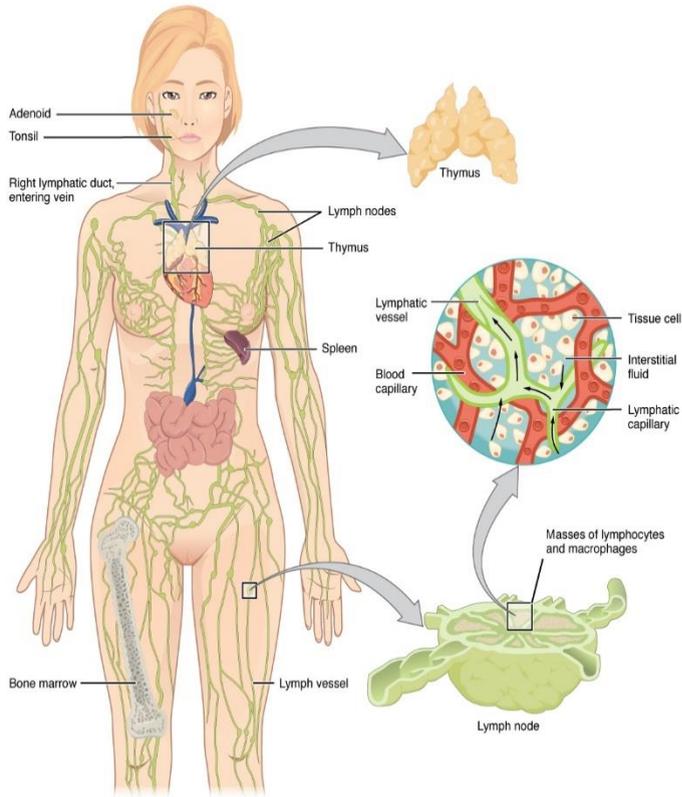
Sistem limfatik adalah jalur tambahan yang berfungsi mengalirkan cairan dari ruang interstitial ke dalam darah. Sistem limfatik mengangkut protein dan zat partikel besar keluar jaringan dan tidak dapat berpindah melalui absorpsi langsung ke dalam kapiler darah. Sistem limfatik berhubungan erat dengan sirkulasi darah karena mengandung cairan yang berasal dari darah dan mempunyai jaringan pembuluh limfe.

Sistem limfatik berperan penting dalam proses pembuangan cairan yang berlebih. Cairan darah sekitar 21 liter membawa zat terlarut dan protein plasma yang keluar dari ujung kapiler dan kemudian masuk ke dalam jaringan. Lalu cairan kembali secara langsung ke aliran darah melalui kapiler pada ujung venanya. Namun \pm 4 liter cairan mengalir melalui pembuluh limfe sehingga cairan pada jaringan tetap terkontrol.

Sistem limfatik juga berperan dalam proses absorpsi di usus halus. Lemak dan zat yang terlarut pada lemak diabsorpsi ke dalam lakteal sentral. Selain itu, sistem limfatik juga mempertahankan tubuh dari penyakit karena organ limfatik membantu proses maturasi limfosit yang bertugas dalam proses imunitas.

5.2 Sistem Limfatik

Pada prinsipnya, sistem limfatik manusia terdiri atas (Gambar 5.1) pembuluh limfe, nodus limfe, organ limfe misalnya limpa dan timus serta jaringan limfoid difus seperti tonsil dan sumsum tulang.



Gambar 5.1 : Bagian Utama Sistem Limfatik
(sumber: wikipedia.org)

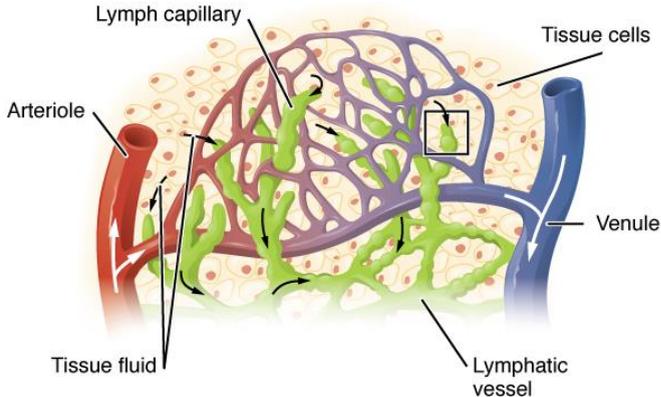
5.2.1 Pembuluh Limfe Kapiler Limfatik

Kapiler limfatik adalah saluran yang ujungnya tertutup dan terletak pada ruang antarsel. Kapiler limfatik ditemukan hampir di seluruh tubuh kecuali jaringan yang tidak memiliki pembuluh seperti system saraf pusat, tulang dan sebagian besar lapisan superfisial kulit. Struktur kapiler limfatik sangat unik karena cairan interstitial dapat masuk ke dalam pembuluh kapiler limfatik namun tidak dapat keluar.

Pembuluh Limfe Besar

Beberapa kapiler limfatik akan membentuk pembuluh yang lebih besar yang disebut pembuluh limfe. Pembuluh limfe (gambar 5.2) adalah saluran yang membawa cairan yang berwarna putih yang

komposisinya sama dengan cairan interstisial yang biasa disebut getah bening. Cairan getah bening ini berdifusi masuk kedalam pembuluh kapiler limfe kecil yang terjalin diantara kapiler sistem kardiovaskuler. Selain itu, getah bening juga berfungsi membawa partikel bakteri yang kemudian difiltrasi dan dihancurkan oleh nodus limfe.



Gambar 5.2 : Pembuluh Limfe
(sumber : wikipedia.org)

Pembuluh limfe memiliki serat pada lapisan luar, adanya jaringan otot polos dan elastic pada lapisan tengah, dan lapisan endothelium pada lapisan dalam. Pembuluh limfe memiliki katup dengan bentuk cangkik agar cairan limfe mengalir ke satu arah yaitu menuju toraks. Lapisan otot pada dinding pembuluh limfe berfungsi sebagai pompa limfatik. Cairan akan mengalir melalui pembuluh limfe menuju dua saluran utama yaitu:

a. Duktus Torasik (Limfatikus Sinistra)

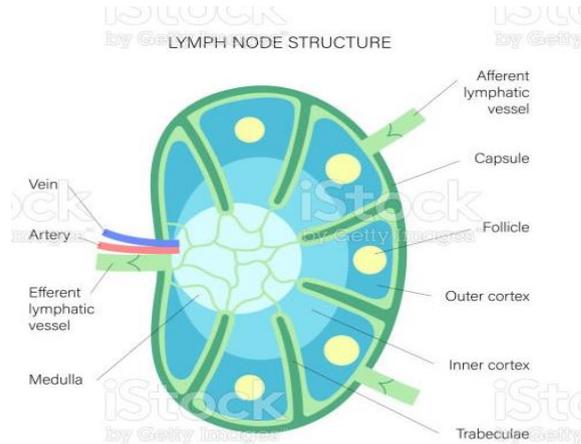
Duktus sinistra memiliki panjang sekitar 40 cm yang berawal dari kili sisterna (kantong limfatik) yang terletak pada sebelah anterior L2 dan sebelah posterolateral dari aorta abdominalis. Aliran ductus ini mengalir kaki, pelvis dan abdomen lalu ke toraks sebelah kiri, kepala, leher dan lengan kiri.

b. Duktus Limfatik Kanan

Duktus limfatik kanan memiliki panjang sekitar 1 cm, mulai dari dasar leher dan bersambung ke pembuluh vena subklavia kanan. Aliran ductus ini mengalir dari sebelah kanan toraks, kepala, leher dan lengan kanan.

5.2.2 Nodus Limfatik

Nodus (kelenjar) memiliki bentuk seperti kacang atau oval yang berkelompok dan terletak di sepanjang pembuluh limfe. Nodus memiliki berbagai ukuran mulai dari ukuran kecil yang nampak seperti peniti dan ukuran besar seperti almond (Gambar 5.3).



Gambar 5.3 : Struktur Nodus Limfatik
(sumber: <https://www.istockphoto.com/>)

Nodus limfatik terbungkus oleh kapsul jaringan fibrosa yang membentuk partisi atau trabekula pada bagian luarnya sedangkan pada bagian utama terdiri atas jaringan retikular dan limfatik yang memiliki banyak limfosit dan makrofag.

Nodus limfe memiliki fungsi yang penting dalam mekanisme pertahanan tubuh.

Filtrasi dan fagositosis

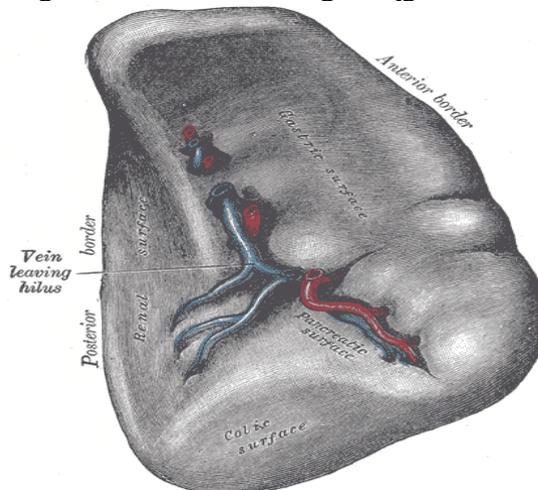
Materi organik akan dihancurkan di nodus limfe oleh makrofag dan antibodi sedangkan sebagian partikel anorganik yang diinhalasi tidak dapat dihancurkan di nodus limfe oleh fagositosis. Partikel ini tetap didalam makrofag namun tidak menyebabkan sel terbunuh atau rusak.

Proliferasi limfosit

Limfosit T dan B yang terdapat pada nodus limfe akan teraktivasi memperbanyak diri. Antibodi yang diproduksi oleh limfosit B tersensitisasi masuk ke limfe dan darah lalu mengalir nodus.

5.2.3 Limpa

Limpa merupakan organ limfe terbesar dan mengandung jaringan retikular dan limpatik. Limpa berada pada abdomen di hipokondria kiri antara fundus lambung dan diafragma. Limpa berukuran panjang sekitar 12 cm, lebar 7 cm, tebal 2,5 cm dengan berat sekitar 200g dan berwarna keunguan (gambar 8.4)



Gambar 5.4 : limpa
(sumber : wikipedia.org)

Limpa berbentuk sedikit oval dengan hilum ditepi tengahnya. Pada bagian permukaan depan ditutupi oleh peritoneum. Peritoneum menyelubungi kapsul fibroelastik yang melekat pada organ dan membentuk trabecular. Diantara trabecular terdapat pulpa splenik yang terdiri atas limfosit dan makrofag. Limpa memiliki beberapa fungsi penting yang berfokus pada sistem pertahanan. Adapun fungsi limpa sebagai berikut:

Fagositosis

Limpa melakukan fagositosis terhadap materi selular lainnya misalnya leukosit, trombosit dan mikroba.

Cadangan darah

Limpa memiliki volume darah sekitar 350 ml yang berespon terhadap stimulus simpatis sehingga volume darah ini dapat dengan cepat dikembalikan ke sirkulasi misalnya saat perdarahan.

Respons imun

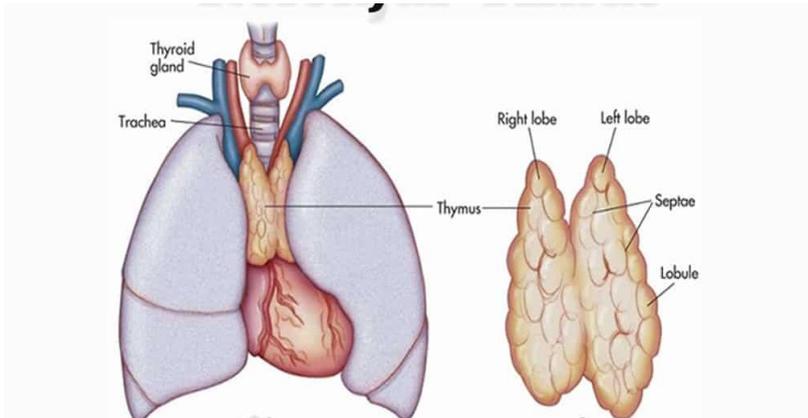
Limpa mengandung limfosit B dan limfosit T yang diaktivasi oleh antigen. Proliferasi limfosit saat infeksi dapat menyebabkan terjadinya pembesaran limpa.

Eritropoiesis

Limpa berperan dalam pembentukan sel darah janin. Selain itu, limpa juga dapat memenuhi fungsinya dalam pembentukan sel darah pada orang dewasa jika dibutuhkan.

5.2.4 Kelenjar Timus

Kelenjar timus memiliki berat sekitar 10-15 g yang terus bertumbuh hingga mencapai usia pubertas dan kemudian akan mulai mengalami atrofi. Letak kelenjar timus pada (gambar 5.5) bagian atas mediastinum, belakang sternum dan memanjang ke atas hingga dasar leher.

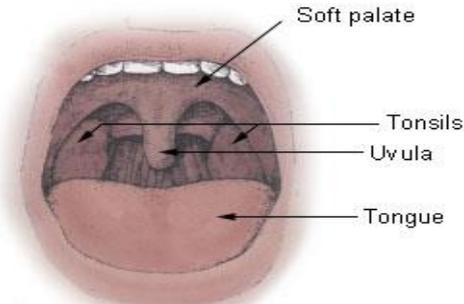


Gambar 5.5 : Kelenjar Timus

(sumber : <https://www.gurupendidikan.co.id/>)

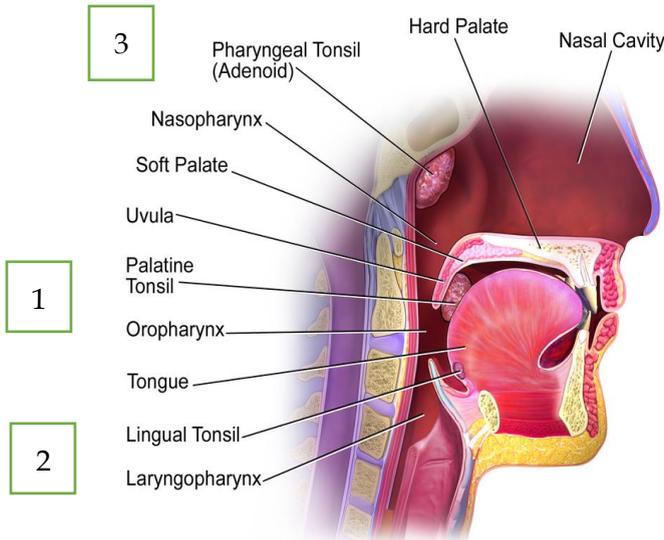
5.2.5 Tonsil

Tonsil (gambar 5.6) adalah organ yang ukurannya kecil terletak pada bagian belakang tenggorokan yang berfungsi membantu menyaring bakteri dan kuman sehingga dapat mencegah terjadinya infeksi.



Gambar 5.6 : Tonsil
(sumber : wikipedia.org)

Tonsil terbagi menjadi 3 jenis yaitu tonsila faringial (adenoid), tonsila palatina dan tonsila lingual yang ketiganya membentuk lingkaran yang disebut cincin Waldeyer (gambar 5.7)



Gambar 5.7 : Jenis Tonsil
(sumber : wikipedia.org)

Dalam kondisi normal, tonsil membantu mencegah terjadinya infeksi, dengan cara melakukan filter terhadap bakteri dan virus yang masuk ke dalam tubuh melalui mulut dan sinus. Tonsil juga berfungsi merangsang sistem imun untuk memproduksi antibodi yang bertanggung jawab dalam melawan infeksi.

5.3 Mekanisme pertahanan tubuh

Lingkungan disekitar kita mengandung berbagai jenis unsur patogen misalnya bakteri, virus, fungi, protozoa dan parasit yang tentunya dapat menyebabkan manusia terinfeksi. Setiap manusia memiliki sistem imun yang bergantung pada kemampuan mengenal molekul-molekul asing atau antigen yang terdapat pada permukaan unsur patogen. Kemampuan ini tentunya dimiliki oleh sistem limfatik misalnya kelenjar limfe, limpa, timus dan sumsum tulang.

5.3.1 Imunitas

Kemampuan tubuh dalam melawan hampir semua organisme atau toksin yang cenderung masuk ke jaringan dan organ disebut imunitas atau kekebalan. Ketika benda asing masuk ke dalam tubuh, segera dihasilkan zat yang akan bereaksi yang disebut antigen untuk mempertahankan tubuh dari serangan mikroorganisme dengan membentuk substansi yang disebut antibodi.

Aktivitas sistem imun sangat berperan dalam mengenali benda asing yang masuk dalam tubuh, antara lain:

1. Pertahanan tubuh terhadap patogen atau mikroorganisme penghasil penyakit
2. Identifikasi sel abnormal atau muatan yang berasal dari tubuh sendiri misalnya pertahanan tubuh terhadap sel kanker
3. Respon imun yang tidak sesuai dapat menimbulkan alergi. Namun ada kondisi sistem pertahanan secara salah menghasilkan antibodi terhadap tubuh sendiri sehingga terjadi kerusakan sel-sel jenis tertentu dalam tubuh yang biasa disebut penyakit autoimun

5.3.2 Imunitas Seluler dan Humoral

1. Respon imunitas seluler

Adanya sel limfosit yang aktif berperan penting dalam kekebalan tubuh. Limfosit T adalah limfosit yang ada dalam sirkulasi pada awal perkembangan dalam korteks timus yang berperan dalam melawan mikroorganisme seluler. Mekanisme pertahanan seluler dalam sistem imun non spesifik antara lain:

- a. Fagositosis sel utama yang berperan pada pertahanan non spesifik adalah sel monokular serta polimorf nuclear seperti neutrofil.
- b. Fagosit dini yang efektif pada invasi kuman, sehingga mencegah timbulnya penyakit
- c. Fagosit bekerja dalam beberapa tahapan yaitu kematoksis, menangkap, membunuh dan mencerna.

2. Respon imunitas humoral

Pembentukan antibodi oleh sel plasma melalui proses diferensiasi sel B yang terpapar oleh antigen. Setiap sel B memiliki reseptor pada permukaannya dan berkaitan dengan antigen tertentu. Antibodi yang terbentuk oleh sel plasma akan di sekresikan ke aliran darah dalam bentuk gamma globulin.

Respon primer yang terjadi sebagai respon humoral akan membentuk populasi sel B memori. Setiap populasi limfosit memproduksi satu jenis antibodi spesifik terhadap antigen tertentu. Setiap sel B memiliki reseptor dipermukaannya untuk mengikat salah satu jenis antigen. Setiap antigen merangsang limfosit B yang berbeda untuk menghasilkan antibodi. Antibodi pertama yang dihasilkan oleh sel B yang baru terbentuk adalah imunoglobulin Ig M yang berfungsi sebagai reseptor untuk mengikat antigen spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

- Black, JM. & Hawks, J. 2014. *Keperawatan medikal bedah*. 8th edn. singapore: Elsevier.
- Guyton and Hall. 2008. *Fisiologi kedokteran*. 9th edn. Edited by I. Setiawan. Jakarat: EGC.
- Gurupendidikan. 2021. *Kelenjar Timus*. [https:// www.gurupendidikan.co.id/](https://www.gurupendidikan.co.id/)
- Istockphoto. 2020. *Nodus Limfatik*. <https://www.istockphoto.com/id>
- Syaifuddin, H. 2009. *Anatomi Tubuh Manusia*. 2nd edn. Edited by S. Carolina. Jakarta: Salemba Medika.
- Syaifuddin, H. 2017. *Anatomi Fisiologi*. 4th edn. Edited by M. Ester. Jakarta: EGC.
- Waugh, A. and Grant, A. 2017. *Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi*. 12th edn. Edited by E. Nurachmah. singapore: Elsevier.
- Wardhani, P. A. 2015. Aliran limfatik daerah kepala dan leher serta aspek klinisnya. *Jurnal Ipa*, 6, 33-51. <http://journal.unair.ac.id/download-fullpapers-thtklcf24d49744full.pdf>
- Wikipedia. 2020. *Sistem Limfatik*. [https://id.wikipedia .org/wiki/Sistem_limfatik](https://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_limfatik)

BAB 6

ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM URINARIA

Oleh Erni Setiyorini

6.1 Pendahuluan

Sistem urinaria berperan sangat penting dalam kegiatan penyaringan darah sehingga terbebas dari sisa produk metabolisme dan limbah yang tidak digunakan oleh tubuh (Hickling, Sun and Wu, 2015).

Dalam tubuh manusia terdapat ribuan proses metabolisme pada sel-sel tubuh yang menghasilkan ratusan produk limbah. Secara fisiologis, setelah tubuh mempergunakan nutrisi dari makanan dan mengubahnya menjadi energi sesuai kebutuhannya, maka produk limbah akan tertinggal di dalam usus dan di dalam darah. Sistem perkemihan membantu pengeluaran limbah (urea) dan menjaga keseimbangan bahan-bahan kimia yang diperlukan oleh tubuh seperti kalium, natrium, dan air. Produk urea ini diperoleh pada makanan yang mengandung protein. Urea dibawa dalam aliran darah menuju ginjal dan akan dikeluarkan melalui urin bersama dengan air dan limbah lainnya (Johns Hopkins, 2022).

6.2 Anatomi Sistem Urinaria

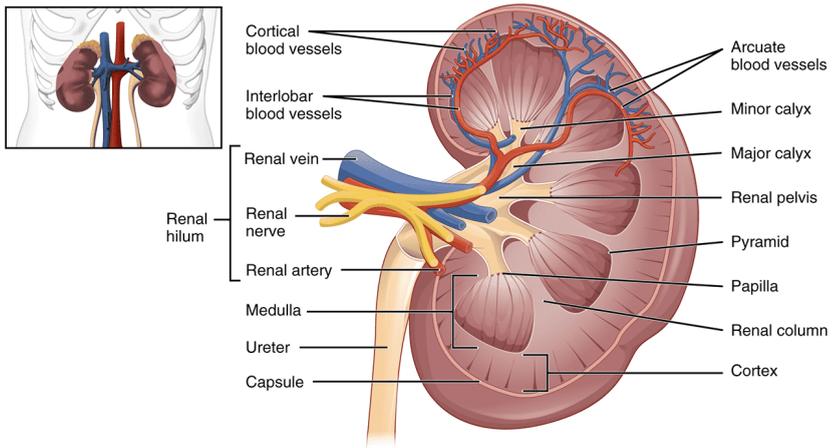
Berikut ini merupakan bagian dari sistem urinaria terdiri dari bagian berikut ini:

6.2.1 Ginjal

a. Anatomi Ginjal

Secara umum setiap orang memiliki 2 buah ginjal dengan berat sekitar 125 gram dan berbentuk seperti kacang. Menurut Brunner and Suddarth (2014) ginjal terletak di bagian belakang kavum abdominalis, sebelah lateral vertebra torakalis bawah, sebelah dektra dan sinistra garis tengah. Tepatnya berada dikedua sisi columnae vertebrales antara vertebra thoraks 12 sampai dengan lumbal 2, bagian atas ginjal terlindungi oleh costae 11 dan 12,

dibagian belakang peritoneum. Ginjal dilapisi oleh lapisan lemak yang dapat berfungsi untuk meredam guncangan.



Gambar 6.11 : Anatomi Ginjal

Sumber: image via philschatz.com dalam <https://nurseslabs.com>

b. Fungsi Ginjal

Berikut ini merupakan fungsi ginjal (Belleza, 2021):

- 1) Menyaring. Setiap hari ginjal menyaring cairan dari aliran darah. Semua darah dalam tubuh bergerak masuk dan keluar dari ginjal ratusan kali setiap hari, sekitar 200 liter cairan untuk disaring setiap 24 jam.
- 2) Pengolahan limbah. Ginjal memproses filtrat ini, dengan membuang limbah dan ion yang berlebihan melalui urin dan meresorbsi zat-zat yang dibutuhkan dan bermanfaat bagi tubuh untuk digunakan kembali.
- 3) Eliminasi. Salah satu organ yang berfungsi untuk eliminasi yaitu ginjal. Ginjal mengekskresikan limbah nitrogen, racun, dan obat-obatan dari tubuh.
- 4) Pengaturan. Ginjal berfungsi untuk mengatur volume darah dan susunan kimiawi sehingga keseimbangan yang tepat antara air, garam, asam dan basa berada pada kondisi seimbang (homeostatis).
- 5) Regulasi. Fungsi ini dicapai melalui peran ginjal dalam memproduksi enzim renin yang dapat membantu mengatur

tekanan darah, dan hormon eritropoetin. Hormon eritropoetin ini berperan dalam produksi sel darah merah pada sumsum tulang.

- 6) Konversi. Sel-sel ginjal juga berperan untuk mengaktivasi vitamin D.

Nefron

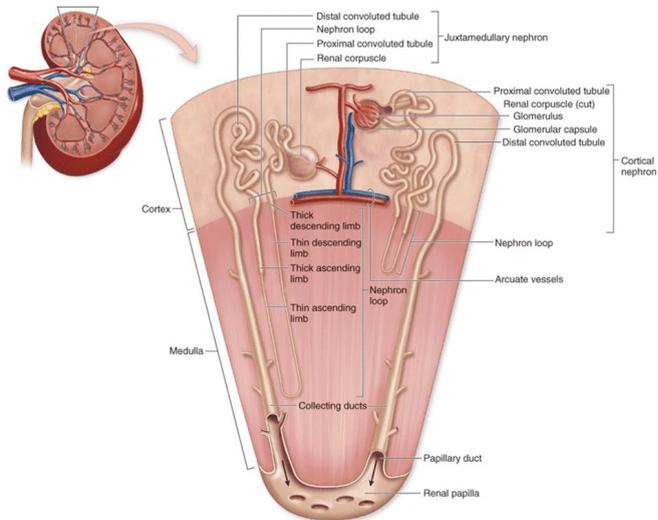
Unit fungsional ginjal adalah nefron. Setiap ginjal memiliki 1.000.000 – 1.500.000 nefron. Nefron bertanggung jawab untuk membentuk urin.

Terdapat 2 jenis nefron, yaitu:

- 1) Nefron kortikalis (Kebanyakan nefron disebut nefron kortikal karena terletak hampir seluruhnya di dalam korteks).
- 2) Nefron juxtamedullaris (terletak di sebelah persimpangan korteks-meduler, dan lengkung Henle mereka masuk jauh ke dalam medula).

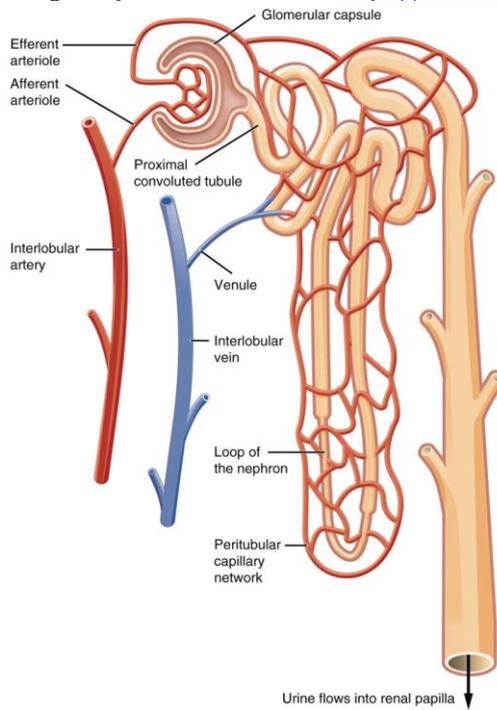
Nefron terdiri dari:

- 1) Glomerulus. Salah satu struktur utama nefron, glomerulus adalah simpul kapiler.
- 2) Kapsula bowman. Ujung tertutup tubulus ginjal membesar dan berbentuk cangkir dan mengelilingi glomerulus sepenuhnya.
- 3) Tubulus Renal: tubulus proksimal (ini adalah bagian dari tubulus yang dekat dengan kapsul glomerulus), lengkung henle dan tubulus kontortus distal (setelah lengkung Henle, tubulus terus menggulung dan memutar sebelum duktus pengumpul).
- 4) Duktus kolektikus (pengumpul) yang menerima urin dari banyak nefron.



Gambar 6.12 : Anatomi Nefron

Sumber: image via pinterest.com dalam <https://nurseslabs.com/>



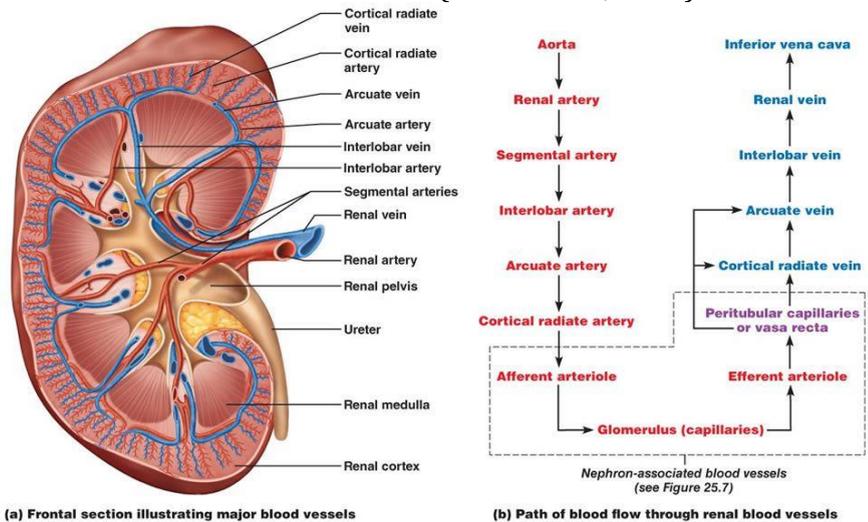
Gambar 6.13 : Struktur Nefron

Sumber:

<https://msspada.kemdikbud.go.id/mod/page/view.php?id=93521&forceview=1>

Vaskularisasi Ginjal

Ginjal mendapat darah dari aorta abdominalis yang mempunyai percabangan arteri renalis, yang berpasangan kiri dan kanan dan bercabang menjadi arteria interlobaris kemudian menjadi arteri akuata, arteria interlobularis yang berada di tepi ginjal bercabang menjadi kapiler membentuk gumpalan yang disebut dengan simpai bowman, di dalamnya terjadi penyadangan pertama dan kapiler darah yang meninggalkan simpai bowman kemudian menjadi vena renalis masuk ke vena kava inferior (Zuliani *et al*, 2021).



Gambar 6.14 : Vaskularisasi Ginjal

Sumber: Kate Marie, From classes.midlandstech.edu .

<https://www.pinterest.com/pin/336714509612986711/>

6.2.2 Ureter

Ureter merupakan saluran yang berperan aktif dalam transportasi urin dari ginjal ke kandung kemih.

Ureter secara anatomis berbentuk dua tabung ramping dengan panjang masing-masing sekitar 25 cm – 30 cm (10-12 inch) dan memiliki diameter sebesar 6mm (1/4 inch).

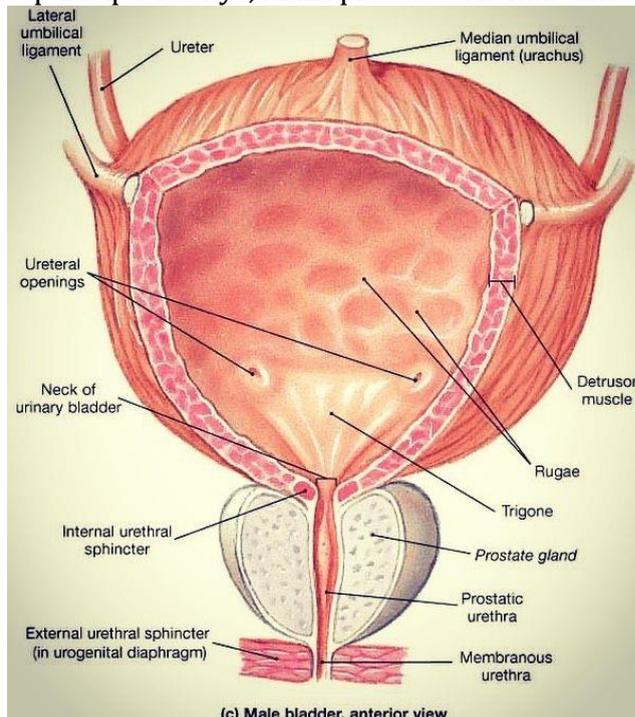
Setiap ureter berjalan di belakang peritoneum dari hilus ginjal ke bagian posterior kandung kemih, yang masuk sedikit miring.

Mekanisme kerja dalam menjalankan fungsi transportasi dengan melalui kontraksi lapisan otot polos di dindingnya yang

mendorong urin ke dalam kandung kemih dengan gerakan peristaltik dan lipatan kecil seperti katup dari mukosa kandung kemih di atas lubang ureter mencegah aliran balik urin.

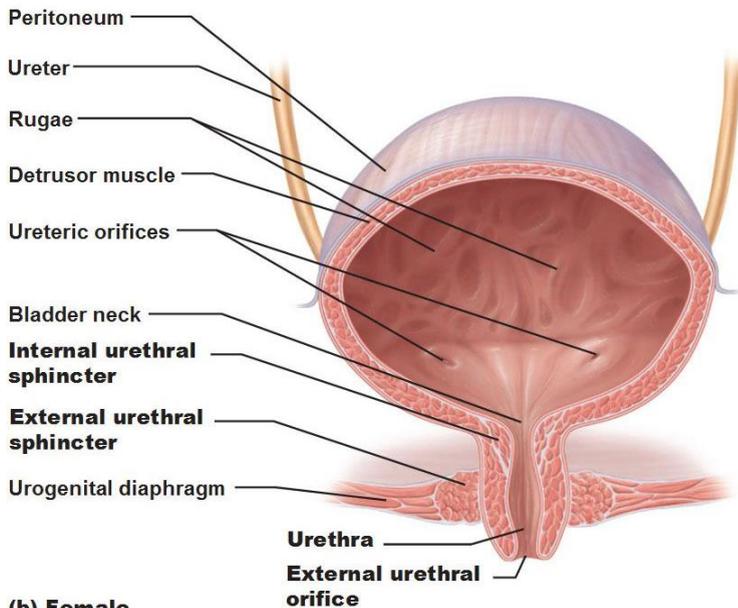
6.2.3 Kandung Kemih

Kandung kemih adalah kantung otot yang halus dan dapat dilipat yang menyimpan urin sementara. Terletak retroperitoneal di panggul tepat di belakang simfisis pubis. Otot detrusor dan epitel transisional keduanya membuat kandung kemih secara unik cocok untuk fungsinya sebagai penyimpanan urin. Daerah segitiga halus dari dasar kandung kemih yang digariskan oleh ketiga lubang ini disebut trigonum. Dinding kandung kemih mengandung tiga lapisan otot polos, yang secara kolektif disebut otot detrusor, dan mukosanya adalah jenis epitel khusus, epitel transisional. Kandung kemih dapat mengembang seperti kantung elastis yang dapat menampung lebih banyak urin. Ketika sudah mencapai kapasitasnya, maka proses berkemih dimulai.



Gambar 6.15 : Anatomi kandung Kemih dan Uretra Pria

Sumber: pinterest.com



Gambar 6.16 : Anatomi Kandung Kemih dan Uretra Wanita

Sumber: Pinterest.com dari antranik.org oleh Mariah (Lohman) Cobb.

6.2.4 Uretra

Uretra adalah tabung berdinding tipis yang membawa urin dengan gerak peristaltik dari kandung kemih ke luar tubuh.

Di persimpangan kandung kemih-uretra, penebalan otot polos membentuk sfingter uretra internal, sfingter involunter yang menjaga uretra tetap tertutup saat urin tidak dikeluarkan.

Sfingter kedua, sfingter uretra eksternal, dibentuk oleh otot rangka saat uretra melewati dasar panggul dan dikontrol secara volunter. Saluran perkemihan dilapisi oleh membran mukosa, dimulai dari meatus uretra hingga ginjal. Meskipun mikroorganisme secara normal tidak ada yang bisa melewati uretra bagian bawah, membran mukosa ini, pada keadaan patologis, yang terus-menerus akan menjadikannya media yang baik untuk pertumbuhan beberapa patogen (Hidayat, 2009).

Uretra wanita

Uretra wanita panjangnya sekitar 3 sampai 4 cm (1 1/2 inci), dan lubang eksternalnya, atau lubangnya, terletak di depan lubang vagina.

Uretra pria

Uretra kira-kira panjangnya 20 cm (8 inci) dan memiliki tiga daerah bernama: uretra prostat, membranosa, dan spons (penis); itu terbuka di ujung penis setelah melakukan perjalanan panjangnya.

6.3 Fisiologi Sistem Urinaria

Terdapat tiga (3) tahap utama dalam pembentukan urin:

1. Filtrasi Glomerulus
2. Reabsorpsi Tubulus
3. Sekresi

Proses ini memastikan bahwa hanya limbah dan kelebihan air yang dikeluarkan dari tubuh.

Tahap 1 yaitu proses filtrasi glomerulus :

Filtrasi glomerulus. Air dan zat terlarut yang lebih kecil dari protein dipaksa melalui dinding kapiler dan pori-pori kapsul glomerulus ke dalam tubulus ginjal. Proses filtrasi/ penyaringan darah terjadi pada glomerulus, air, ion dan zat makanan serta zat terlarut dikeluarkan dari darah ke tubulus proksimal. Urin primer yang terbentuk di tubulus proksimal terdiri dari sebagian besar air, glukosa dan asam amino serta ion.

Tahap 2 Reabsorpsi tubulus :

Air, glukosa, asam amino, dan ion yang dibutuhkan diangkut keluar dari filtrat ke dalam sel tubulus dan kemudian masuk ke darah kapiler (Belleza, 2021). Zat-zat yang masih diperlukan oleh tubuh akan diserap oleh kapiler peritubuler secara aktif dan pasif. Penyerapan terjadi di sepanjang tubulus proksimal, lengkung henle, dan tubulus distal.

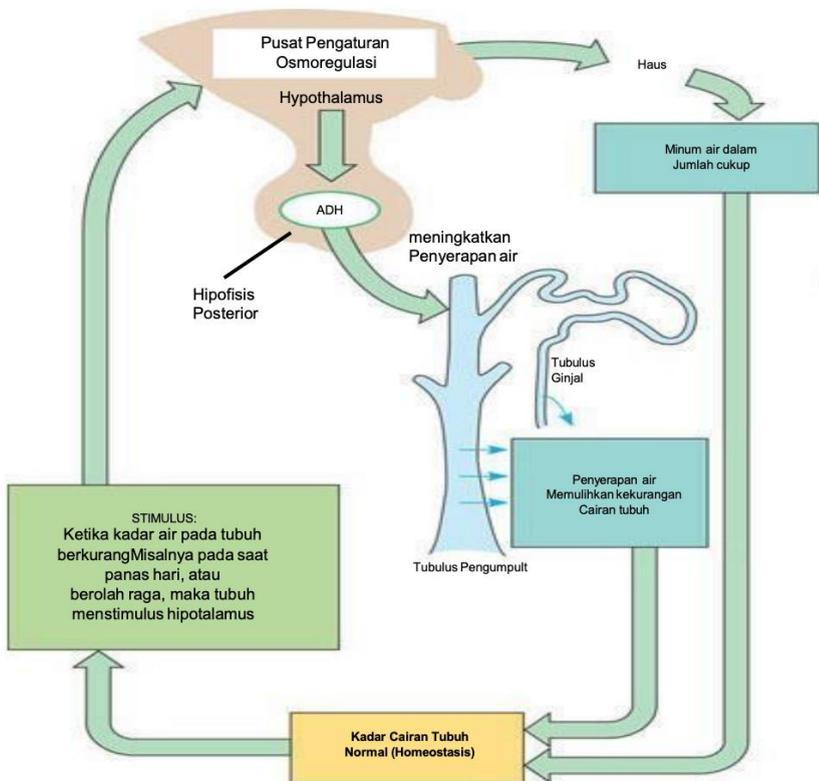
Mekanisme reabsorpsi:

1. Transport aktif
2. Transport pasif

Zat-zat yang direabsorpsi aktif meliputi: glukosa, asam amino, Na^+ , K^+ . Permeabilitas urea < air, sehingga urea banyak terdapat dalam urin. Kreatinin, inulin, manitol memiliki permeabilitas =0 jadi 100% ada dalam urin.

Tahap 3 Sekresi tubular.

Terjadi di tubulus distal. Beberapa zat yaitu Hidrogen, Natrium, ion potassiu, kalium, kreatinin, racun dan obat-obatan dikeluarkan dari darah peritubulus dan disekresikan oleh sel-sel tubulus ke dalam filtrat. Urin sekunder dan senyawa tersebut bergabung membentuk urin lalu bergerak menuju tubulus pengumpul untuk dikeluarkan (Bariroh, 2018).



Gambar 6.17 : Pengaturan Pembentukan Urin

Sumber: <https://onlinelearning.uhamka.ac.id>

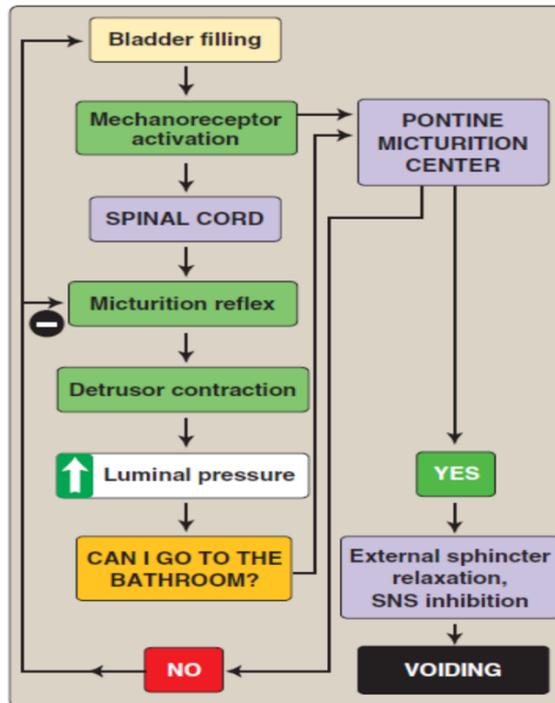
6.4 Proses Miksi (Rangsangan Berkemih)

Distensi akibat terisinya kandung kemih dengan urin sebanyak 250cc dapat merangsang reseptor yang ada pada dinding kandung kemih untuk berkemih. Terjadi refleks kontraksi dinding kandung kemih dan pada spincter internal terjadi relaksasi, diikuti dengan

relaksasi spincter eksternus dan terjadi pengosongan kandung kemih. Rangsangan ini dihantarkan melalui serabut para simpatis. Kontraksi spincter eksternal secara volunter bertujuan untuk mencegah berkemih jika kondisi tidak memungkinkan.

Refleks otonom dapat difasilitasi atau di hambat oleh pusat-pusat yang lebih tinggi. Terdapat 2 langkah yaitu:

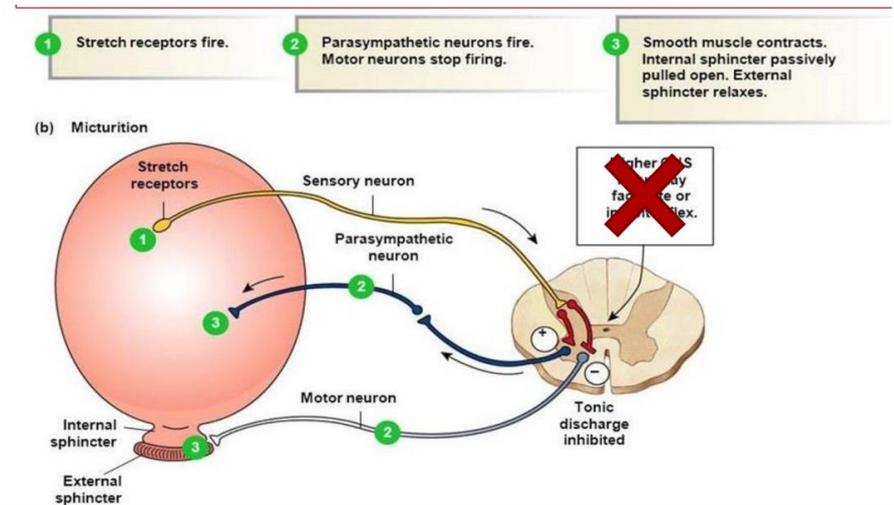
1. Pengisian kandung kemih secara rogresif sampai ambang batas tercapai.
2. Diambang batas, refleks syaraf dimulai "refleks berkemih" untuk mengosongkan kandung kemih. Jika kondisi memungkinkan, maka pengosongan akan terjadi. Namun jika kondisi tidak memungkinkan maka refleks adalah terhambat.



Gambar 6.18 : Refleks Miksi

Sumber: Maha Saja, https://ksumsc.com/download_center

Reflek berkemih pada Anak



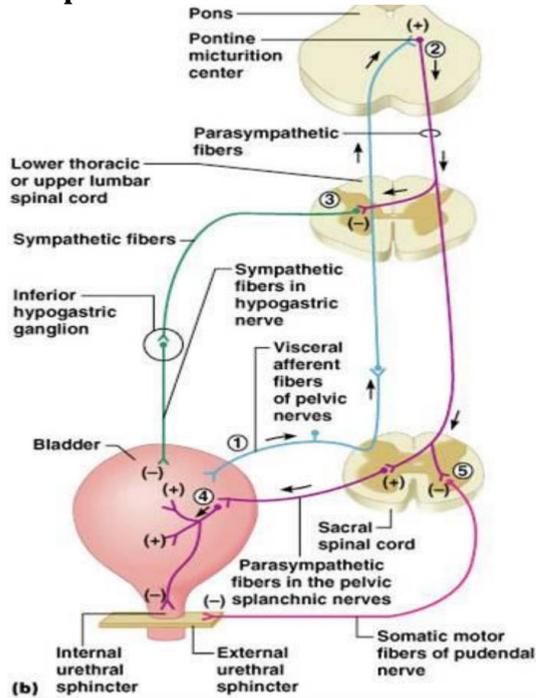
Gambar 6.19 : Refleks Berkemih pada Anak

Sumber: Maha Saja, https://ksumsc.com/download_center

Refleks spinal otonom.

- Involunter-Belum di bawah kendali sistem syaraf pusat yang lebih tinggi.
- Antara usia 2-3 tahun-mereka belajar mengendalikannya dan menjadi volunter.

Refleks berkemih pada Dewasa



Gambar 6.20 : Refleks Berkemih pada Dewasa

Sumber: Maha Saja, https://ksumsc.com/download_center

Tulang belakang otonom refleks.

- Dikendalikan oleh yang lebih tinggi pusat SSP;
- Batang otak (Pons).
- Korteks serebral.
- Kontrol adalah baik penghambatan atau fasilitasi: Volunter

6.5 Faktor yang Mempengaruhi Berkemih

Menurut Potter and Perry (2005)terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi berkemih, yaitu:

- 1) Pertumbuhan dan perkembangan
- 2) Sosiokultural
- 3) Psikologis
- 4) Kebiasaan seseorang
- 5) Tonus otot
- 6) Intake cairan dan makanan

- 7) Kondisi penyakit
- 8) Pembedahan
- 9) Pengobatan
- 10) Pemeriksaan diagnostik
- 11) Respon keinginan awal untuk berkemih
- 12) Gaya hidup
- 13) Tingkat aktivitas

DAFTAR PUSTAKA

- Bariroh, T. 2018. *Anatomi dan Fisiologi Sistem Urinaria*, onlinelearning. uhamka.ac.id.
- Belleza, M. 2021. *Urinary System Anatomy and Physiology*, nurseslabs.com.
- Brunner and Suddarth. 2014. *Buku Ajar Keperawatan MedikalBedah*. 12th edn. Jakarta: EGC.
- Hickling, D. R., Sun, T.-T. and Wu, X.-R. 2015. 'Anatomy and Physiology of the Urinary Tract: Relation to Host Defense and Microbial Infection', *Microbiology Spectrum*. American Society for Microbiology, 3(4). doi: 10.1128/MICROBIOLSPEC.UTI-0016-2012.
- Hidayat, A. A. 2009. *Pengantar Kebutuhan dasar Manusia: Aplikasi Konsep dan Proses Keperawatan*. Jakarta: Salemba Medika.
- Johns Hopkins. 2022. *Anatomy of the Urinary System*, hopkinsmedicine.org.
- Potter, P. and Perry, A. 2005. *Buku Ajar Fundamental Keperawatan: Konsep, Proses, dan Praktik*. Edisi 4. Edited by Y. Asih. Jakarta: EGC.
- Zuliani, Z. *et al.* 2021. *Gangguan Pada Sistem Perkemihan & Penatalaksanaan Keperawatan*. 1st edn, kitamenulis.id. 1st edn. Edited by A. Rikki and J. Simarmata. Jombang: Yayasan Kita Menulis.

BAB 7

ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM REPRODUKSI WANITA DAN PRIA

Oleh Kartini

7.1 Definisi

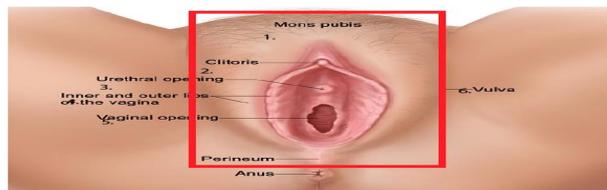
Sistem reproduksi adalah rangkaian interaksi organ dan zat yang bermanfaat untuk perkembangbiakan organisme. Sistem reproduksi pada manusia dapat dibedakan menjadi alat reproduksi laki-laki dan perempuan.

7.2 Sistem Reproduksi Wanita

7.2.1 Genetalia Eksternal Wanita

Genetalia eksternal wanita secara keseluruhan disebut vulva. Vulva wanita terdiri atas mons pubis, labia mayora, labia minora, kelenjar bartholin dan klitoris. Genetalia eksternal wanita berfungsi sebagai alat yang memungkinkan sperma pria masuk kedalam tubuh wanita, pelindung organ genetalia interna wanita dari bahaya infeksi mikroorganisme dan sebagai organ dalam persetubuhan/ intercourse (Marieb, E.N, Wilhelm, P.B & Mallat, 2012).

External Reproductive Anatomy



Gambar 7.1 : Genetalia eksternal wanita

Sumber: <https://www.anatomynote.com/human-anatomy/reproductive-system/anatomy/female/vulva-anatomical-location-in-female-reproductive-system/>

a. Mons Veneris/Mons Pubis

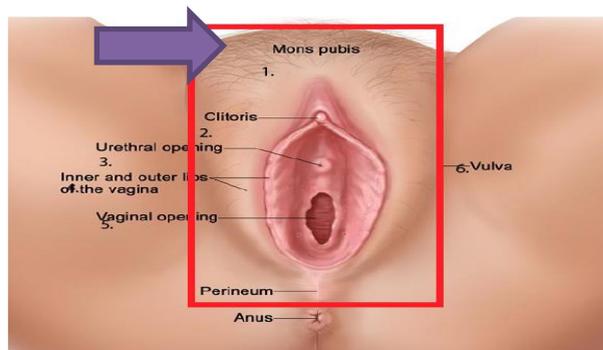
1) Anatomi Mons Veneris/Mons Pubis

Mons veneris/pubis merupakan suatu penonjolan berlemak di sebelah ventral simfisis dan daerah supra pubis dan sebagian besar merupakan penumpukan lemak. Jumlah jaringan lemak akan bertambah pada pubertas dan berkurang setelah menopause. Mons veneris/pubis akan oleh rambut kemaluan yang kasar saat dewasa. Suku bangsa, usia, dan jenis kelamin mempengaruhi pertumbuhan rambut pubis.

2) Fisiologi Mons Veneris/Mons Pubis

Fungsi dari mons veneris/pubis yaitu sebagai bantalan saat melakukan hubungan seksual. Mons veneris/pubis juga mengandung kelenjar yang berfungsi mensekresikan feromon yaitu suatu substansi zat yang terlibat dalam ketertarikan seksual (Sadler, 2013).

External Reproductive Anatomy



Gambar 7.2 : Mons Pubis/ mons veneris

Sumber: <https://www.anatomynote.com/human-anatomy/reproductive-system/anatomy/female/vulva-anatomical-location-in-female-reproductive-system/>

b. Labia Mayora

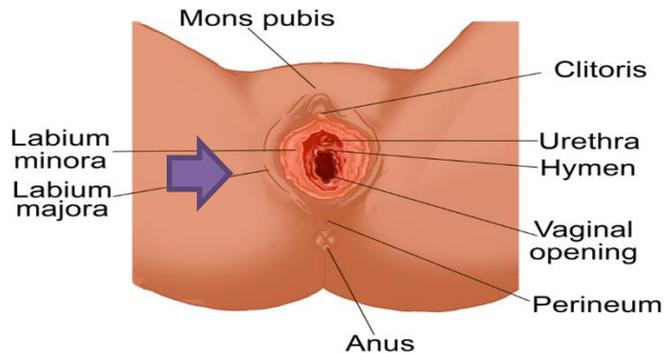
1) Anatomi Labia Mayora

Labia mayora adalah organ yang terbagi menjadi dua lipatan yang memanjang ke arah kaudal dan dorsal dari mons pubis dan keduanya menutup rima pudendi (*pudendal*

cleft). Permukaan dalam dari labia mayora sangat licin dan tidak memiliki rambut. Kedua labia mayora di bagian ventral menyatu dan terbentuk komisura anterior. Labia mayora dilapisi oleh kulit yang mengandung banyak kelenjar lemak dan tertutup oleh rambut setelah pubertas jika dilihat dari luar. Bagian labia mayora bertemu ke bawah ke belakang membentuk Komissura posterior (frenulum). Labia mayora homolog dengan skrotum pada pria.

2) Fisiologi Labia Mayora

Labia mayora berfungsi sebagai pelumas/lubrikasi karena mengandung keringat dan kelenjar sebacea dan pelindung celah urogenital karena memiliki rambut (Rodney, R., David, 2013).



Gambar 7.3 : Labia Mayora

Sumber: <https://www.anatomynote.com/human-anatomy/reproductive-system-anatomy/female/clitoris-anatomical-location-in-female-reproductive-system/>

c. Labia Minora

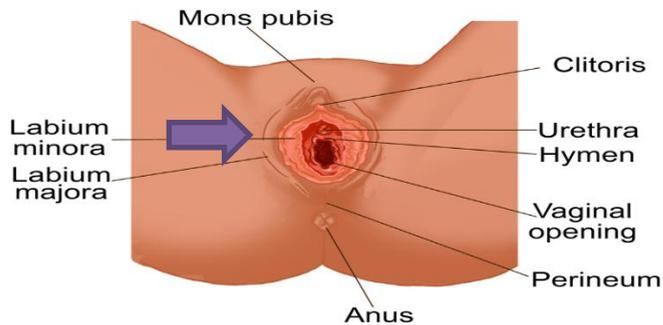
1) Anatomi Labia Minora

Labia minora adalah organ yang terbagi menjadi dua lipatan kulit kecil dan terletak di antara kedua labia mayora pada kedua sisi introitus vagina. Kedua labium minus membatasi suatu celah yang disebut sebagai vestibulum vaginae. Labia minora ke arah dorsal berakhir dengan bergabung pada aspectus medialis labia mayora dan berhubungan sebagai lipatan transversal disebut frenulum labii.

Arah depan minus terbagi menjadi bagian lateral dan medial. Pars lateralis kiri dan kanan membentuk lipatan menutup glans klitoris disebut preputium klitoridis dan kedua pars medialis kiri dan kanan bergabung di bagian kaudal klitoris membentuk frenulum klitoris. Labia minora tidak mengandung lemak dan kulit yang menutupnya berciri halus, basah dan agak kemerahan.

2) Fisiologi Labia Minora

Labia minora mengandung banyak glandula sebacea dan ujung-ujung syaraf yang sensitive yang berfungsi sebagai lubricans (Rodney, R., David, 2013).



Gambar 7.3 : Labia Minora

Sumber: <https://www.anatomynote.com/human-anatomy/reproductive-system-anatomy/female/clitoris-anatomical-location-in-female-reproductive-system/>

d. Klitoris

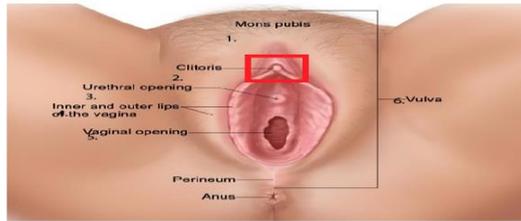
1) Anatomi Klitoris

Klitoris terletak di dorsal komisura anterior labia mayora dan hampir keseluruhannya tertutup oleh labia minora. Klitoris mempunyai tiga bagian yaitu krura klitoris, korpus klitoris dan glans klitoris.

2) Fisiologi Klitoris

Klitoris berfungsi sebagai pusat rangsangan. Merangsang klitoris dapat menghasilkan orgasme (Sadler, 2013).

External Reproductive Anatomy



Gambar 7.4 : Klitoris

Sumber : <https://www.anatomynote.com/human-anatomy/reproductive-system-anatomy/female/clitoris-anatomical-location-in-female-reproductive-system/>

e. Hymen & Introitus Vagina

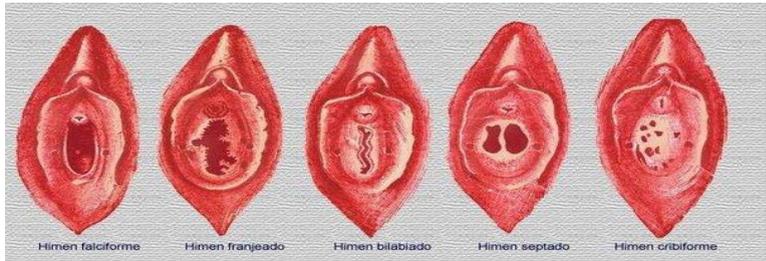
1) Anatomi Hymen & Introitus Vagina

Hymen adalah selaput membran tipis yang mengelilingi atau sebagian menutupi lubang/introitus vagina. Introitus vagina adalah lubang pada genitalia eksterna wanita. Apabila hymen cukup elastis, hymen dapat kembali ke kondisi semula, namun dalam kasus lain jika hymen tidak cukup elastis, akan ditemukan sisa-sisa hymen yang disebut Carunculae myrtiliformis.

Hymen setelah persalinan disebut Parous introitus hymen. Hymen yang tertutup seluruhnya justru berbahaya karena akan menyebabkan darah haid dan sekresi cairan lain tidak bisa keluar. Hymen yang tertutup disebut Hymen Occlusivum.

2) Fisiologi Hymen & Introitus Vagina

Introitus vagina berfungsi sebagai lubang jalan masuk penetrasi penis selama hubungan seksual dan jalan keluar darah selama menstruasi serta jalan lahir pada saat proses persalinan (Playfair, JHL & Chain, 2012).



Gambar 7.5 : Hymen & Introitus Vagina

Sumber: <https://es.quora.com/Para-qu%C3%A9-sirve-el-himen>

f. Vulva

1) Anatomi Vulva

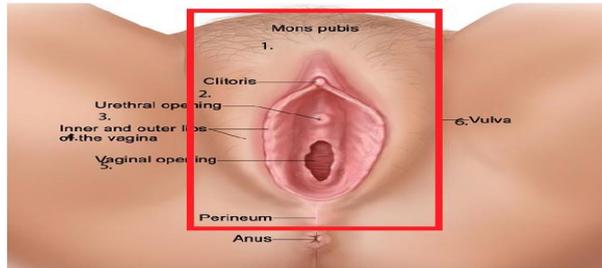
Vulva pada bagian anterior dibatasi oleh klitoris, lateral labia minora dan dorsal oleh perineum. Bagian vestibulum dikelilingi oleh introitus vagina (vaginal opening), meatus urethra. Didalam vulva terdapat beberapa muara yaitu :

- a) Dua muara kelenjar Bartholin dekat dengan Fourchette. Fungsi Bartholins yaitu sebagai lubrikasi pada saat hubungan seksual sehingga meminimalkan rasa nyeri.
- b) Dua kelenjar Skene dekat meatus uretra. Kelenjar Skene ini homolog dengan kelenjar prostat pada pria. Fungsi kelenjar Skene (meskipun masih diperdebatkan) adalah mengeluarkan cairan sebagai lubrikasi lubang urethra dan kemungkinan berperan dalam fungsi anti-mikroba untuk melindungi infeksi saluran kemih / ISK.

2) Fisiologi Vulva

Vulva berfungsi sebagai pelindung organ-organ genitalia eksterna wanita (Rodney, R., David, 2013).

External Reproductive Anatomy



Gambar 7.6 : Vulva

Sumber: <https://www.anatomynote.com/human-anatomy/reproductive-system/anatomy/female/vulva-anatomical-location-in-female-reproductive-system/>

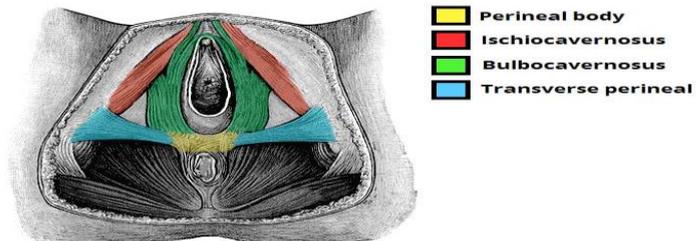
g. Perineum

1) Anatomi Perineum

Perineum terletak memanjang dari dasar labia minora ke saluran anus yang berbentuk segitiga dan terdiri dari jaringan ikat, otot dan lemak. Perineum menyebabkan genitalia eksternal wanita melekat pada otot dasar pelvis. Panjang perineum sekitar 4 cm dan merupakan area yang dilakukan episiotomy pada saat persalinan untuk melebarkan jalan lahir.

2) Fisiologi Perineum

Perineum berfungsi sebagai struktur pendukung sistem urogenital dan gastrointestinal serta memainkan peran penting dalam fungsi berkemih, buang air besar, hubungan seksual dan melahirkan.



Gambar 7.7 : Perineum

Sumber: <https://teachmeanatomy.info/pelvis/areas/perineum/>

h. Glandula vestibularis mayor

1) Anatomi Glandula vestibularis mayor

Disebut juga kelenjar Bartholini, merupakan kelenjar yang bentuknya bulat/ovoid yang ada sepanjang dan terletak dorsal dari bulbus vestibule atau tertutup oleh bagian posterior bulbus vestibuli.

2) Fisiologi Glandula vestibularis mayor

Berfungsi melubrikasi bagian distal vagina (Playfair, JHL & Chain, 2012).

i. Glandula vestibularis minor

1) Anatomi Glandula vestibularis minor

Glandula vestibularis minor mengeluarkan lendir ke dalam vestibulum vagina untuk melembapkan labia minora dan mayora serta vestibulum vagina. Organ ini adalah daerah dengan peninggian di daerah dengan peninggian di daerah median membulat terletak ventral dari simfisis pubis.

2) Fisiologi Glandula vestibularis minor

Berfungsi mengeluarkan lendir untuk melembapkan vestibulum vagina dan labium pudenda (Playfair, JHL & Chain, 2012)

7.2.2 Genetalia Internal Wanita

Organ genetalia internal membentuk jalur (saluran genital) yang terdiri dari vagina, uterus, tuba faloppi dan ovarium. Fungsi genetalia internal wanita adalah sebagai organ dalam persetubuhan/intercourse, saluran jalan lahir/birth canal, tempat pertumbuhan dan perkembangan embrio dan fetus, tempat fertilisasi/pembuahan, produksi dan pelepasan sel telur dan hormone (Guyton & Hall, 2012).

a. Vagina

1) Anatomi Vagina

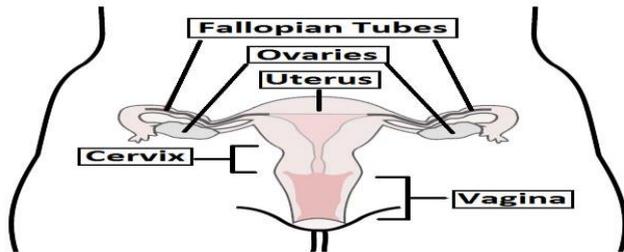
Vagina adalah organ berbentuk tabung dan membentuk sudut $\pm 60^\circ$ dengan bidang horizontal. Posisinya bisa berubah sesuai dengan isi vesika urinaria. Dinding ventral vagina yang ditembus serviks panjangnya 7,5 cm, sedangkan panjang dinding posterior kurang lebih 9 cm.

Dinding anterior dan posterior vagina tebal dan dapat diregang. Dinding lateralnya di bagian cranial melekat pada

ligament cardinale, dan di bagian kaudal melekat pada diafragma pelvis sehingga lebih rigid dan terfiksasi. Vagina ke bagian atas berhubungan dengan uterus, sedangkan bagian kaudal membuka pada vestibulum vagina pada lubang yang disebut introitus vaginae.

2) Fisiologi Vagina

Vagina berfungsi sebagai organ kopulasi, jalan lahir dan menjadi duktus ekskretorius darah menstruasi (Gerard, 2014).



Gambar 7.8 : Vagina

Sumber: <https://teachmeanatomy.info/pelvis/female-reproductive-tract/vagina/>

b. Serviks

1) Anatomi Serviks

Serviks adalah bagian bawah dari uterus yang menghubungkan vagina dengan corpus uterus. Serviks berada di bawah isthmus, bagian atas setinggi plica vesico-uterina. Bagian belakang tertutup peritoneum sedangkan bagian lateral dihubungkan dengan pelvis oleh Ligamentum Kardinale/Makenrodt.

2) Fisiologi Serviks

Serviks memiliki tiga fungsi utama yaitu

- a) Memfasilitasi perjalanan sperma menuju cavum uteri/rongga rahim melalui pelebaran os eksternal dan internal.
- b) Mempertahankan sterilitas saluran reproduksi bagian atas. Serviks dan semua struktur di atasnya adalah steril.
- c) Serviks mencegah invasi bakteri dengan pelepasan lapisan endometrium setiap bulan melalui menstruasi

serta lendir serviks yang tebal dan bentuk os eksternal/OUE yang sempit Dilatasi dan menarik diri selama persalinan untuk memungkinkan kelahiran bayi dan plasenta melalui vagina (Waugh. A, 2017).



Gambar 7.9 : Serviks

Sumber: <https://www.webmd.com/women/picture-of-the-cervix#1>

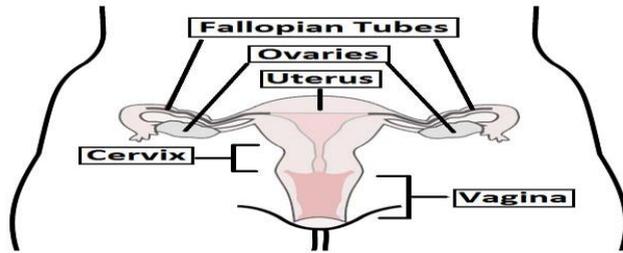
c. Uterus

1) Anatomi Uterus

Uterus adalah organ berongga ber dinding muscular tebal dan terletak di dalam kavum pelvis minor (*true pelvis*) antara vesika urinaria dan rectum. Uterus berbentuk seperti buah pir (*pyriformis*) terbalik dengan apeks mengarah ke kauda dorsal, yang membentuk sudut dengan vagina sedikit lebih 90 derajat uterus seluruhnya terletak di dalam pelvis sehingga basisnya terletak kaudal dari aperture pelvis kranialis. Panjang uterus kurang lebih 7,5 cm, lebarnya kurang lebih 5 cm, tebalnya kurang lebih 2,5 cm, beratnya 30-40 gram. Uterus dibagi menjadi tiga bagian yaitu fundus uteri, korpus uteri dan serviks uteri.

2) Fisiologi Uterus

Uterus berfungsi sebagai tempat pembuahan dari ovum secara normal tertanam dan tempat normal dimana organ selanjutnya tumbuh dan mendapat makanan sampai bayi lahir



Gambar 7.10 : Uterus

Sumber: <https://teachmeanatomy.info/pelvis/female-reproductive-tract/vagina/>

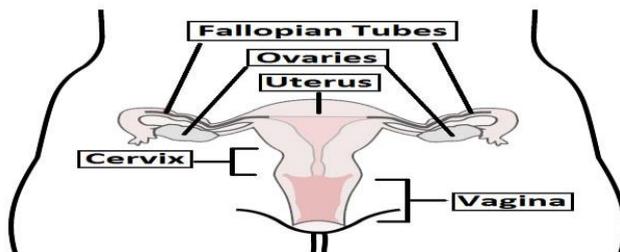
d. Tuba Falopii

1) Anatomi Tuba Faloppi

Tuba uterina atau tuba fallopi memiliki panjang masing-masing tuba kurang lebih 10 cm. Dibagi atas 4 bagian (dari uterus ke arah ovarium) yaitu pars uterine tubae (pars intramuralis), isthmus tubae, ampulla tubae, dan infundibulum tubae.

2) Fisiologi Tuba Faloppi

Tuba fallopi berfungsi membawa ovum dari ovarium ke kavum uteri dan mengalirkan spermatozoa dalam arah berlawanan dan tempat terjadinya fertilisasi.



Gambar 7.11 : Tuba Faloppi

Sumber: <https://teachmeanatomy.info/pelvis/female-reproductive-tract/vagina/>

e. Ovarium

1) Anatomi Ovarium

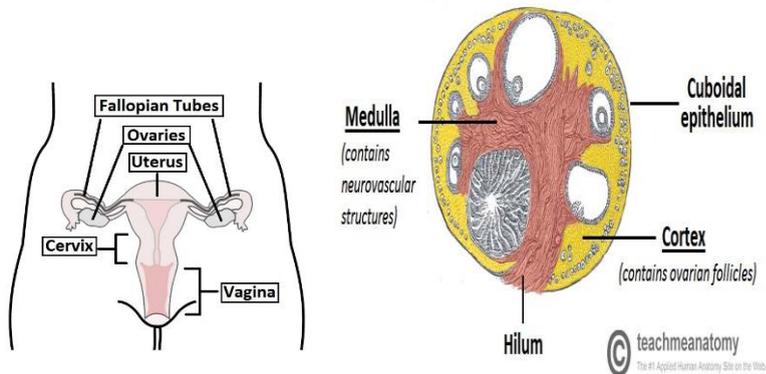
Bentuk ovarium sebelum ovulasi adalah ovoid dengan permukaan licin dan berwarna merah muda keabu-abuan.

Setelah berkali-kali mengalami ovulasi, maka permukaan ovarium tidak rata/licin karena banyaknya jaringan parut (cicatrix) dan warnanya berubah menjadi abu-abu.

Pada dewasa muda ovarium berbentuk ovoid pipih dengan panjang kurang lebih 4 cm, lebar kurang lebih 2 cm, tebal kurang lebih 1 cm dan beratnya kurang lebih 7 gram. Posisi ovarium tergantung pada posisi uterus karena keduanya dihubungkan oleh ligamen-ligamen.

2) Fisiologi Ovarium

Ovarium berfungsi sebagai organ eksokrin (sitogenik) dan endokrin karena menghasilkan hormone estrogen dan progesterone.



Gambar 7.12 : Ovarium

Sumber: <https://teachmeanatomy.info/pelvis/female-reproductive-tract/ovaries/>

7.3 Sistem Reproduksi Pria

Sistem reproduksi pria merupakan jaringan organ eksternal dan internal yang berfungsi memproduksi, mendukung, mengangkut dan memberikan sperma yang layak untuk fungsi reproduksi (Sloane, 2012).

7.3.1 Genitalia Eksternal Pria

a. Penis

1) Anatomi Penis

Penis dibagi menjadi tiga bagian yaitu

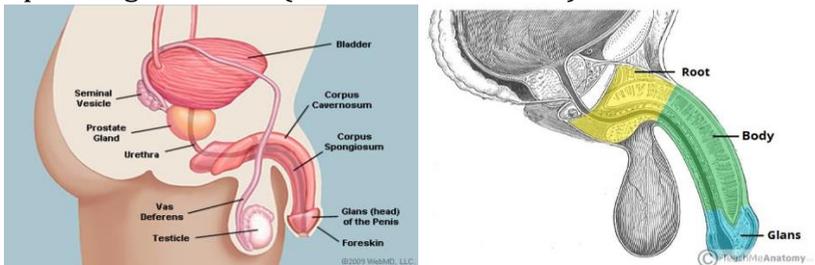
- a) Bagian akar/dasar adalah bagian yang paling dekat dengan pusat, terletak pada kantong perineum superfisial dari dasar

panggul dan tidak terlihat dari luar. Bagian akar berisi tiga jaringan ereksi (2 krura dan 1 bulbus penis), serta dua otot (iskhiocavernosus dan bulbospongiosus)

- b) Bagian batang adalah bagian yang bebas dari penis, terletak diantara akar dan kelenjar. Terdiri dari tiga silinder jaringan ereksi (2 korpus kavernosum dan 1 korpus spongiosum). Jaringan erektil ditunjang oleh jaringan fibrosa dan dibungkus kulit serta kaya pembuluh darah / vascular.
- c) Bagian kelenjar adalah bagian paling ujung dari penis, berbentuk kerucut akibat perluasan distal korpus spongiosum. Bagian ini disebut juga sebagai gland penis. Tepat diatas gland, terdapat lipatan kulit yang membentuk lapisan ganda dan dapat digulung yang disebut foreskin/preprium.

2) Fisiologi Penis

Penis berfungsi sebagai saluran yang menyalurkan sperma kepada vagina wanita (Rizzo C Donald, 2015).



Gambar 7.13 : Penis

Sumber: <https://www.webmd.com/men/picture-of-the-penis#1>

b. Skrotum

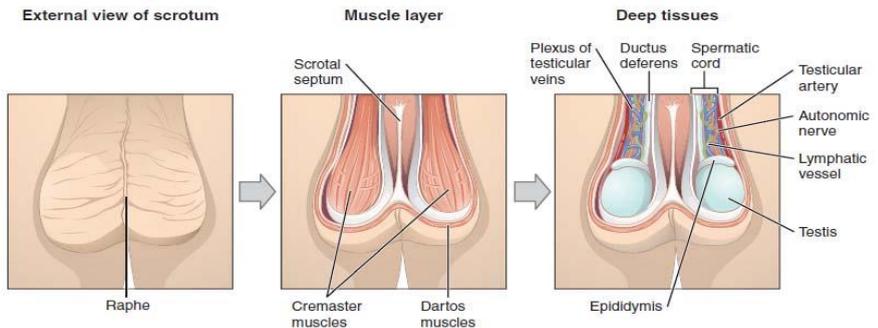
1) Anatomi Skrotum

Skrotum adalah kantong yang terdiri dari jaringan kutis dan subkutis yang terletak dorsal dari penis dan kaudal dari simfisis pubis. Skrotum juga terbagi atas dua bagian dari luar oleh raphe scrota dan dari dalam oleh septum skrotum scrota. Masing-masing skrotum membungkus testis, epididimis, dan sebagai funikulus spermatikus. Skrotum sinistra lebih rendah daripada dekstra. Lapisan skrotum terdiri atas lapisan cutis dan lapisan subcutis. Lapisan cutis merupakan lapisan kulit yang

sangat tipis mengandung pigmen lebih banyak daripada kulit sekitarnya sehingga lebih gelap warnanya.

2) Fisiologi Skrotum

Skrotum berfungsi sebagai kantung kulit khusus yang melindungi testis dan epididimis dari cedera fisik dan merupakan pengatur suhu testis (Seeley's, 2014).



Gambar 7.14 : Skrotum

Sumber: <https://teachmeanatomy.info/pelvis/the-male-reproductive-system/scrotum/>

7.3.2 Genitalia Eksternal Pria

a. Testis

1) Anatomi Testis

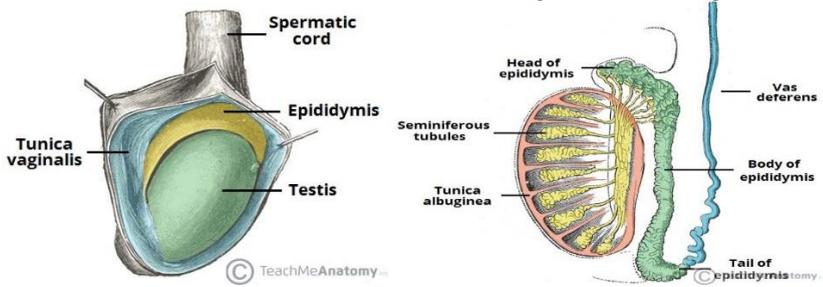
Testis adalah organ berbentuk ovoid dengan jumlah dua buah, biasanya testis sebelah kiri lebih berat dan lebih besar daripada yang kanan. Testis terletak di dalam skrotum dan dibungkus oleh tunica albuginea, beratnya 10-14 gram, panjangnya 4 cm, diameter anteroposterior kurang lebih 2,5 cm. Testis merupakan kelenjar eksokrin (sitogenik) karena pada pria dewasa menghasilkan spermatozoa, dan disebut juga kelenjar endokrin karena menghasilkan hormon untuk pertumbuhan genitalia eksterna.

Testis terbagi menjadi lobulus-lobulus kira-kira 200 sampai 400. Pada bagian dalam lobulus-lobulus tersebut terletak jaringan parenkim yang membentuk tubuli seminiferi kontorti. Pada waktu mencapai mediastinum testis, tubulustubulus ini berubah menjadi tubuli seminiferi recti, jalannya kurang lebih 20-30 tubulus di mana mereka membentuk anyaman sehingga disebut rete testis (halleri).

Dari rete ini keluar kurang lebih 15 – 20 duktus efferentes yang masuk ke dalam kaput epididymis.

2) Fisiologi Testis

Testis berfungsi sebagai penghasil sperma dan mensekresikan hormon testosterone (Gerard, 2014).



Gambar 7.15 : Testis

Sumber: <https://teachmeanatomy.info/pelvis/the-male-reproductive-system/testes-epididymis/>

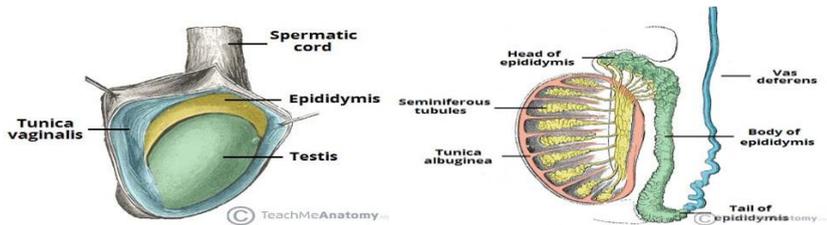
b. Epididymis

1) Anatomi Epididymis

Epididymis merupakan organ yang berbentuk organ yang berbentuk seperti huruf C, terletak pada fascies posterior testis dan sedikit menutupi fascies lateralis. Epididymis terbagi menjadi tiga yaitu kaput epididymis (bagian terbesar di bagian proksimal, terletak pada bagian superior testis dan menggantung), korpis epididymis (melekat pada fascies posterior testis, terpisah dari testis oleh suatu rongga yang disebut sinus epididymis (bursa testikularis) celah ini dibatasi oleh epiorchium (pars viseralis) dari tunika vagianlis) dan kauda epididymis (bagian paling distal dan terkecil di mana duktus epididymis mulai membesar dan berubah jadi duktus deferens).

2) Fisiologi Epididymis

Berfungsi sebagai tempat sekresi sperma dari testis, sebagai pematangan motilitas dan fertilitas sperma, memekatkan/mengentalkan dan menyimpan sperma (Seeley's, 2014)



Gambar 7.16 : Epididimis

Sumber: <https://teachmeanatomy.info/pelvis/the-male-reproductive-system/testes-epididymis/>

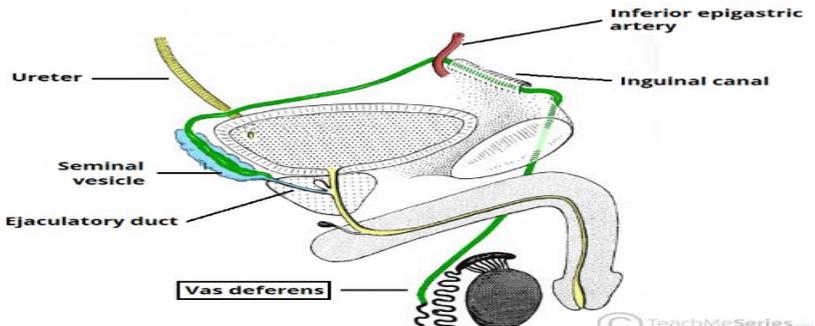
c. Duktus deferens (*Vas Deferens*)

1) Anatomi Duktus deferens (*Vas Deferens*)

Duktus deferens adalah lanjutan dari duktus epididymis

2) Fisiologi Duktus deferens (*Vas Deferens*)

Duktus deferens berfungsi sebagai pembawa spermatozoa dari epididimis ke duktus ejakulatorius dan menghasilkan cairan semen yang berfungsi untuk mendorong sperma keluar dari dukrus ejakulatorius dan uretra.



Gambar 7.17 : Duktus deferens

Sumber: https://teachmeanatomy.info/pelvis/the-male-reproductive-system/spermaticcord/#Pampiniform_Plexus

c. Vesikula seminalis

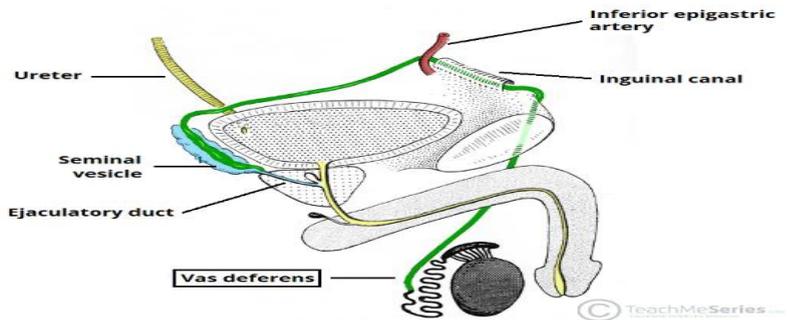
1) Anatomi Vesikula seminalis

Vesikula seminalis merupakan organ berbentuk kantong bergelembung-gelembung yang menghasilkan cairan seminal dan jumlahnya ada dua, di kiri dan kanan serta posisinya tergantung isi vesika urinaria. Vesika seminalis terbungkus oleh

jaringan ikat fibrosa dan muscular pada dinding dorsal vesika urinaria.

2) Fisiologi Vesikula seminalis

Vesikula seminalis berfungsi sebagai penghasil fruktosa pemberi nutrisi bagi sperma, penyedia precursor (proses biologis) untuk pembekuan semen mengeluarkan prostaglandin yang merangsang motilitas saluran reproduksi pria untuk membantu mengeluarkan sperma, penghasil sebagian besar cairan semen.



Gambar 7.18 : Vesika Seminalis

Sumber: https://teachmeanatomy.info/pelvis/the-male-reproductive-system/spermatocord/#Pampiniform_Plexus

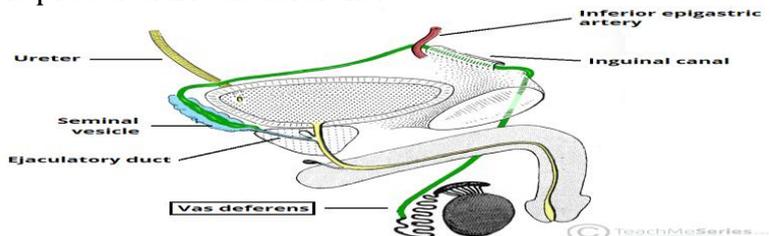
f. Duktus ejakulatorius

1) Anatomi Duktus ejakulatorius

Duktus ejakulatorius merupakan pengabungan duktus deferens dan duktus ekskretorius vesikula seminalis, menuju basis prostat yang akhirnya bermuara ke dalam kollikus seminalis pada dinding posterior lumen uretra.

2) Fisiologi Duktus ejakulatorius

Duktus ejakulatorius berfungsi membawa spermatozoa ke basis prostat dari vas deferens.



Gambar 7.19 : Duktus ejakulatorius

Sumber: https://teachmeanatomy.info/pelvis/the-male-reproductive-system/spermatocord/#Pampiniform_Plexus

g. Glandula prostatica

1) Anatomi Glandula prostatica

Glandula prostatica adalah organ yang terdiri atas kelenjar-kelenjar tubuloalveolar. Terletak di dalam cavum pelvis sub peritoneal, dorsal symphysis pubis, dilalui urethra pars prostatica. Bagian-bagian dari glandula prostatica adalah apeks, basis fascies lateralis, fascies anterior, dan fascies posterior. Glandula prostatica mempunyai lima lobus yaitu anterior, posterior, medius dan dua lateral.

2) Fisiologi Glandula prostatica

Glandula prostatica berfungsi mengeluarkan cairan basa yang menetralkan sekresi vagina yang asam, memicu pembekuan semen untuk menjaga sperma tetap berada dalam vagina pada saat penis dikeluarkan (Waugh. A, 2017).

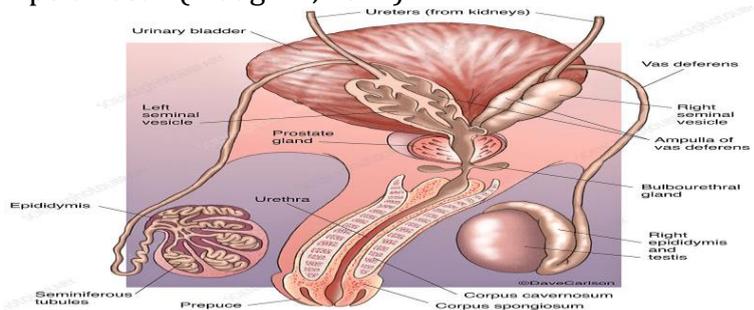
h. Glandula bulbuorethralis (Glandula cowperi)

1) Anatomi Glandula bulbuorethralis (Glandula cowperi)

Glandula bulbuorethralis berbentuk bulat dan berjumlah dua buah. Letaknya di dalam otot sfingter uretrae eksternum pada diafragma urogenital, dorsal dari uretra pars membranasea.

2) Fisiologi Glandula bulbuorethralis (Glandula cowperi)

Glandula bulbuorethralis Berfungsi mengeluarkan mucus untuk pelumasan (Waugh. A, 2017).



Gambar 7.20 : Glandula bulbuorethral.

Sumber: <https://teachmeanatomy.info/pelvis/the-male-reproductive-system/bulbuorethral-gland/>

DAFTAR PUSTAKA

- Gerard, T. 2014. *Principles of Anatomy and Physiology*.
- Guyton & Hall. 2012. *Buku ajar fisiologi kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Marieb, E.N, Wilhelm, P.B & Mallat, J. 2012. *Human Anatomy 6 th ed media update*. Benjamin Cummings.
- Playfair, JHL & Chain, B. 2012. *At a Glance Immunology Edisi ke-9*. Jakarta: Erlangga.
- Rizzo C Donald. 2015. *Fundamentals of Anatomy and Physiology*.
- Rodney, R., David, R.B.. 2013. *Medical physiology principles for clinical medicine*.
- Sadler, T. 2013. *Embriologi Kedokteran Langman Edisi 12*. Jakarta: EGC.
- Seeley's. 2014. *Anatomy & Physiology, Ed. Ke-10*.
- Sloane, E. 2012. *Anatomi dan fisiologi untuk pemula; alih bahasa, James Veldman, editor edisi bahasa Indonesia, Palupi Widyastuti*. Jakarta: EGC.
- Waugh. A, G.A.R. and W. 2017. *Anatomy and Physiology in Health and Illness, 12th Indonesia Edition*. Singapore: Elsevier.

BAB 8

ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM PERNAFASAN

Oleh Titik Juwariah

8.1 Pendahuluan

Sistem Pernafasan atau Sistem Respirasi memiliki peran penting dalam kehidupan manusia. Sistem pernafasan menjalankan fungsi pertukaran Oksigen (O₂) dan Karbon dioksida (CO₂) melalui proses pernafasan eksternal dan internal. Siklus pernafasan eksternal di mulai ketika hidung menghirup oksigen(O₂) yang berada di atmosfer. Selanjutnya oksigen di salurkan menuju paru paru dan terjadi proses pertukaran dengan gas CO₂ sisa metabolime. Berikutnya hidung menghembuskan gas karbon dioksida tersebut ke udara bebas. Sedangkan siklus respirasi internal, terjadi antara pembuluh darah dengan sel di seluruh jaringan tubuh. Proses respirasi internal menghasilkan energi yang berguna untuk kelangsungan hidup (Djojodibroto, 2014). Proses inspirasi atau ekspirasi yang tidak sempurna dapat mengakibatkan residu di dalam paru paru yang lama kelamaan akan menimbulkan masalah kesehatan.

8.2 Pengertian

Bernafas adalah proses menghirup udara yang mengandung oksigen(O₂) dari udara bebas ke dalam tubuh untuk keperluan metabolisme dan mengeluarkan udara yang mengandung karbon dioksida(CO₂) sebagai sisa hasil metabolisme dengan cara menghembuskan melalui hidung.

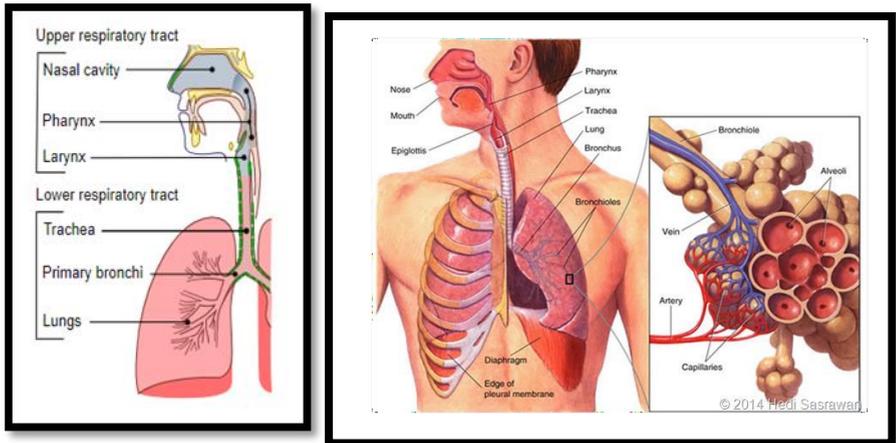
Pernafasan atau respirasi merupakan mekanisme bagaimana pertukaran O₂ dan CO₂ di dalam tubuh berlangsung.

8.3 Anatomi Sistem Pernafasan

Organ sistem pernafasan terdiri dari 2 bagian yaitu sistem pernafasan bagian atas dan sistem pernafasan bagian bawah. Sistem pernafasan bagian atas menjamin udara yang masuk dalam keadaan

bersih. Pada bagian ini udara di hangatkan, disaring dan dilembabkan. Sedangkan pada sistem pernafasan bagian bawah terjadi proses pertukaran O₂ dengan CO₂.

Organ pernafasan bagian atas terdiri atas hidung, faring , laring. Sedangkan organ pernafasan bagian bawah adalah trakea, bronkus dan paru paru. Pada paru paru terdapat bronkheolus dan alveolus.

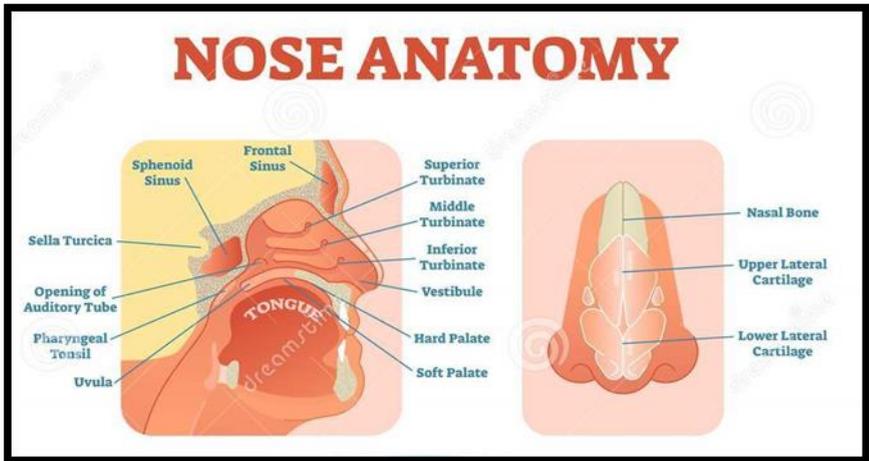


Gambar 8.1: Anatomi Organ Pernafasan

Sumber: (P.D. Anderson, 1999)

a) Hidung

Hidung adalah organ sistem pernafasan paling luar. Di awali dari Rongga Hidung atau *Cavum Nasalis*. Udara dari luar pertama kali masuk ke dalam tubuh melalui rongga hidung. Rongga hidung di lapiasi oleh selaput lendir yang berfungsi menangkap atau menjebak benda asing agar tidak masuk lebih dalam ke rongga hidung.



Gambar 8.2 : Anatomi Hidung
 ('Medical Diagram Nasal cavities', 2004)

Di dalam rongga hidung terdapat 2 kelenjar, yaitu kelenjar minyak atau kelenjar sebacea dan kelenjar keringat atau kelenjar Sudoriferus. Terdapat rambut atau bulu hidung. Sedangkan rambut atau bulu hidung berfungsi untuk menyaring kotoran yang terbawa udara saat bernafas. Di dalam rongga hidung juga terdapat konka hidung. Konka memiliki pembuluh darah kapiler yang banyak sekali, konka berfungsi menghangatkan udara di dalam rongga hidung.

b) Faring (Tenggorokan)

Faring terletak di belakang rongga hidung. Faring merupakan percabangan dari saluran pernafasan dan saluran pencernaan. Saluran pernafasan terletak pada bagian depan di sebut *Nasofaring* dan saluran pencernaan terletak pada bagian belakang di sebut *Orofaring*.

Fungsi faring adalah sebagai jalan masuknya udara saat bernafas dan sebagai jalan material makanan yang masuk ke lambung saat makan. *Nasofaring* dan *Orofaring* bekerja secara bergantian. Ketika bernafas *Orofaring* akan tertutup untuk memberi jalan udara. Ketika sedang makan *Nasofaring* akan tertutup untuk memberi jalan pada makanan. Secara normal ada pengaturan otomatis saat kita bernafas, makan dan berbicara. Pengaturan tersebut di lakukan oleh fungsi saraf. Dalam kondisi tertentu ketika

seseorang melakukan aktivitas makan sambil berbicara, bisa jadi mengacaukan pengaturan tersebut dan akibatnya tersedak, makanan atau minuman masuk ke saluran pernafasan. Jika hal tersebut terjadi, spontan tubuh akan mengeluarkan semua benda asing yang turut bersama udara masuk ke saluran nafas. Dalam kondisi tersedak reaksi tubuh adalah batuk seketika itu juga untuk mendorong makanan atau minuman keluar dari saluran nafas. Sering kali makanan atau minuman akan keluar melalui rongga hidung.

Faring juga menyiapkan ruang dengung untuk memberikan efek resonansi suara pada saat berbicara, sehingga suara akan lebih berkualitas (Patwa Apeks, 2015).

c) laring (Pangkal Tenggorok)

Laring adalah sebuah saluran yang di kelilingi oleh tulang rawan, terletak antara orofaring dengan trakea. Selain sebagai saluran keluar masuknya udara, laring merupakan bagian dari sistem pernafasan yang berfungsi memproduksi bunyi atau suara. Suara terbentuk saat selaput yang ada pada pangkal tenggorok bergetar dan di lewati udara dari paru paru. Di dalam laring terdapat selaput mukosa yang tersusun dari jaringan epitel berlapis pipih dan tebal, cukup kuat untuk menahan getaran suara pada laring. Pada pangkal laring terdapat susunan tulang rawan yang membentuk jakun, pada pangkal ini juga terdapat katup yang di sebut dengan epiglotis. Epiglotis menutup saat makan dan membuka saat bernafas (Patwa Apeks, 2015).

d) Trakea (Batang Tenggorok)

Trakea adalah organ pernafasan yang bentuknya seperti tabung, membentuk saluran sepanjang leher dan sebagian pada rongga dada. Panjang trakea kurang lebih 10 – 11 cm dengan diameter kurang lebih 2 cm. Trakea memiliki dinding yang tipis dan kaku, di kelilingi oleh cincin tulang rawan. Trakea memiliki silia pada bagian dalam yang berfungsi menyaring benda asing yang masuk ke saluran nafas bersama udara.

Trakea terletak pada leher di bawah laring dan di depan *esophagus* dan *cervical* ke 6 sampai dengan thorax dan mediastinum. Pada bagian pangkal, trakea bercabang 2 yang di sebut dengan bronkus.

Trakea berfungsi menyalurkan udara pernafasan dari rongga hidung menuju paru paru melalui bronkus.

e) Bronkus

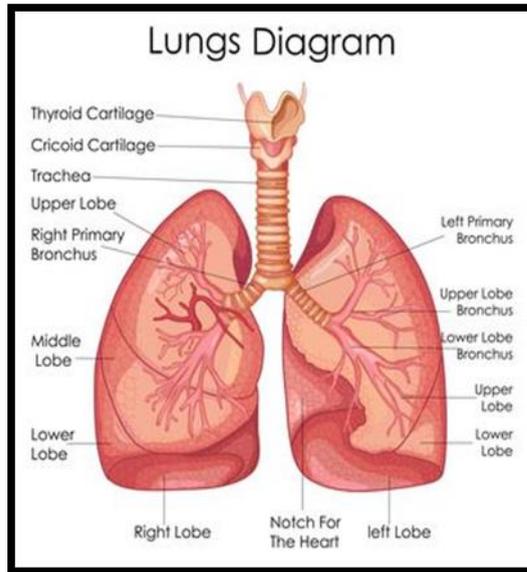
Bronkus merupakan saluran yang di mulai dari percabangan pangkal trakea, bronkus menghubungkan trakea dengan paru paru. Percabangan mengarah pada paru kanan dan paru kiri. Bronkus di susun oleh tulang rawan dan otot otot halus yang bagian dalamnya di selimuti oleh selaput lendir. Tulang rawan mempertahankan saluran tetap kokoh dan tidak mengempis selama periode inspirasi dan ekspirasi. Pada bagian pangkalnya, bronkus bercabang menjadi bronkiolus. Semakin mendekati percabangan, tulang rawan semakin menipis. Sementara otot otot halus akan semakin tebal.

f) Bronkiolus

Bronkiolus merupakan saluran berbentuk seperti tabung dan merupakan percabangan dari bronkus. Bronkiolus di bentuk oleh jaringan epitelium. Dinding Bronkiolus terbentuk dari otot polos yang berfungsi mengatur jalannya udara serta kestabilan temperatur. Pangkal bronkiolus bercabang cabang dan terdapat gelembung gelembung alveolus.

g) Paru Paru

Paru paru terletak pada rongga dada menghadap ke tengah Mediastinum. Paru paru di bungkus oleh selaput pleura, bagian dalam yang langsung membungkus paru paru adalah lapisan *viseral* dan bagian luar yang berhubungan dengan rongga dada adalah lapisan *parietal*. Dalam keadaan normal paru paru mengembang dan mengempis dengan leluasa. Kavum pleura mengandung cairan surfaktan yang berfungsi melumasi permukaan lapisan pleura agar paru paru terlindung dari luka gesekan dengan dinding dada saat paru paru mengembang dan mengempis (Silverthon C, 2001).



Gambar 8.3 : Anatomi Paru

Paru paru merupakan organ yang sebagian besar terdiri dari gelembung gelembung yang di sebut dengan alveoli atau alveolus. Alveolus merupakan organ pernafasan terkecil dengan diameter 1 s.d 2 mm, berbentuk kantung, berdinding sangat tipis, terletak pada percabangan *brokiolus*. Antara alveolus satu dengan alveolus lain di batasi oleh septum yang memiliki pori. Dinding alveolus di kelilingi pembuluh darah kapiler yang berbentuk pleksus, pada kapiler inilah respirasi menjalankan fungsinya. Di alveolus ini terjadi proses pertukaran antara oksigen(O_2) yang di ambil dari udara bebas dengan Karbon dioksida (CO_2) sisa pembakaran yang terjadi di dalam tubuh. Pertukaran gas terjadi melalui proses difusi (Patwa Apeks, 2015). Alveolus bergabung dalam satu saku membentuk satu duktus , duktus duktus kemudian membentuk bronchus respiratori dan kemudian membentuk lobus paru.

8.4 Fisiologi Sistem Pernafasan

Manusia sebagai makhluk hidup memerlukan oksigen sebagai bahan bakar melakukan metabolisme. Kebutuhan oksigen yang tidak tercukupi menimbulkan masalah. Otak yang tidak tersuplai oksigen dalam hitungan menit akan menimbulkan masalah yang fatal. Anoksia

serebral dapat berujung pada kematian. Dalam menjalankan fungsi pernafasan, tubuh melaksanakan 2 macam pernafasan. Pernafasan yang terjadi di paru paru di sebut pernafasan eksternal dan yang terjadi pada sel di sebut dengan pernafasan dalam atau internal.

a) Pernafasan luar(eksternal)

yang dimaksud pernafasan luar adalah pernafasan yang terjadi di paru paru. Pertukaran udara yang terjadi antara udara dalam alveolus dengan darah dalam kapiler. Udara yang mengandung oksigen di hirup melalui hidung atau mulut. Masuk melalui saluran nafas dan sampai pada Alveolar yaitu gelembung gelembung yang ada diparu paru. Proses ini terjadi secara difusi dalam kapiler pulmonar yang mengelilingi alveolar. Darah selanjutnya di bawa menuju jantung dan dari jantung di transformasikan ke seluruh tubuh untuk proses metabolisme. Dalam proses tersebut karbon dioksida yang merupakan hasil buangan dari paru menembus membran alveolar, selanjutnya CO₂ di keluarkan melalui saluran bronkus menuju hidung atau mulut untuk di buang ke udara bebas(Silverthon C, 2001).

Terdapat 4 proses dalam pernafasan eksternal:

- 1) Ventilasi, yaitu gerakan pernafasan atau keluar masuknya udara dalam alveolar dengan udara luar.
- 2) Aliran darah melalui paru paru, yaitu darah yang kaya akan O₂ di alirkan ke seluruh tubuh dan darah yang kaya CO₂ dari seluruh tubuh di alirkan menuju paru paru.
- 3) Distribusi, yaitu pengantaran arus darah ke seluruh tubuh secara merata sesuai kebutuhan sampai ke ujung ujung organ perifer.
- 4) Difusi, di dalam proses difusi, gas karbon dioksida(CO₂) lebih mudah menembus membran alveolar di bandingkan dengan gas Oksigen(O₂).

Proses pertukaran O₂ dan CO₂ terjadi ketika tubuh merespons adanya sinyal bahwa konsentrasi O₂ dalam darah perlu di tingkatkan. Kondisi tersebut merangsang pusat pernafasan pada otak. Sebagai respons maka pusat saraf mengirimkan sinyal untuk meningkatkan frekuensi pengambilan oksigen pada udara bebas. Maka proses bernafas dimulai. Oksigen dari udara masuk ke paru paru dan melalui proses difusi selanjutnya di transformasi ke

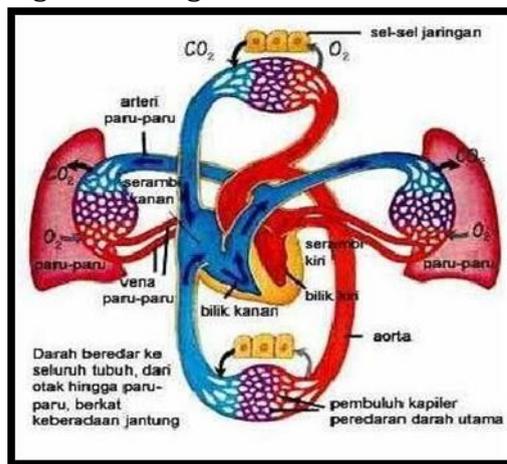
jantung dan di edarkan ke seluruh tubuh dalam ikatan HBO₂ atau asam hematin. Sedangkan CO₂ di lepas dari paru paru menuju udara bebas melalui mulut atau hidung (Silverthon C, 2001)

b) Pernafasan Dalam

Pernafasan dalam adalah pernapasan yang terjadi antara darah dalam kapiler dengan sel tubuh. Hal ini terjadi saat tubuh melaksanakan proses oksidasi glukosa atau molekul lainnya untuk memperoleh energi. Proses oksidasi ini membutuhkan oksigen dan pengeluaran karbon dioksida sebagai sisa metabolisme.

Transport Oksigen(O₂) dari alveoli menuju jaringan melalui darah. Transport CO₂ mengalir dari sel yang ada di jaringan menuju alveoli paru. Oksigen yang mengalir ke jaringan larut dalam Haemoglobin. Jumlah kedua gas yang ditransport ke jaringan dan dari jaringan secara keseluruhan tidak cukup bila O₂ tidak larut dalam darah dan bergabung dengan protein membawa O₂ (hemoglobin). Demikian juga CO₂ yang larut masuk ke dalam serangkaian reaksi kimia reversibel, yang mengubahnya menjadi senyawa lain. Adanya hemoglobin menaikkan kapasitas pengangkutan O₂ dalam darah sampai 70 kali dan reaksi CO₂ menaikkan kadar CO₂ dalam darah menjadi 17 kali (Silverthon C, 2001).

c) Sistem Pengangkutan Oksigen Dalam Tubuh



Gambar 8.4 : Transportasi Oksigen (O₂) dalam Tubuh Manusia (Silverthon C, 2001)

Sistem pengangkutan O₂ dalam tubuh terdiri dari paru-paru dan sistem kardiovaskuler. Oksigen yang masuk ke jaringan sesuai dengan jumlah oksigen yang masuk ke dalam paru-paru, pertukaran gas yang cukup pada paru-paru, aliran darah ke jaringan dan kapasitas pengangkutan O₂ dalam darah. Aliran darah bergantung pada derajat konsentrasi dalam jaringan dan curah jantung. Jumlah O₂ dalam darah ditentukan oleh jumlah O₂ yang larut, hemoglobin, dan afinitas (daya tarik) hemoglobin (Silverthorn C, 2001).

Transpor oksigen melalui lima tahap sebagai berikut:

1) Tahap Pertama:

Proses mengalirnya O₂ yang ada di atmosfer ke paru paru. Keadaan ini terjadi akibat adanya perbedaan tekanan parsial. Tekanan parsial oksigen (p_{aO_2}) atmosfer 159 mmHg dan tekanan parsial O₂ dalam paru paru 105 mmhg. Karena tekanan dalam lebih kecil maka O₂ mengalir dari luar masuk ke paru paru.

2) Tahap II:

Proses mengalirnya O₂ dari jantung menuju paru paru. Darah dari jantung yang menuju paru memiliki tekanan parsial 40 mmhg. Tekanan parsial O₂ yang tinggi di dalam alveolar mengakibatkan Oksigen mengalir dari alveolar menuju pembuluh darah. Perpindahan O₂ ini di lakukan dengan cara difusi. Setelah proses difusi selesai maka tekanan parsial O₂ dalam pembuluh darah naik menjadi 100 mmhg dan siap untuk di lanjutkan peredarannya ke seluruh tubuh.

3) Tahap III:

Transportasi O₂ dari pembuluh darah ke seluruh tubuh.

Jumlah oksigen yang diangkut ke seluruh jaringan di pengaruhi oleh kadar hemoglobin dalam darah. Oksigen yang terikat pada hemoglobin darah yang dapat di angkut. Oleh karena itu, pada kasus kasus tertentu ketika pasien mengalami sesak, maka selain memberikan asupan oksigen dari luar pemeriksaan kadar hemoglobin menjadi prioritas. Misalnya pasien dengan gagal ginjal, pendarahan akut dan lain lain. Derajat kejenuhan hemoglobin terhadap oksigen (O₂) di pengaruhi oleh tekanan

parsial karbon dioksida(CO₂) atau PH.

4) Tahap IV:

Oksigen di bawa melalui cairan Interstitial.

Perbedaan tekanan parsial oksigen dalam darah (100 mmhg) dengan tekanan parsial oksigen dalam cairan interstitial (20 mmhg) merangsang perpindahan oksigen dari pembuluh darah ke dalam cairan interstitial. Perpindahan di lakukan dengan cara difusi.

5) Tahap 5

Oksigen di bawa dari interstitial menuju sel.

Perbedaan tekanan parsial(PaO₂) antar cairan interstitial dengan tekanan parsial oksigen pada sel (0-20 mmhg) mengakibatkan perpindahan O₂ dari interstitial menuju sel. Berikutnya di dalam sel terjadi raksi oksidasi senyawa yang bersumber dari nutrisi yaitu karbohidrat, lemak dan protein yang menghasilkan H₂O, CO₂ dan energi (Pearce, 2009).

d) Proses Pernafasan (Respirasi)

Bernafas adalah proses menghirup oksigen(O₂) yang berasal dari udara bebas dan menghembuskan karbon dioksida(CO₂) dari paru ke udara bebas melalui hidung atau mulut, yang di lakukan secara bergantian dan terus menerus.

1) Inspirasi

Proses menghirup udara yang mengandung oksigen dari udara bebas melalui hidung disebut Inspirasi. Setelah masuk ke rongga hidung, udara akan masuk ke paru paru melalui saluran pernafasan. Di alveolar paru terjadi proses difusi dan oksigen di ikat oleh hemoglobin(HBO₂). Selanjutnya di bawa menuju jantung dan siap di transportasikan ke seluruh tubuh.

Mekanisme Inspirasi:

Diafragma dan muskulus Intercostalis externa berkontraksi → Volume dan Rongga Thorax bertambah → Tekanan intra pleura akan berkurang → Paru akan berkembang → Tekanan intra pulmonal akan menurun → Udara akan masuk kedalam organ paru

2) Ekspirasi

Proses menghembuskan udara yang mengandung CO₂ hasil metabolisme dari paru paru menuju udara bebas di sebut ekspirasi.

Metabolisme pada sel menghasilkan energi dan Karbon dioksida(CO₂) sebagai produk sisa.

Karbon dioksida sebagai produk sisa oksidasi di sel akan diikat oleh hemoglobin dalam ikatan HBCO₂. Selanjutnya melalui pembuluh darah vena di bawa menuju jantung. Melalui katup jantung kanan darah di pompa menuju alveolar paru. Perbedaan tekanan parsial mengakibatkan pelepasan CO₂ dan Pengikatan O₂. Selanjutnya CO₂ di keluarkan menuju udara bebas melalui hidung atau mulut (Pearce, 2009).

Mekanisme Ekspirasi:

Diafragma dan muskulus *intercostalis externa* melakukan relaxasi → Volume dan rongga thorax berkurang → Tekanan intrapleura bertambah negatif → Paru mengkerut (volume mengecil) → Tekanan intra pulmonal meninggi diatas tekanan Atmosfir → Udara akan keluar dari Paru.

8.5 Kendali Sistem Pernafasan

Fungsi mekanik pernafasan, mengatur pergerakan setiap udara yang masuk dan udara yang keluar. Fungsi ini di namakan ventilasi. Mekanisme saat udara masuk dan udara keluar melibatkan komponen faktor yang saling berinteraksi. Fungsi faktor tersebut yang mengendalikan kelancaran ventilasi (Sumantri, 2007). Faktor faktor tersebut diantaranya adalah:

a) Faktor Lokal

Kondisi dada, torak dan paru menentukan kualitas pernafasan karena torak dan paru berperan dalam proses setiap tarikan dan hembusan nafas yang sifatnya terus berulang.

b) Medula Oblongata

Medula Oblongata memiliki peran salah satunya adalah sebagai pengendali pernafasan. Pusat pengendalian ini adalah daerah ritmik medula oblongata (*medulla rhythm area*) yang terdiri dari neuron inspirasi dan neuron ekspirasi.

- c) Pons
Dalam pengendalian sistem pernafasan, Pons membantu medula oblongata dalam mengatur lajunya pernafasan
- d) Refleks Hering-Breuer
Sebuah reseptor yang mengatur tingkat peregangan paru agar tidak terjadi over distensi atau peregangan yang berlebihan.
- e) Korteks
Korteks mengendalikan ritmik dengan tujuan melindungi paru.
- f) Biokimia
Secara biokimia, penurunan tekanan parsial O_2 (PaO_2) dalam darah arteri akan meningkatkan ventilasi
- g) Pengaruh Ketinggian
Semakin tinggi dataran maka semakin turun kadar atmosfer dalam ruang udara. Keadaan tersebut mempengaruhi kadar O_2 , semakin rendah juga. Hal ini akan mempengaruhi ritme dan kedalaman nafas menjadi meningkat juga ritme jantung sebagai usaha tubuh dalam mencapai keseimbangan.

8.6 Volume udara pernafasan

- a) Udara Tidal atau udara respirasi : adalah udara yang masuk dan di keluar melalui hidung atau mulut dalam keadaan normal. Jumlah udara tidal adalah 500 cc.
- b) Udara komplementer : adalah volume udara yg masih bisa masuk setelah nafas normal, sehingga paru paru bisa mengembang maksimal(2000 cc).
- c) Udara suplementer : adalah volume udara yang masih bisa di keluar kan setelah nafas normal, paru paru mengecil (1300 cc)
- d) Kapasitas Vital : adalah volume udara yg masih bisa di dikeluarkan setelah menarik nafas maksimal (3800 cc)
- e) Udara Residual : Volume udara yg tersisa dlm paru paru setelah mengeluarkan nafas maksimal (1600 cc)
- f) Kapasitas Total : Volume maksimal isi dari paru paru (kapasitas vital + udara suplementer).
- g) Hawa ruang mati : udara yg tidak ikut pertukaran (ada di ruang mulut dan hidung sampai bronchiolus).

8.7 Frekuensi Pernafasan

Frekuensi pernafasan adalah jumlah periode inspirasi dan ekspirasi dalam 1 menit. 1 periode nafas adalah satu inspirasi dan 1 ekspirasi. Pernafasan normal pada orang dewasa rata rata 18 s.d 20 kali per menit. Bertambahnya kecepatan atau berkurangnya kecepatan mengindikasikan adanya penyesuaian yang di lakukan oleh tubuh. Ketika tubuh menerjemahkan sinyal tekanan parsial O₂ (PaO₂) dalam darah menurun, maka otak akan berespons untuk mengirimkan perintah meningkatkan frekuensi nafas.

Selain kondisi tersebut ada beberapa faktor yang turut mempengaruhi frekuensi pernafasan diantaranya adalah:

a) Usia

Semakin tua usia manusia, frekuensi pernafasan semakin rendah karena kebutuhan energi juga semakin sedikit.

b) Jenis Kelamin

Laki laki memiliki frekuensi pernafasan lebih tinggi di bandingkan wanita. Hal ini karena aktivitas laki laki pada umumnya lebih berat di banding wanita. Sehingga laki laki membutuhkan oksigen lebih tinggi dan menghasilkan karbon dioksida lebih tinggi juga jika di bandingkan dengan wanita.

c) Suhu Tubuh

Semakin tinggi suhu tubuh seseorang maka frekuensi pernafasan akan semakin tinggi karena terjadi peningkatan metabolisme. Metabolisme memerlukan Oksigen.

d) Posisi atau Kedudukan Tubuh

Posisi seseorang menentukan frekuensi pernafasan. Posisi berdiri tanpa sandaran memerlukan energi yang berbeda dengan posisi berdiri dengan bersandar yang memiliki titik tumpu, begitu juga duduk di kursi dengan posisi jongkok . Tentunya posisi yang menguras energi memerlukan oksigen yang lebih banyak sehingga frekuensi bernafasnya juga lebih tinggi.

e) Aktivitas

Seseorang yang melakukan aktivitas berat tentunya memerlukan energi yang lebih besar. Energi di peroleh melalui proses oksidasi yang memerlukan oksigen. Tentunya akan memiliki frekuensi nafas lebih tinggi.

8.8 Gangguan Pada Sistem Pernafasan

Sistem Pernafasan dapat berfungsi dengan baik selama tidak ada masalah dengan organ organ pernafasan, adanya kepastian jumlah Oksigen dalam ruang gerak dan tubuh dalam keadaan sehat. Masalah pernafasan akan muncul seiring adanya gangguan pada 3 hal di atas; kerusakan organ, jumlah oksigen pada ruang gerak terbatas, dan kondisi sakit. Berikut adalah beberapa keadaan Gangguan pada sistem pernafasan:

a) Influenza

Influenza merupakan masalah pernafasan akibat infeksi virus. Menyerang mulai hidung tenggorokan hingga paru paru. Penderita influenza mengeluh demam, pilek hidung tersumbat, dan bahkan kesulitan bernafas. Penyakit ini sangat mudah menular sehingga cara mehindarinya adalah tidak kontak langsung dengan penderita influenza menghindari berada dalam 1 ruang dengan penderita.

b) Asma

Asma adalah salah satu penyakit kronis. Penderita asma mengalami sesak akibat penyempitan pada saluran pernafasan. Penyakit ini bisa dialami semua umur. Penderita memiliki saluran pernafasan yang sangat sensitif terhadap alergen. Penyakit ini bisa di atasi dengan menghindari alergen misalnya asap, debu, serbuk dan jenis zat kimia tertentu.

c) Bronkhitis

Bronkhitis adalah kondisi di mana dinding bronkus penderita mengalami peradangan. Gejala awal bronkhitis penderita akan mengeluh batuk, produksi lendir berlebih dan sesak nafas. Bronkhitis yang tidak di tangani dengan baik akan menjalar ke arah paru dan berkembang menjadi Pneumonia. Penderita selanjutnya akan mengalami demam, nyeri dada bahkan penurunan kesadaran.

d) Emfisema Paru

Emfisema merupakan penyakit kronis akibat kerusakan pada Alveolus. Alveolus adalah kantong kantong pada paru paru yang berfungsi untuk pertukaran Oksigen. Kerusakan pada alveoli ini mengakibatkan gangguan pada proses pernafasan sehingga tubuh kekurangan oksigen.

e) Tuberkulosis Paru

Tuberkulosis Paru atau sering disebut dengan TBC, penyakit saluran pernapasan infeksi dari *Mycobacterium Tuberculosis*. Bakteri ini menyerang dan merusak paru paru dan dapat pula menyerang organ lain. Penyakit ini menular melalui droplet. Penderita akan mengeluh batuk, berdahak, dan badan semakin mengurus. Penyakit ini dapat mengakibatkan jika tidak ditangani dengan tepat.

f) Pneumonia

Pneumonia adalah penyakit radang pada paru paru. Penderita mengalami peradangan dan pembengkakan pada alveoli yang mengakibatkan keluhan demam, nyeri dada, dan sesak. Paru paru menjadi dipenuhi oleh cairan. Pneumonia ini termasuk penyakit yang berbahaya dan menjadi penyebab 16% kematian pada anak-anak.

g) Efusi Pleura

Efusi pleura adalah kondisi penumpukan cairan pada rongga pleura. Efusi pleura ini disebabkan karena banyak faktor, bisa karena trauma, peradangan atau imbas dari penyakit lain misalnya gagal ginjal, jantung dan kanker. Penumpukan terjadi karena penurunan kadar albumin dalam darah. Penderita Efusi pleura mengalami keluhan batuk, sesak, nyeri dada, sulit bernafas dan demam.

h) Kanker Paru

Kanker paru paru adalah tumbuhnya jaringan abnormal pada paru. Sel kanker ini akan tumbuh terus dan tak terkendali hingga menyerang ke seluruh tubuh. Kanker paru menjadi penyebab nomor 1 kematian pria di seluruh dunia akibat kanker dan menjadi penyebab nomor 2 kematian wanita akibat kanker. Pemicu terbesar kanker paru adalah asap rokok. Orang yang merokok atau sering terpapar asap rokok beresiko tinggi mengalami kanker paru ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Djojodibroto. 2014. *Respirologi : Respiratory Medicine*. 2nd edn. Jakarta: EGC.
- 'Medical Diagram Nasal cavities'. 2004. *Day Of Difference Foundation Limited*. Available at: <https://www.verywellhealth.com/nasal-cavity-anatomy-5097506>.
- P.D. Anderson. 1999. *Anatomi Dan Fisiologi*. Bahasa Ind. Jakarta: Jones & Baret Publisher Boston Penerbit Buku Kedokteran; Jakarta.
- Patwa Apeks. 2015. 'Anatomi And Phisiologi Of Respiratory System Relevan To anaesthesia', *Indian Journal Of Anaesthesia*, 59(9), pp. 533–541. doi:Doi: 10.4103/0019 - 5049.165849.
- Pearce, E.C. 2009. *Anatomi Dan Fiologi Untuk Paramedia*. Edited by Gramedia. Jakarta. Available at: http://ucs.sulsellib.net//index.php?p=show_detail&id=67425.
- Silverthon C, A. 2001. *Human Physiologi: an Integrated Approach*. 2nd edn. New Jersey: Prentice Hall.
- Sumantri, I. 2007. *Asuhan Keperawatan Pada Pasien Dengan Gangguan Sstem Pernafasan*. Jakarta: Salemba Medika.

BAB 9

ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM PENCERNAAN

Oleh Vivin Kusumaningrum

9.1 Pengertian Anatomi dan Fisiologi

Istilah anatomy berasal dari bahasa Yunani (Greek) yang artinya “Ana” yang berarti bagian, dan “Tomi” artinya irisan atau potongan. Anatomi sebagai ilmu yang mempelajari struktur secara keseluruhan dan hubungan alat tubuh yang satu dengan yang lainnya. Ilmu anatomi melibatkan struktur tubuh manusia mulai dari yang terkecil hingga menjelaskan cara setiap bagian saling berinteraksi untuk membentuk unit fungsional.

Istilah fisiologi berasal dari bahasa Yunani “*physis*” yang artinya asal-usul dan “*logos*” yang berarti ilmu. Fisiologi sebagai ilmu yang mempelajari tentang fungsi dan cara kerja struktur tubuh manusia. Fisiologi juga dapat diartikan anak cabang biologi yang mempelajari tentang asal usul dan proses kehidupan. Anatomi dan fisiologi tersebut saling berkaitan karena didalam tubuh manusia memiliki serangkaian sistem organ yang saling bekerjasama untuk berfungsi dengan baik. Salah satu sistem yaitu sistem pencernaan. Sistem pencernaan atau gastrointestinal adalah sistem organ yang berperan untuk mencerna zat-zat makanan yang masuk kedalam tubuh, menyerap zat-zat gizi masuk ke dalam aliran darah serta membuang zat sisa pencernaan dari tubuh.

Anatomi dan fisiologi sistem pencernaan manusia membahas tentang struktur dan fungsi organ yang menyusun sistem pencernaan serta mekanisme kerja didalamnya berikut penyakit yang dapat menyerang sistem pencernaan.

9.2 Anatomi Sistem Pencernaan

Anatomi sistem pencernaan meliputi struktur organ-organ penyusun dalam sistem pencernaan yang terdiri atas mulut, tenggorokan, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, rektum

dan anus. Berikut penjelasan tentang masing-masing organ. Saluran pencernaan pada manusia tergolong “satu jalur” karena makanan bergerak dalam satu arah mulai dari mulut sampai anus.

A. Mulut

Mulut sebagai organ pertama yang berperan menerima makanan dari luar tubuh. Mulut tersusun atas lapisan luar oleh kulit sedangkan lapisan dalam ditutupi oleh selaput lendir atau mukosa. Mulut juga terdiri atas lapisan pertama yang berupa vestibula yang terdapat gusi, gigi, pipi dan bibir sedangkan lapisan kedua yaitu rongga mulut yang dibatasi oleh tulang maksilaris, mandibularis, palatum dan mandibularis disebelah dalam terhubung dengan faring.

Rongga dalam mulut dilapisi oleh selaput lendir. Rongga dalam mulut terdapat gigi, kelenjar ludah dan lidah. Berikut organ-organ dalam mulut.

1. Gigi

Setiap manusia terdapat dua bujur dental yang terletak di rahang bawah dan rahang atas. Gigi tertanam pada tepain bertulang yang memanjang baik rahang atas dan rahang bawah. Gigi juga disokong oleh jaringan ikat dalam akar proximal gigi (Fried and Hademenos, 1999). Gigi terdiri atas dua macam yaitu

- a. Gigi susu pada usia 6 hingga 7 bulan kemudian setelah berusia 2,5 tahun berjumlah 20 buah yang terdiri atas:
 - (1) gigi seri (*Incisivus*) berjumlah 8,
 - (2) gigi taring (*Caninus*) berjumlah 4,
 - (3) gigi geraham (*Molare*) berjumlah 8.
- b. Gigi orang dewasa disebut gigi permanen tumbuh mulai usia 6 hingga 18 tahun berjumlah 32 buah. Terdiri atas 8 buah gigi seri (*Incisivus*), 4 buah gigi taring (*Caninus*), 8 buah gigi geraham depan (*Premolar*), dan 12 buah gigi geraham belakang (*Molar*).

Setiap jenis gigi memiliki fungsi diantaranya sebagai media pemotong makanan pada gigi seri, merobek makanan yang keras oleh gigi taring, mengunyah makanan pada gigi geraham. Sedangkan struktur gigi tersusun atas bagian mahkota gigi, email dan akar gigi disertai saraf.

2. Lidah

Lidah tersusun atas otot serat lintang dan dilapisi oleh selaput lendir. Lidah dapat digerakan kesegala arah oleh otot lidah. Terdapat tiga bagian lidah yang tersusun atas (1) pangkal lidah (radiks lingua) terdapat epiglottis yang berfungsi menutup katup nafas pada saat menelan, (2) punggung lidah (dorsum lingua) terdapat papilla-papilla pengecap dan frenulum pengecap (selaput lendir) yang berada ditengah lidah, (3) ujung lidah (apeks lingua).

Lidah berperan untuk membantu mencampurkan makanan dalam mulut, mendorong makanan masuk menuju kerongkongan, untuk berbicara, sebagai indra pengecap rasa, dan membantu membersihkan gigi dan rongga mulut.

Fisiologi dan mekanisme sistem pencernaan didalam rongga mulut dimulai dari proses memotong makanan yang masuk ke dalam mulut oleh gigi depan (incisivus) lalu dikunyah oleh gigi geraham depan dan belakang (premolar dan molar) sehingga mengubah makanan menjadi bagian yang lebih kecil dan mudah dicerna. Kemudian peran ludah/saliva yang telah dikeluarkan oleh kelenjar ludah selanjutnya akan membungkus bagian makanan yang telah halus dengan enzim-enzim pencernaan mulut. Antibodi dan enzim seperti lisozim yang terkandung didalam ludah membantu memecah protein dan langsung membasmi bakteri. Lalu, secara otomatis makanan akan terdorong masuk kedalam kerongkongan.

3. Kelenjar saliva

Terdapat tiga jenis kelenjar ludah yang meliputi

(1) *parotid* yang terletak tepat dibawah telinga, (2) *submaksilaris* yang terletak bawah rahang atas, dan (3) *sublingual* terletak dibawah lidah (Fried an Hademenos, 1999). Kelenjar ludah (Saliva) banyak mengandung enzim dan ion. Ludah /saliva berperan (1) mendorong makananan menjadi mudah masuk kedalam lambung karena mengandung enzim ptialin, (2) zat asam lambung akan membantu menghambat degradasi pati, (3) memiliki efek antibakteri dan mematikan bakteri yang masuk dalam mulut.

B. Tenggorokan (Faring)

Tenggorokan (faring), berasal dari bahasa Yunani "Pharynx". Struktur faring yang melengkung dapat dijumpai tonsil (amandel) berupa kelenjar limfe yang kaya dengan kelenjar limfosit. Bagian ini terdapat persimpangan antara jalan nafas dengan jalan makanan. Terletak di belakang rongga mulut dengan rongga hidung, dan didepan ruas tulang belakang.

Letak faring berada diantara rongga hidung dengan bagian perantara disebut koana. Sedangkan tekak yang berhubungan dengan rongga mulut dengan perantara lubang disebut isthmus faucium. Tekak terdiri atas (1) superior (nasofaring), yaitu bagian yang sangat tinggi dengan hidung, (2) media, bagian yang sejajar dengan hidung, dan (3) inferior, yaitu bagian yang sama tinggi dengan laring.

C. Kerongkongan

Kerongkongan disebut juga esofagus berasal dari bahasa Yunani "Oeso" artinya membawa dan "Phagus" artinya memakan. Esofagus tersambung dengan pada ruang ke-6 tulang belakang bertemu dengan faring. Bagian esofagus berupa tabung (tube) yang memiliki otot sehingga memiliki gerak peristaltik. Esofagus terdiri atas tiga bagian diantaranya (1) bagian superior, bagian yang terdiri atas otot rangka, (2) bagian tengah, terdiri atas otot rangka dan otot polos, dan (3) bagian inferior, terdiri otot polos.

Hal tersebut membantu makanan agar terdorong masuk ke dalam lambung.

D. Lambung

Lambung adalah rongga seperti kantung yang berbentuk J dan terletak antara esofagus dan usus halus (Sherwood, L. 2007). Organ tersebut dibagi menjadi tiga bagian berdasarkan perbedaan anatomik, histologi dan fungsional. Bagian tersebut yaitu

(1) Cardiac/kardiak, disekitar sfinger esophageal bawah, (2) Fundus, adalah bagian lambung yang terletak diatas lubang esofagus. Bagian tengah lambung disebut

korpus. Anatomi lapisan otot polos fundus dan korpus relatif tipis, tetapi bagian bawah lambung yaitu antrum, memiliki otot yang lebih tebal. (3) Pylorus, disebut juga sfingter pilorus, bekerja sebagai penghubung antara bagian akhir lambung dengan usus halus.

Beberapa bagian dalam lambung terdapat :

- (1) fundus ventrikuli, yang merupakan bagian yang menonjol keatas dan terletak sebelah kiri osteum kardiak serta dijumpai gas,
- (2) Korpus vetrikuli, berbentuk lekukan pada bagian bagian bawah kurbatura minor,
- (3) Antrum pylorus merupakan bagian dari lambung berbentuk pipa yang mempunyai otot yang tebal membentuk sfingter pylorus,
- (4) Kurvatura minor, terletak disebelah kanan lambung terbentang dari osteum kardiak sampai pylorus,
- (5) Kurvatura mayor terbentang dari sisi kiri Osteum kardiak melalui fundus ventrikuli menuju sampai pilorus inferior. Ligamentum gastrolinalis terbentang dari bagian atas kurvatura sampai ke limpa,
- (6) Osteum kardiak merupakan tempat esofagus bagian abdomen masuk menuju lambung dan dapat dijumpai orifisium pilorik.

Mekanisme kerja pencernaan secara mekanik dalam lambung yaitu diawali masuknya makanan dari kerongkongan menuju ke lambung melalui otot berbentuk cincing (sfinter) yang dapat membuka dan menutup. Fungsi lain dari sfinter adalah menghalangi kembalinya zat yang masuk ke dalam lambung untuk kembali ke kerongkongan. Melalui aktifitas lambung dengan berkontraksi secara ritmik bertujuan untuk mencampur makanan dengan enzim-enzim. Hasil yang diperoleh selama pencernaan makanan yang berlangsung didalam lambung meliputi (1) lendir melindungi sel-sel lambung dari kerusakan oleh asam lambung, (2) asam klorida (HCl), berperan meningkatkan kadar keasaman yang diperlukan pepsin untuk merombak protein. Asam lambung juga berperan menghambat infeksi

dan membunuh bakteri di dalam lambung, (3) Prekursor pepsin (enzim yang memecah protein).

Mekanisme pencernaan secara kimiawi di dalam lambung dibantu oleh sejumlah enzim diantaranya yaitu

- (1) Enzim Amylase dengan melanjutkan pencernaan amilum dari bagian fundus
- (2) Enzim Lipase, enzim yang membantu proses pemecahan lipid usus terutama pada usia bayi hingga anak-anak.
- (3) Enzim Renin, enzim yang membantu proses pencernaan susu pada usia bayi. Koagulasi atau penggumpalan susu dapat terjadi karena adanya enzim renin dan kalsium sehingga proses pencernaan zat tersebut lebih lama dicerna didalam lambung.

E. Usus halus

Usus halus disebut juga usus kecil merupakan bagian yang terletak diantara lambung dan usus besar. Bentuk usus halus menyerupai tabung yang polos. Panjang usus halus 2-8 meter. Struktur usus halus lapisan-lapisan yaitu (1) lapisan mukosa (bagian dalam), (2) lapisan otot melingkar (M sirkuler), (3) lapisan otot memanjang (M longitudinal) dan (4) lapisan serosa (sebelah luar). Sedangkan bagian usus halus terdiri atas tiga bagian diantaranya

- (1) usus dua belas jari (*Deudenum*), berasal dari bahasa latin duodenum digitorum yang berarti duabelas jari, merupakan bagian dari usus halus dan menghubungkan antara lambung dan usus kosong (jejenum). Bagian usus duabelas jari memiliki ukuran lebih pendek dari bagian usus lainnya yang terdapat dalam usus halus. Memiliki panjang ± 25 cm, berbentuk seperti sepatu kuda dan melengkung ke kiri dan berada tepat disamping pankreas. Sebelah kanan deudenum terdapat selaput lendir yaitu papilla vateri yang bermuara pada saluran empedu (duktus koledikus) dan saluran pankreas (duktus pankreatikus). pH usus duabelas jari kurang lebih sekitar derajat sembilan. Terdapat dua muara saluran pada usus duabelas jari yaitu pankreas dan kantung empedu

mekanisme kerja pencernaan dalam usus duabelas jari (duodenum), yaitu makanan yang masuk dari lambung menuju usus halus akan diterima oleh usus duabelas jari melalui sfingter pylorus sesuai daya tampung. Namun jika kapasitas berlebih maka duodenum akan mengirimkan sinyal pada organ lambung agar menghentikan aliran makanan menuju ke usus halus.

(2) usus kosong (*jejunum*),

Istilah jejunum berasal dari bahasa Latin, jejunus yang berarti “kosong” sedangkan berdasarkan bahasa Inggris “jeune” yang artinya “lapar”.

Usus kosong atau jejunum merupakan saluran penghubung antara usus duabelas jari menuju usus penyerapan (ileum) tempat sebelum zat diserap oleh tubuh. Panjang usus kosong ±1-2 meter. Usus kosong dan usus penyerapan terletak tergantung pada bagian yang disebut mesenterium.

(3) usus penyerapan (ileum).

Usus penyerapan atau ileum merupakan bagian penutup dari usus halus. Memiliki ukuran panjang 2-4 meter dan berada setelah duodenum dan jejunum dan dilanjutkan oleh usus buntu. pH ileum antara 7-8 sehingga bersifat netral. Fungsi dari usus penyerapan adalah menyerap vitamin B12 dan garam-garam empedu.

F. Usus Besar

Usus besar (kolon) merupakan bagian yang terletak antara usus buntu dan rektum. Fungsi utama organ tersebut untuk menyerap air dan feses. Usus besar tersusun dari beberapa bagian diantaranya

(1) usus buntu (sekum) berasal dari bahasa Latin: *caecus*, “buta” berdasarkan istilah anatomi artinya kantung yang terhubung dengan usus penyerapan (ileum) serta bagian kolon dari usus besar (kolon).

(2) Umbi cacing (Appendix), dalam bahasa Inggris appendix artinya ujung buntu tabung yang menyambung dengan caecum. Rata-rata memiliki ukuran panjang bervariasi sekitar 10 cm ada pula 2-20 cm. Appendix selalu berada ditempat yang sama sedangkan ujung

umbai cacing dapat berbeda letaknya seperti di retrocaecal, pinggang (pelvis) namun tetap berada di peritoneum.

Usus besar tidak mengeluarkan enzim pencernaan apapun karena pencernaan telah selesai sebelum kimus menjadi kolon. Sekresi kolon terdiri atas larutan mukus basa (NaHCO_3) yang memiliki fungsi melindungi mukosa usus besar dari cedera mekanis dan kimiawi. Mukus menghasilkan pelumas untuk mempermudah feses bergerak, sedangkan NaHCO_3 menetralkan asam-asam iritan yang diproduksi oleh fermentasi bakteri lokal. Gerak kolon yang melamban dapat membantu bakteri untuk tumbuh dan menumpuk di usus besar. Jumlah bakteri didalam kolon 10 kali lebih banyak dari jumlah sel yang ada di tubuh manusia dengan berat massa bakteri sebesar 1000 g. Bakteri penghuni memiliki peran (1) meningkatkan imunitas usus, (2) mendorong motilitas kolon, (3) membantu integritas mukosa kolon, dan (4) memberi kontribusi nutrisi. Selain itu, kolon dalam keadaan normal menyerap garam dan H_2O .

G. Rektum

Rektum, berdasarkan bahasa latin “regere” artinya meluruskan atau mengatur yaitu ruangan yang berada diantara usus besar dan anus. Fungsi dari rektum adalah sebagai tempat menyimpan sementara sisa pencernaan yang berupa feses. Biasana rektum kosong tidak menyimpan tinja/feses karena disimpan dalam kolon desendens. Apabila kondisi feses penuh dalam kolon desendens maka akan masuk ke dalam rektum dan membuat keinginan untuk buang air besar. Mengembangnya saluran rektum menyebabkan penumpukan feses didalam rektum sehingga dapat memicu sistem saraf untuk mendorong keinginan agar melakukan defekasi. Apabila proses defekasi tertunda dalam periode yang lama maka menyebabkan feses kembali ke dalam usus besar dan penyerapan air akan kembali terjadi. Hal tersebut dapat menyebabkan konstipasi karena feses mengeras.

H. Anus

Organ terakhir dalam sistem pencernaan adalah anus. Anus terletak didasar pelvis dengan dinding diperkuat oleh tiga sfingter yaitu (1) sfingter internus (bagian atas), bekerja tidak menurut kehendak, (2) sfingter levator ani, bekerja juga tanpa kehendak, dan (3) sfingter ani eksternus (bagian bawah) yang bekerja sesuai kehendak.

Sedangkan anatomi dinding saluran cerna memiliki struktur umum yang sama disepanjang saluran mulai dari esofagus hingga anus. Terdapat empat lapisan penyusun paling dalam hingga luar meliputi mukosa, submukosa, muskularis eksternal, dan serosa. Berikut penjelasan ke empat lapisan tersebut.

- (1) mukosa, melapisi permukaan luminal saluran cerna. Terdiri atas
 - a. membran mukosa, suatu lapisan epitel sebelah dalam yang berfungsi sebagai permukaan protektif dan termodifikasi menjadi sekresi dan absorpsi
 - b. lamina propria, lapisan tengah tipis jaringan ikat tempat epitel berbeda. Lapisan ini mengandung GALT (*Associated lymphoid tissue*) yang berperan sebagai pertahanan terhadap bakteri usus.
 - c. Muskularis mukosa, lapisan mukosa terluar yang terletak disamping sub mukosa.
- (2) Submukosa, lapisan tebal jaringan ikat yang menentukan daya regang dan elastisitas saluran cerna. Bagian ini tersusun atas pembuluh darah besar dan pembuluh limfe, dimana keduanya membentuk cabang-cabang ke arah dalam ke lapisan mukosa dan ke arah luar ke lapisan otot tebal disekitarnya.
- (3) Muskularis external, merupakan selubung otot polos utama saluran cerna dan mengelilingi submukosa. Terdiri atas lapisan sirkular dalam dan lapisan longitudinal luar.
- (4) Serosa, mengeluarkan cairan encer licin (cairan serosa) yang berfungsi sebagai pelumas dan mencegah gesekan antara organ-organ pencernaan dan visera disekitarnya.

9.3 Fisiologi Sistem Pencernaan

Organ-organ dalam sistem pencernaan bersambungan satu sama lain tetapi dianggap sebagai entitas terpisah karena modifikasi regional yang memungkinkan organ-organ tersebut melakukan aktivitas fungsi pencernaan secara spesifik. Fungsi utama sistem pencernaan yaitu memindahkan nutrien, air, elektrolit dari makanan yang telah dikonsumsi dan masuk ke dalam tubuh (Sherwood, L. 2007). Masuknya zat makanan ke dalam tubuh berperan sebagai sumber energi dan bahan bakar esensial. Bahan bakar esensial tersebut dapat digunakan oleh sel untuk menghasilkan ATP sebagai sumber energi untuk melakukan aktivitas seperti transport aktif, kontraksi, sintesis dan sekresi, serta menambah jaringan dalam tubuh.

Sistem pencernaan melakukan empat proses pencernaan yang terdiri dari motilitas, sekresi, pencernaan/digesti, dan penyerapan. Berikut penjelasan terkait proses pencernaan tersebut.

- (1) Motilitas, kontraksi otot yang menyebabkan zat makanan tercampur dan terdorong maju seluruh isi saluran cerna. Contohnya otot polos pada pembuluh darah, otot polos pada dinding saluran cerna mempertahankan kontraksi tingkat rendah yang menetap.
- (2) Sekresi, terjadi pengeluaran sejumlah getah pencernaan ke dalam lumen saluran cerna oleh kelenjar saluran eksokrin. Sekresi pencernaan meliputi air, elektrolit, dan konstituen organik spesifik seperti enzim, garam empedu, atau mukus.
- (3) Pencernaan (digestion), merupakan proses penguraian biokimiawi dari struktur kompleks makanan menjadi satuan yang lebih kecil sehingga dapat diserap oleh enzim-enzim yang diproduksi di dalam sistem pencernaan.
- (4) Penyerapan, melalui proses pencernaan makanan yang sebagian besar terjadi di dalam usus halus maka sejumlah unit-unit kecil makanan akan diserap dari hasil proses pencernaan bersama air, vitamin dan elektrolit disalurkan dari lumen saluran cerna menuju ke dalam darah atau limfe.

9.4 Penyakit dan Cara Pencegahan Gangguan pada Sistem Pencernaan

1. Penyakit yang dapat menyerang pada organ mulut diantaranya:
 - a. Sakit gigi, biasanya gangguan oleh gigi berlubang (karies). Penyebab karies adalah sering mengkonsumsi makanan yang banyak mengandung gula, sisa makanan yang menempel sehingga menyebabkan bakteri mudah menyerang pembuluh darah dan saraf gigi. Karang gigi yang sering melekat pada gigi menyebabkan gigi menjadi rapuh dan mudah tanggal.
 - b. Solusi dan pencegahan gangguan sakit gigi dapat dilakukan dengan rajin membersihkan gigi dengan menggosok gigi setiap hari setelah makan dan mengonsumsi susu berkalsium sehingga gigi menjadi sehat dan kuat.
 - c. sariawan, merupakan gangguan yang disebabkan oleh
 - d. infeksi gusi, disebabkan oleh peradangan sehingga gusi menyusut dan membentuk kantong antara gigi dan gusi. Hal ini berawal dari plak, karang gigi dan sisa makanan yang menempel pada gigi sehingga menyebabkan infeksi.
 - e. Radang mulut, disebabkan infeksi jamur dengan ciri-ciri lidah berwarna pucat dan terdapat bercak kuning keputihan.
 - f. xerostomia, penyakit rongga mulut karena rendahnya jumlah produksi air ludah sehingga makanan kurang tercerna dengan baik.
2. Penyakit yang dapat menyerang pada organ kerongkongan diantaranya
 - a. Karsinoma esofagus, penyakit yang menyerang pada esofagus berupa tumor yang agresif dengan prognosis yang buruk.
 - b. Akalasia, gangguan motilitas primer esofagus yang ditandai dengan kesulitan menelan makanan dan gangguan peristaltik esofagus karena kegagalan fungsi kerja sfingter esofagus bagian distal yang pada saat itu bersifat hipertonis.
 - c. Amandel atau tonsil, merupakan peradangan pangkal ujung kerongkongan karena berkumpulnya jaringan limfoid.
3. Penyakit yang dapat menyerang pada organ lambung diantaranya
 - a. Maag, peradangan pada dinding lambung yang disebabkan oleh asam (HCl) yang dihasilkan oleh lambung terlalu banyak sehingga dinding lambung terkikis.

- b. Gastritis, peradangan akut atau kronis pada lapisan mukosa peradangan pada dinding lambung yang menyerang pada membran mukus yang melapisi lambung.
- 4. Penyakit yang dapat menyerang pada organ usus diantaranya
 - a. Malabsorpsi, yaitu gangguan pada usus halus untuk menyerap gizi. Dicterikan dengan tinja padat dan mengeras, berbau tidak enak, warna pucat dan mengambang.
 - b. Limfoma, kanker pada usus halus
- 5. Penyakit yang dapat menyerang pada organ rektum
- 6. Penyakit yang dapat menyerang pada organ anus

DAFTAR PUSTAKA

- Fried H, George dan Hademenos J, George. 1999. Schaum's Outline of Teori and Problems of Biology Second Edition. By The McGraw-Hill Companies. Translate Tyas, D dan Safitri, A. 2006 by Erlangga. Jakarta : Erlangga.
- Sherwood, Lauralee. 2007. Human Physiology: from Cells to System 6Th Ed. Di translate. 2011. Fisiologi manusia: dari sel ke sistem, Alih bahasa: Brahm. U. Pendit: Editor edisi bahasa Indonesia, Nella Yesdelita. Ed.6. Jakarta : EGC.

BAB 10

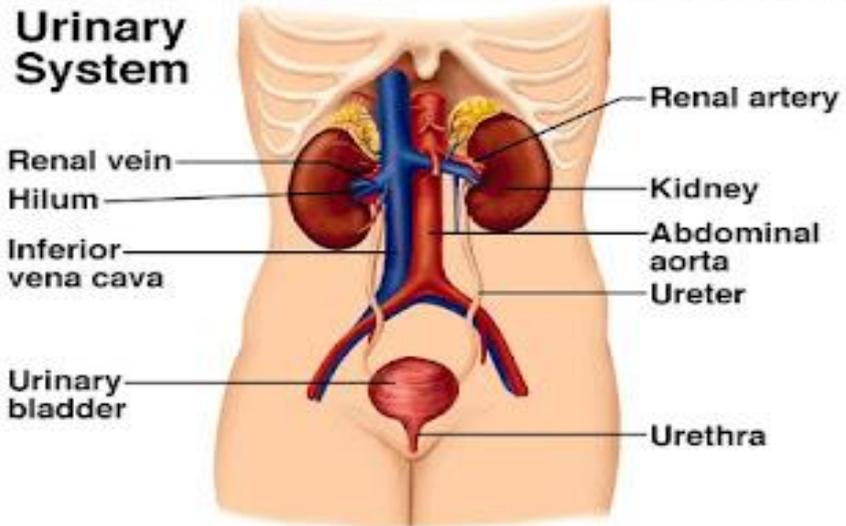
ANATOMI FISILOGI PADA SISTEM PERKEMIHAN/URINARIA

Oleh Milasari

10.1 Pendahuluan

Sistem urinaria yakni terjadinya suatu proses filtrasi dalam darah, sehingga darah bebas dari zat yang tidak digunakan oleh tubuh dan akan mengabsorpsi zat yang masih di perlukan tubuh, sedangkan zat yang tidak diperlukan tubuh akan dibuang melalui urin/air kemih (Mustikawati, 2017). Selain itu sistem urinaria mempunyai fungsi menjaga keseimbangan dalam tubuh dan membuang produksi sisa-sisa didalam tubuh (Azizah, 2021).

Sistem urinaria memiliki fungsi utama didalam tubuh yaitu mengeksresi dan membuang sisa metabolisme di tubuh (Nuari, 2017). Sistem urinaria merupakan sistem eksresi utama, dimana anatomi urinaria terdiri dari ginjal, ureter, vesika urinaria/bledder dan uretra. Selain itu sistem urinaria memiliki fungsi tambahan, yaitu sebagai regulasi volume darah dan tekanan darah dengan mengeluarkan cairan ke dalam urine, sebagai regulator konsentrasi plasma dari beberapa ion, sebagai stabilisator pH darah, dan sebagai detoksifikator racun bersama organ hepar (Nuari, 2017).



Gambar 10.1 : Anatomi Sistem Urinaria

Sumber: Evelyn C. Pearce

10.2 Ginjal

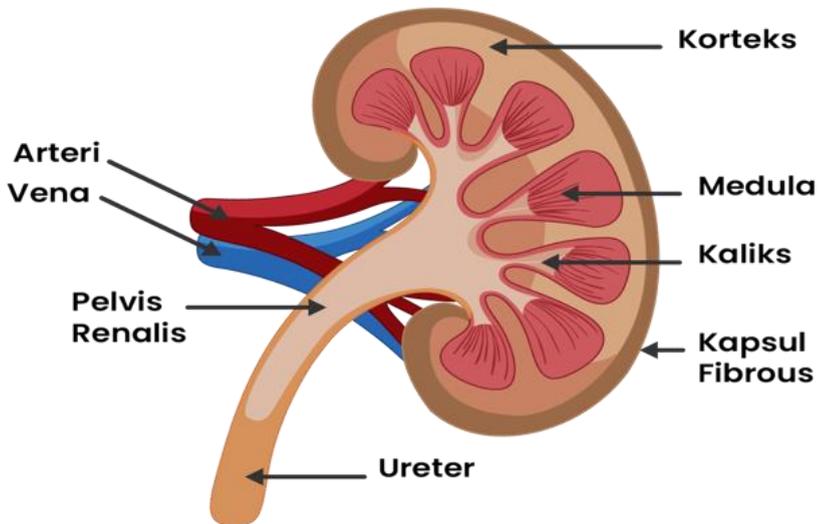
Ginjal merupakan salah satu bagian yang penting dari sistem urinaria (Nugrahaeni, 2020), dimana ginjal berada pada bagian belakang dari kavum abdominalis dan di belakang peritonium kedua sisi vertebra setinggi torakal 12 sampai lumbalis III serta langsung melekat di dinding abdomen (Mustikawati, 2017). Ginjal juga dilindungi oleh otot-otot abdomen jaringan lemak atau kapsul adiposa (Mongan, 2014).

Ginjal bentuknya menyerupai seperti kacang yang berwarna merah tua (Mongan, 2014), dengan jumlah dua buah berada di kiri dan kanan. Ginjal dibagian sebelah kiri lebih besar dibandingkan ginjal sebelah kanan (Mustikawati, 2017). Pada ginjal sebelah kanan berada sedikit lebih rendah dan lebih tebal dibandingkan ginjal sebelah kiri, karena organ hati yang menduduki ruang lebih banyak pada sebelah kanan (Mongan, 2014). Ginjal memiliki panjang 12,5 cm dengan ketebalan 2,5 cm, pada laki-laki mempunyai berat sekitar 125-175 gram dan pada perempuan 115 sampai 155 gram (Mongan, 2014).

Ginjal memproduksi hormon renin dan hormon eritropoitin, dimana hormon renin berfungsi sebagai pengatur aliran darah di ginjal saat apparatus juxtaglomerulus di nephron. Bahan baku dari sel darah

merah pada sum-sum tulang dirangsang oleh produksi eritropoietin yang dihasilkan dari hormon eritropoitin pada ginjal (Mongan, 2014).

Fungsi utama ginjal diantaranya membuang produk-produk sisa metabolisme dari tubuh seperti obat-obatan, toksin, ion; meregulasi keseimbangan elektrolit seperti sodium potassium dan kalsium; serta menghomeostatis tekanan darah (Nugrahaeni, 2020); mengatur keseimbangan air, mengatur konsentrasi natrium dalam darah dan mengekskresi bahan buangan (Heriana, 2014).



Gambar 10.2 : Anatomi Ginjal

Sumber: Bobo.id/Sarah nafisah

10.3 Ureter

Ureter memiliki saluran dimana setiap saluran tersambung langsung ke ginjal dan bergerak ke vesika urinaria (Heriana, 2014). Sebagian berada dalam rongga pelvis dan rongga abdomen, ureter memiliki tiga lapisan pada dinding ureter yaitu lapisan mukosa (lapisan sebelah dalam), lapisan smooth musde (lapisan tengah otot polos), dan jaringan fibrosa (dinding luar jaringan ikat) (Sarpini, 2014). Ketebalan ureter $\pm 0,5$ cm dan panjang sekitar 25 – 30 cm (Mustikawati, 2017). Gerakan peristaltik dapat mendorong urin melalui ureter dengan merangsang air kemih masuk ke dalam vesika urinaria setiap 5 menit

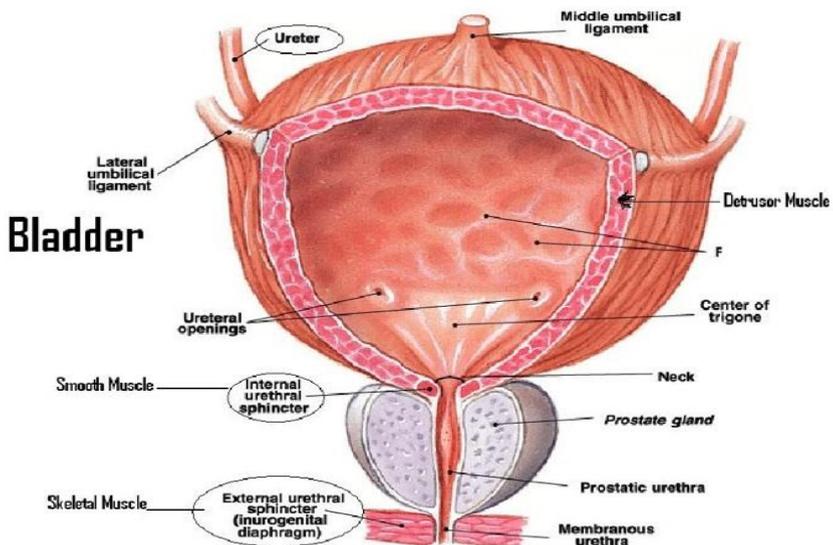
sekali, gerakan peristaltik tersebut terjadi pada lapisan dinding ureter (Sarpini, 2014).

10.4 Vesika Urinaria (Bledder)

Vesika urinaria adalah tempat untuk menampung urine dan terdiri atas otot-otot yang dapat mengecil, berada pada daerah retroperitoneal yang ada pada dasar panggul, (Mongan, 2014). Terdapat dua komponen pada vesika urinaria, komponen pertama adalah fundus/body dan komponen kedua adalah leher dimana bagian ini terhubung langsung dengan uretra (Mongan, 2014). Pada dasarnya vesika urinaria memiliki area segitiga disebut dengan TRIGONE dimana didalamnya terdapat tiga muara yaitu satu muara uretra dan dua muara ureter (Mustikawati, 2017).

Vesika urinaria berbentuk menyerupai kerucut yang dikelilingi oleh otot-otot yang kuat, dimana vesika urinaria memiliki fungsi sebagai tempat sementara dalam menampung urin (Mustikawati, 2017). Urin dapat ditampung dari 300 sampai 400 ml di vesika urinaria (Mongan, 2014).

Struktur Vesika Urinaria



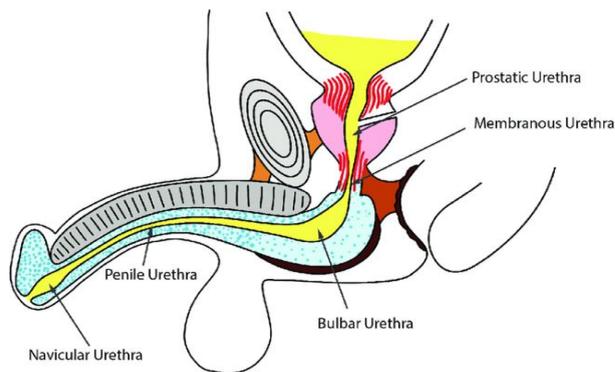
Gambar 10.3 : Anatomi Vesika Urinaria

Sumber: Erwin Edwar

10.5 Uretra

Saluran sempit berpangkal di vesika urinaria yang memiliki fungsi dalam menyalurkan air kemih untuk keluar disebut dengan uretra, berada dibagian antara vagina dan klitoris (Nuari, 2017). Spingter eksterna merupakan kontrol dalam pengeluaran urin, pengeluaran tersebut dapat dikontrol oleh kesadaran sendiri (Mongan, 2014). Uretra berperan sebagai tempat keluarnya urin dan sperma (Mustikawati, 2017).

Uretra perempuan dan laki-laki memiliki perbedaan dimana pada perempuan uretra lebih pendek dibandingkan laki-laki, dimana hal ini dapat menyebabkan perempuan lebih berisiko terjadi ISK. Pada perempuan terdiri dari beberapa lapisan yaitu lapisan sebelah dalam (lapisan mukosa), dan lapisan sebelah luar (lapisan spongeosa) (Sarpini, 2014). Sedangkan uretra laki-laki bergerak dengan berbelok-belok dengan panjang sekitar 20 cm (Mustikawati, 2017), dengan memiliki dua lapisan (submukosa dan mukosa) dan tiga uretra (kavernosa, prostatika, membranosa) (Sarpini, 2014). Pembesaran kelenjar prostat pada laki-laki dapat mempengaruhi kelancaran urine keluar karena adanya penekanan jaringan pada uretra (Mustikawati, 2017).



Gambar 10.4 : Uretra pada laki-laki

Sumber: <https://www.healthline.com>

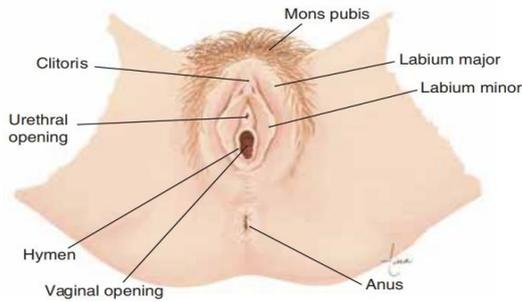


Figure Female external genitals (vulva) shown in inferior view of the perineum.

Gambar 10.5 : Uretra pada Wanita

Sumber: alodokter.com

10.6 Proses Pembentukan Urine

Urine dihasilkan oleh ginjal sekitar 1 ml/menit dimana berawal dari darah dan dibawa langsung oleh arteri renal kedalam ginjal, terdiri dari plasma dan sel sel-sel darah (Mongan, 2014). Urine tersusun sekitar 120 - 125 ml filtrat yang melalui glomerulus (Mustikawati, 2017). Keinginan untuk berkemih timbul ketika kandung kemih terisi sekitar 200-300 cc urine, keinginan berkemih seseorang sangat kuat jika kandung kemih sudah terisi 400 sampai 500 cc urine sehingga kontraksi otot desktruksor pada vesika urinaria untuk mendorong urine keluar ke uretra (Mustikawati, 2017). Pembentukan urine tersebut dapat melalui tiga tahapan, yaitu:

1. Proses Filtrasi

Proses penyaringan merupakan langkah awal dalam pembuatan urine, dimana proses ini terjadi di glomerulus (Sarpini, 2014). Selama penyaringan darah yang mengalir dari glomerulus masuk ke arteriol aferen, dimana limbah nitrogen dan air yang dapat disaring (Nugrahaeni, 2020). Cairan yang sudah tersaring akan ditampung kapsula *bowman* diteruskan ke tubulus ginjal seperti air, glukosa, bikarbonat dan sodium klorida (Mongan, 2014). Darah dipompa jantung masuk ke ginjal setiap menitnya dilakukan penyaringan atau yang disebut dengan filtrasi sebanyak 20% dan darah akan mengalir melalui seluruh tubuh untuk perfusi jaringan dan pertukaran gas sebanyak 80% (Nugrahaeni, 2020).

2. Proses Reabsorpsi

Reabsorpsi ini merupakan proses penyerapan kembali oleh tubuh ketubulus bagian bawah dimana sebagian besar yang diserap adalah ion bikarbonat, molekul, sodium, fosfat dan glukosa. Proses ini terjadi secara aktif, dimana sekresi akan terjadi sebelum cairan melewati ureter dalam bentuk urine (Mongan, 2014). Reabsorpsi sekitar 75% berada di tubulus proksimal dan 25% di ansahenle (Mustikawati, 2017).

3. Proses Sekresi

Sekresi merupakan kebalikan dari proses reabsorpsi, dimana proses ini memindahkan zat-zat yang keluar dari kapiler peritubular melalui epitel sel (Mustikawati, 2017). Zat yang diekskresi seperti obat-obatan, kreatinin dan ion hidrogen yang berlangsung melalui jaringan kapiler peritubular ke saluran pengumpul (Nugrahaeni, 2020). Sisa dari penyerapan tersebut terjadi pada tubulus akan dilanjutkan ke ginjal dan ureter kemudian ditampung secara berkala dalam bladder kemudian dikeluarkan di uretra (Mongan, 2014). Pembentukan urine dapat dipengaruhi oleh hormon (ADH, aldosteron, prostaglandin, glukokortikoid, renin), zat-zat diuretik, suhu internal atau eksternal, konsistensi darah dan emosi (Sarpini, 2014).

10.7 Karakteristik Urine

Komponen utama urine adalah urea, molekul yang sangat larut terdiri dari karbon dioksida dan nitrogen (ditemukan dalam amonia) untuk dikeluarkan dari tubuh (Nugrahaeni, 2020). Kisaran normal urine 1 sampai 2 liter per hari. Ginjal terus menghasilkan volume urine minimum sekitar 500 ml/hari untuk membersihkan tubuh dari sisa-sisa metabolisme. Setiap orang mengeluarkan urine berbeda-beda tergantung status kesehatan, usia dan intake cairan (Mongan, 2014).

Urine terdiri dari 95% air dan memiliki karakteristik warna, kekeruhan, aroma, pH (keasaman-alkalinitas) dan kepadatan. Urine berwarna kuning terang namun tergantung dari cairan yang di konsumsi, warna tersebut dikarenakan oleh pigmen *urochrome* (Mongan, 2014). Lebih banyak mengkonsumsi cairan akan

mempengaruhi konsentrasi urine menjadi lebih terang, penggunaan obat tertentu dapat menyebabkan perubahan warna urine menjadi kemerahan bahkan kehitaman serta keadaan dehidrasi juga dapat mempengaruhi konsentrasi urine menjadi kecoklatan dan lebih pekat (Mongan, 2014).

Kekeruhan urine dapat diukur secara subyektif, terjadi karena adanya partikel yang tersuspensi dalam urine. Penyebab kekeruhan secara abnormal terjadi karena adanya infeksi saluran kemih dan peningkatan sel (Nugrahaeni, 2020).

Aroma pada urine khas yaitu beraroma amoniak, hasil dari pemecahan urea yang disebabkan oleh bakteri (Mongan, 2014). Aroma urine dapat memberikan informasi kesehatan seseorang misalnya urine beraroma buah atau lebih manis disebabkan keton pada orang penderita diabetes mellitus (Nugrahaeni, 2020).

PH atau keasaman urine sedikit asam dengan pH rata-rata 6 (Sarpini, 2014), misalnya orang dengan diet protein yang tinggi akan menghasilkan urine lebih asam, berbeda dengan orang dengan diet vegetarian yang umumnya menghasilkan urine lebih basa (kisaran 4,6-8) (Nugrahaeni, 2020).

10.8 Mekanisme Pengeluaran Urine

Mekanisme pengeluaran urine merupakan proses pengosongan pada kandung kemih, proses eksresi urine cukup dirangsang dalam jumlah 250 cc. Eksresi terjadi disebabkan oleh gerakan sfingter internus dan eksternus yang dapat menyebabkan kandung kemih kosong, pengeluaran dihentikan secara sadar dikontrol oleh spingter eksternus, dimana pengontrolan ini terjadi bila saraf yang mempersarafi uretra, kandung kemih, otak serta medula spinalis masih dalam keadaan lengkap. Bila saraf-saraf tersebut mengalami kerusakan dapat menyebabkan terjadinya pengeluaran urine secara berlanjut tanpa disadari (inkontenensia urine), jadi proses ekskresi ini merupakan kendali oleh korteks serebri dan pusat oleh refleks spinal (Sarpini, 2014).

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, M. dkk. 2021. *Anatomi Fisiologi Sistem Perkemihan dan Konsep Cairan Elektrolit pada Manusia*. Edited by N.E. Daeli. Sumatra Barat: Yayasan Pendidikan Cendekia Muslim.
- Heriana, P. 2014. *Buku Ajar Kebutuhana Dasar Manusia*. Edited by Dr. Lyndon Saputra. Tangerang: BINARUPA AKSARA.
- Mongan, R. 2014. *Pemenuhan Kebutuhan Eliminasi*. Edited by A. Murwati. Yogyakarta: Fitramaya.
- Mustikawati. 2017. *Anatomi dan Fisiologi untuk Keperawatan*. Jakarta: CV. Trans Info Media.
- Nuari, A.N.D.W. 2017. *Gangguan pada Sistem Perkemihan & Penatalaksanaan Keperawatan*. Yogyakarta: DEEPUBLISH.
- Nugrahaeni, A. 2020. *Pengantar Anatomi Fisiologi Manusia*. Edited by M. Putri. Yogyakarta: ANAK HEBAT INDONESIA.
- Sarpini, R. 2014. *Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia Untuk Paramedis*. edisi Revi. Jakarta: IN MEDIA.

BAB 11

PROSES METABOLISME

Oleh Prishilla Sulupadang

11.1 Pendahuluan

Istilah metabolisme mengacu pada serangkaian reaksi kimia yang terjadi di dalam sel yang melibatkan degradasi, sintesis, dan transformasi molekul organik seperti glukosa, asam amino, dan asam lemak. Reaksi ini sangat penting karena hasilnya menjadi sebuah energi yang diperlukan untuk aktivitas sel dan untuk menyediakan bahan baku yang dibutuhkan tubuh untuk mempertahankan struktur dan fungsi sel serta untuk menunjang pertumbuhan. Dalam suatu reaksi kimia terjadi perubahan yang menyangkut struktur molekul dari satu atau lebih zat yang bersifat khusus menjadi zat lain yang dengan sifat baru disertai pelepasan atau penyerapan energi. Perubahan-perubahan tersebut dapat terjadi karena adanya enzim yang berfungsi mempercepat laju reaksi kimia. Metabolisme melibatkan dua proses yaitu anabolisme dan katabolisme untuk mempertahankan energi. Proses Anabolisme merupakan suatu proses penyusunan energi kimia melalui sintesis senyawa organik dari molekul-molekul sederhana menjadi molekul kompleks. Proses katabolisme merupakan proses penguraian dan pembebasan energi dari senyawa-senyawa organik dari molekul kompleks menjadi molekul sederhana melalui proses respirasi ataupun fermentasi (Devi, 2017). Pada masa pertumbuhan ataupun masa penyembuhan penyakit terjadi proses anabolisme yang lebih besar, sementara pada waktu mati kelaparan atau terjadi suatu penyakit maka terdapat proses katabolisme yang predominan (Handoyo, 2013).

11.2 Metabolisme Karbohidrat

11.2.1 Proses Metabolisme Karbohidrat

Karbohidrat tersusun dari unsur karbon(C), Hidrogen (H) serta Oksigen (O). Ada beberapa jenis karbohidrat yang terdapat di dalam sel yaitu (Maryana, 2018):

- 1) Monosakarida yang merupakan karbohidrat yang paling sederhana dan tidak dapat dihidrolisis, seperti glukosa, fruktosa, dan galaktosa disakarida.
- 2) Disakarida merupakan karbohidrat yang mengandung dua unit sakarida yang dapat dihidrolisis menjadi monosakarida. Contohnya sukrosa terhidrolisis menjadi glukosa dan fruktosa ataupun maltosa dihidrolisis menjadi lebih dari satu glukosa.
- 3) Polisakarida merupakan karbohidrat yang tersusun atas beberapa unit monosakarida, contohnya amilum dan selulosa yang umumnya terdapat dalam sel tumbuhan dan glikogen yang terdapat dalam sel hewan.

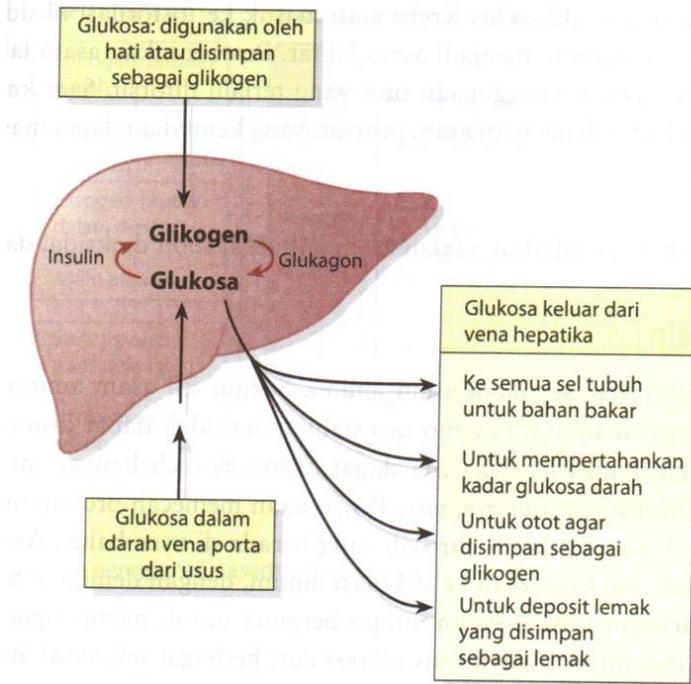
Semua karbohidrat yang dimakan akan diubah menjadi glukosa. Glukosa yang dipecah di dalam tubuh menjadi sumber energi, karbondioksida, dan air metabolik. Proses katabolisme glukosa ini terjadi dalam serangkaian tahap dengan melepaskan sedikit energi pada tiap tahapannya. Adapun tahapan tersebut diantaranya yaitu (Nurachmah, 2017):

- Glukosa dioksidasi untuk memberikan energi kimia dalam bentuk ATP yang diperlukan untuk berbagai aktivitas. Glukosa diserap oleh usus dan memasuki vena porta hepatica ke organ hati (Gambar 1). Sekitar 30% glukosa yang kita konsumsi akan dimetabolisme, 70% sisanya masuk ke aliran darah untuk didistribusikan ke otak, otot, dan organ ataupun jaringan lainnya (Silverthorn, 2013).
- Untuk menjaga glukosa darah yang normal yaitu sekitar 3,5-8 mmol/liter maka sebagian glukosa harus tetap berada diperedaran darah.
- Apabila jumlah dari sebagian glukosa tersebut lebih dari yang dibutuhkan, maka diubah menjadi polisakarida yang tidak dapat larut yaitu glikogen yang terletak di hati dan otot rangka dengan bantuan hormon insulin.
- Glikogen yang lebih dari yang dibutuhkan tubuh diubah menjadi lemak dan disimpan di depok lemak.
- Proses buangan dari hasil pembakaran karbohidrat di dalam jaringan diekskresikan oleh paru-paru berupa air (H_2O) dan

karbondioksida (CO₂); dari kulit berupa air; dan di dalam urine berupa air (Handoyo, 2013).

Karbohidrat yang diserap sebagai glukosa juga merupakan satu-satunya sumber energi otak sehingga apabila glukosa dibawah kadar tertentu, hanya otaklah yang mendapatkan glukosa. Oleh sebab itu, tubuh berupaya mempertahankan kadar glukosa normal karena apabila glukosa dalam tubuh berada pada kisaran normal maka sebagian besar jaringan akan menggunakan glukosa sebagai sumber energi. Adapun kelebihan glukosa dalam tubuh akan disimpan sebagai glikogen melalui proses glikogenesis. Namun penyimpanan glikogen itu sangat terbatas sehingga bila terjadi tambahan glukosa lagi maka glukosa tersebut akan diubah menjadi lemak melalui proses lipogenesis (Silverthorn, 2013)

Berbeda halnya jika glukosa dalam tubuh menurun dan semakin banyak glukosa yang diperlukan maka tubuh mengubah glikogen menjadi glukosa melalui proses glikogenolisis ataupun membuat glukosa dari sumber selain karbohidrat seperti gliserol dan asam amino melalui proses glukoneogenesis (Nurachmah, 2017) (Silverthorn, 2013). Glikogenolisis dan glukoneogenesis merupakan proses sintesis glukosa yang sangat penting saat berpuasa. Insulin merupakan hormon yang berperan dalam mempertahankan homeostasis glukosa dalam darah (Nurachmah, 2017). Apabila terjadi kegaalan dalam homeostasis dan kadar glukosa dalam plasma melebihi tingkat kritis seperti yang terjadi pada penderita diabetes melitus maka glukosa yang berlebih tersebut akan dieksresikan melalui urin (Silverthorn, 2013).



Gambar 11.1 : Penggunaan Glukosa di hati

(Sumber: Nurachmah, 2017)

Proses pemecahan glukosa menjadi sumber energi terbagi menjadi dua:

1. Respirasi aerob, proses ini dapat terjadi apabila terdapat suplai oksigen yang adekuat serta proses pelepasan energinya terjadi pada saat individu melakukan latihan dengan waktu yang cukup lama dan teratur. Jumlah molekul ATP yang dapat dihasilkan dari pemecahan lengkap satu molekul glukosa dapat tercapai apabila ada oksigen (Nurachmah, 2017). Terdapat empat tahapan dalam respirasi aerob (Gambar 2), antara lain (Maryana, 2018):

a. Glikolisis

Merupakan tahap biokimia untuk menghasilkan ATP pada tingkat substrat. Pada tahap ini belum ada penggunaan oksigen sehingga bisa dianggap proses anaerob. Glikolisis terjadi di sitoplasma.

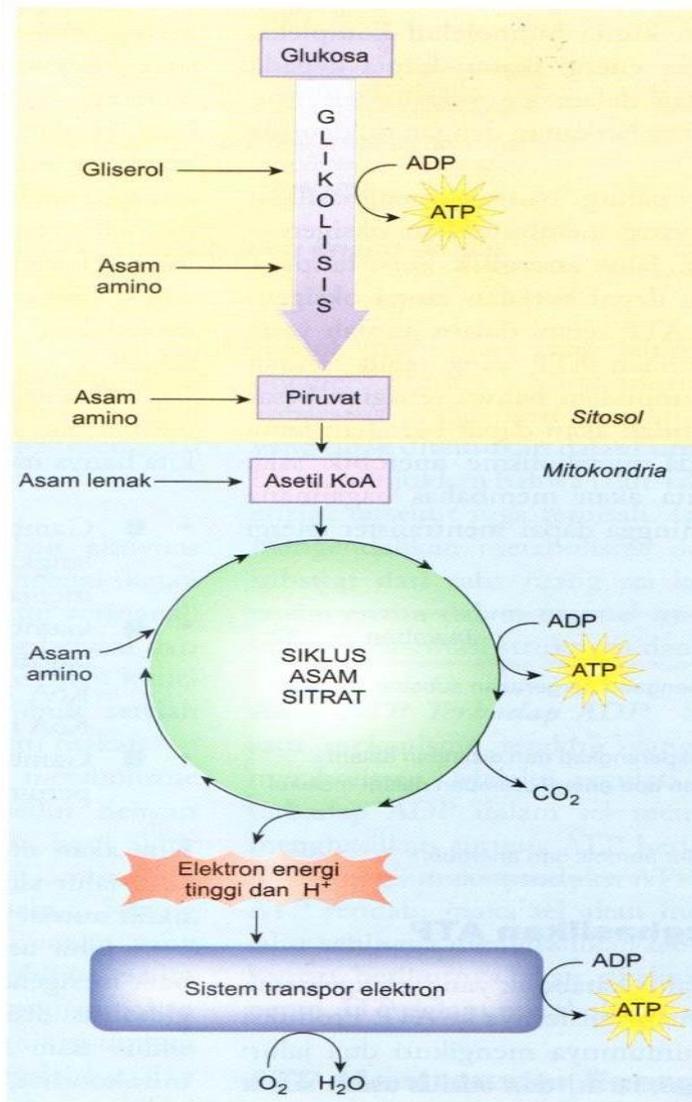
- b. Dekarbosilasi Oksidatif
Pada tahap ini, dua molekul asam piruvat yang dihasilkan dari satu molekul glukosa akan diubah menjadi asetil koenzim A (asetil CoA). Tahap dekarbosisasi oksidatif berlangsung di dalam membran luar mitokondria.
 - c. Siklus Krebs
Tahap ini disebut dengan siklus asam sitrat karena senyawa tersebut merupakan senyawa yang pertama kali dibentuk dalam siklus ini. Siklus krebs sangat bergantung pada ketersediaan oksigen dan berlangsung di mitokondria. Setiap dua molekul asam piruvat yang masuk kedalam siklus ini, dua molekul ATP jauh lagi dibentuk namun masih sangat sedikit.
 - d. Rantai Transpor Elektron
Biasa disebut tahap fosforilasi oksidatif dan merupakan proses akhir untuk menghasilkan ATP dan H₂O. Sama seperti siklus krebs, tahap ini sangat bergantung pada ketersediaan oksigen dan berlangsung di mitokondria.
2. **Respirasi Anaerob**, merupakan proses pemecahan molekul yang berlangsung tanpa bantuan oksigen dan jumlah energi yang dihasilkan sangat kurang. Saat kadar oksigen dalam sel rendah, glukosa masih mengalami glikolisis dan menghasilkan dua molekul asam piruvat namun tidak memasuki tahapan siklus krebs dan rantai transpor elektron/ fosforilasi oksidatif. Pada tahap ini, asam piruvat diubah menjadi asam laktat. Proses pembentukan asam laktat dapat menyebabkan nyeri dan kram otot (Nurachmah, 2017).

Hasil buangan pembakaran karbohidrat berupa air yang diekskresikan melalui kulit dan urin, serta CO₂ yang diekskresikan melalui paru-paru (Ward, 2018)

Tabel 11.1 : Metabolisme Karbohidrat Saat Makan dan Puasa

Diabsorpsi Sebagai	Metabolisme Saat Makan	Metabolisme Saat Puasa
Terutama Glukosa, juga fruktosa dan galaktosa	<ul style="list-style-type: none">▪ Digunakan segera untuk menghasilkan energi melalui jalur aerob▪ Digunakan untuk sintesis lipoprotein di hati▪ Disimpan sebagai glikogen di hati dan otot (glikogenesis)▪ Kelebihan diubah menjadi lemak dan disimpan di jaringan adiposa (lipogenesis)	<ul style="list-style-type: none">▪ Polimer glikogen dipecah (glikogenolisis) menjadi glukosa di hati dan ginjal atau menjadi glukosa-6-fosfat untuk digunakan dalam glikolisis

Sumber: Silverthorn, 2013



Gambar 11.2 : Produksi ATP
(Sumber: Silverthorn, 2013)

11.2.2 Gangguan Metabolisme Karbohidrat

Ada beberapa jenis penyakit yang dapat mengganggu metabolisme karbohidrat diantaranya yaitu (Devi, 2017). Glikogenesis

merupakan sekumpulan penyakit keturunan yang disebabkan oleh tidak adanya satu atau lebih enzim yang diperlukan untuk mengubah glikogen menjadi glukosa. Penyakit ini biasanya menyebabkan penimbunan asam urat yang mengakibatkan terjadinya gout dan batu ginjal.

- a. Intoleransi Fruktosa herediter merupakan penyakit keturunan dikarenakan tubuh tidak memiliki enzim fosfofruktaldolase untuk menggunakan fruktosa.
- b. Diabetes melitus merupakan suatu penyakit yang terjadi karena adanya peningkatan kadar glukosa dalam darah akibat kekurangan hormon insulin.
- c. Galaktosemia merupakan suatu kelainan bawaan yang mengakibatkan peningkatan kadar glikosa dalam darah akibat kekurangan enzim galaktose 1-fosfat.
- d. Fruktosuria merupakan suatu keadaan dimana tubuh kekurangan enzim fruktokinase yang menyebabkan fruktosa terbuang melalui sistem perkemihan.
- e. Intoleransi laktosa merupakan gangguan pencernaan yang sering terjadi pada bayi yang disebabkan karena kekurangan enzim laktosa dalam tubuh

11.3 Metabolisme Protein

11.3.1 Proses Metabolisme Protein

Protein adalah unsur organik terbesar penyusun sel yang berperan dalam pembentukan organel-organel sel, selaput membran plasma, membangun jaringan tubuh dan regenerasi sel, serta sebagai komponen pembentuk antibodi, enzim dan hormon. Adapun protein tersusun dari unsur utama yaitu karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O₂), dan nitrogen (N) serta unsur tambahan yaitu sulfur (S) dan fosfor (F) (Maryana, 2018). Protein yang dikonsumsi akan diabsorpsi didalam usus halus kemudian diubah menjadi asam amino dan dialirkan ke pembuluh darah yang terlebih dahulu akan dibawa ke hati untuk mensintesis lipoprotein dan protein plasma seperti faktor-faktor pembekuan darah, angiotensinogen serta albumin. Asam amino yang tidak diangkut ke hati akan digunakan sel untuk membangun dan memperbaiki jaringan serta untuk sintesis sel seperti enzim, elemen sitoskeletal, dan hormon (Silverthorn, 2013).

Asam amino juga digunakan sebagai sumber energi jika sumber energi lainnya seperti karbohidrat dan lemak menjadi rendah atau berkurang jumlahnya di dalam tubuh. Proses tersebut terjadi saat puasa ataupun kelaparan dalam jangka waktu yang lama sehingga tubuh secara otomatis akan mengambil protein yang ada di otot kemudian diubah menjadi asam amino yang dapat digunakan menjadi energi melalui dua cara (Nurachmah, 2017; Silverthorn, 2013):

1. Sebagian asam amino memasuki tahapan glikolisis dan secara langsung diubah menjadi glukosa untuk menghasilkan energi.
2. Asam amino lainnya diubah menjadi asetil koenzim A atau piruvat kemudian memasuki jalur metabolisme aerob untuk menghasilkan energi.

Apabila tubuh secara terus menerus menggunakan protein sebagai sumber energi maka jaringan otot akan tampak mengecil bahkan habis seperti yang dapat dilihat pada pasien yang mengalami kekurangan gizi contohnya kwashiorkor (Fox, 2019). Akan tetapi sama halnya karbohidrat, kelebihan asam amino di dalam tubuh akan disimpan sebagai lemak di dalam jaringan adiposa. Hasil buangan dari metabolisme protein berupa kreatinin, asam urat dan urea akan diekskresikan oleh tubuh melalui urine (Ward, 2018).

Tabel 11.2 : Metabolisme Protein Saat Makan dan Puasa

Diabsorpsi Sebagai	Metabolisme Makan	Saat	Metabolisme Puasa	Saat
Asam amino ditambahn dengan peptida-peptida kecil	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asam amino digunakan untuk mensintesis protein ▪ Asam amino diubah menjadi energi melalui proses respirasi aerob di hati ▪ Apabila asam amino berlebih maka diubah menjadi lemak dan disimpan ke dalam jaringan adiposa 	amino	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Protein disintesis menjadi asam amino kemudian didesiminasi di hati untuk memproduksi ATP 	amino yang

Sumber: Silverthorn, 2013

11.3.2 Gangguan Metabolisme Protein

Ada beberapa jenis penyakit yang dapat mengganggu metabolisme protein diantaranya yaitu (Devi, 2017).

- a. Fenilketonuria merupakan ketidakmampuan tubuh dalam memproduksi enzim yang berfungsi dalam menguraikan asam amino esensial fenilalanin menjadi asam amino non esensial tirosin.
- b. Penyakit air kencing maple merupakan penyakit yang disebabkan oleh kekurangan enzim yang diperlukan tubuh untuk memetabolisme asam amino.
- c. Homosistinuria merupakan suatu penyakit yang terjadi pada anak dimana anak dengan homosistinuria tidak dapat melakukan metabolisme asam amino homosistein.

11.4 Metabolisme Lemak

11.4.1 Proses Metabolisme Lemak

Lemak terdiri atas unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O₂). Lemak mempunyai peran dalam sel untuk membran sel bersama protein dan sumber cadangan energi bagi sel (Maryana, 2018). Lemak memiliki kandungan energi yang lebih tinggi daripada karbohidrat dan protein akan tetapi proses mengubah asam lemak menjadi ATP jauh lebih rumit. Lemak dapat dihasilkan dari kelebihan glikogen, asam amino dan juga makanan yang dikonsumsi. Sebagian besar lemak yang dikonsumsi di dalam sel epitel usus halus diubah menjadi kompleks lipid yang terdiri dari kolesterol, trigliserida, fosfolipid dan apoprotein. Kompleks lipid kemudian bersirkulasi ke pembuluh darah yang kemudian sebagian digunakan untuk memberikan energi dan panas dan sisanya direkombinasi dan disimpan di jaringan adiposa dalam bentuk trigliserida (Silverthorn, 2013).

Apabila glukosa dalam tubuh menurun seperti saat kelaparan, puasa, diet karbohidrat ataupun saat aktivitas yang berat, tubuh akan memetabolisme lemak menjadi sumber energi alternatif. Trigliserida tersebut diubah menjadi asam lemak dan gliserol dengan bantuan enzim lipase melalui proses lipolisis (Nurachmah, 2017). Jaringan adiposa melepaskan asam lemak dan gliserol ke dalam darah dan memasuki hati. Asam lemak diubah menjadi asetil koenzim A kemudian diproses melalui tahapan siklus krebs dan sistem transpor elektron/fosforilasi oksidatif untuk menghasilkan ATP. Berbeda halnya

dengan asam lemak, tubuh mensintesis gliserol menjadi ATP melalui reaksi-reaksi yang sama seperti glukosa yang mana dimulai dengan memasuki proses glikolisis (Gambar 11.3) (Silverthorn, 2013; Nurachmah, 2017). Produk akhir dari metabolisme lemak yaitu energi, panas, karbondioksida, dan air (Nurachmah, 2017).

Metabolisme lemak dapat menghasilkan residu berupa zat keton yang merupakan kelebihan unit asil yang diproduksi. Zat keton ini menjadi sumber energi utama bagi otak apabila tubuh tidak mempunyai sumber energi selain lemak seperti pada saat puasa ataupun kelaparan, serta terlalu banyak lemak dibandingkan karbohidrat di dalam tubuh seperti pada penderita diabetes (Handoyo, 2013). Zat keton yang masuk ke dalam darah menimbulkan keadaan ketosis dengan ciri khasnya yaitu bau nafas seseorang seperti buah-buahan yang disebabkan oleh aseton (Silverthorn, 2013).

Tabel 11.3 : Metabolisme Lemak Saat Makan dan Puasa

Diabsorpsi Sebagai	Metabolisme Makan	Saat	Metabolisme Puasa	Saat
Trigliserida, kolesterol dan fosfolipid	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Terutama disimpan sebagai trigliserida di hati dan di jaringan adiposa (lipogenesis) ▪ Kolesterol digunakan untuk sintesis steroid atau sebagai komponen membran sel ▪ Fosfolipid dibutuhkan dalam struktur dan fungsi sel. 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trigliserida diubah menjadi asam lemak dan gliserol (lipolisis) ▪ Asam lemak disintesis menjadi ATP melalui proses respirasi aerob. 	

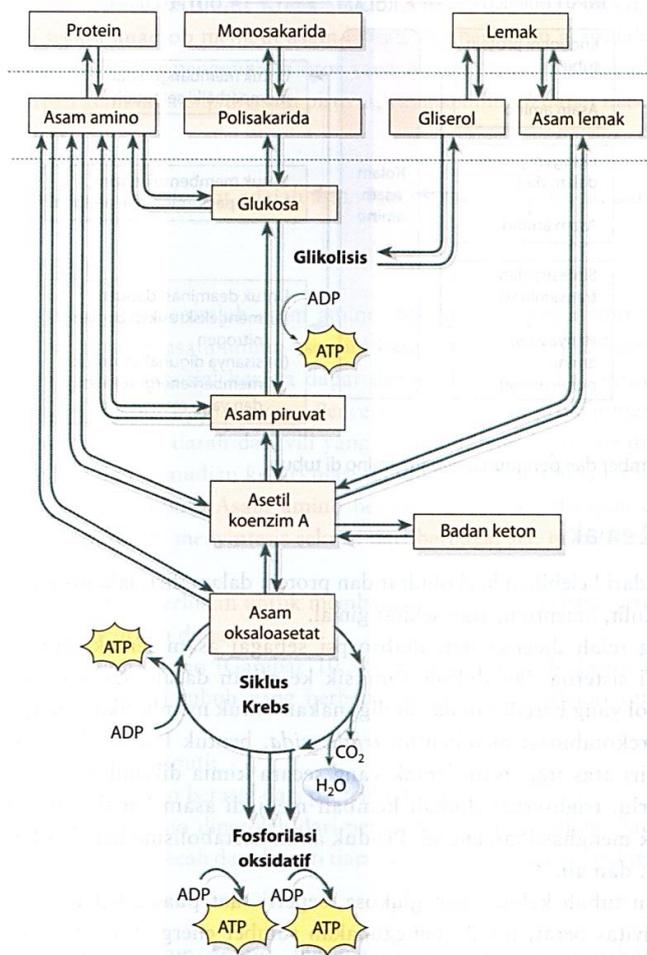
Sumber: Silverthorn, 2013

Hasil buangan pembakaran lemak dapat berupa air yang diekskresikan melalui kulit dan urin, serta CO₂ yang diekskresikan melalui paru-paru (Ward, 2018).

11.4.2 Gangguan Metabolisme Lemak

Ada beberapa jenis penyakit yang dapat mengganggu metabolisme lemak diantaranya yaitu (Devi, 2017):

- 1) *Gaucher* merupakan penyakit yang terjadi akibat penumpukan produk metabolisme lemak seperti *glukoserebrosidase* di dalam jaringan yang menyebabkan pembesaran hati dan limfe.
- 2) *Tay-Sachs* merupakan penyakit yang terjadi akibat penumpukan produk metabolisme lemak seperti *gangliosida* di dalam jaringan yang menyebabkan tonus otot lemah dan gangguan intelektual.
- 3) *Niemann-Pick* merupakan penyakit yang disebabkan kekurangan enzim khusus sehingga terjadi penumpukan produk metabolisme lemak seperti *sphingomyelin* yang berdampak pada kegagalan pertumbuhan.
- 4) *Fabry* merupakan penyakit yang terjadi akibat penumpukan produk metabolisme lemak seperti *glycolipid* yang dapat menyebabkan gagal ginjal dan penyakit jantung.
- 5) Obesitas merupakan kelebihan timbunan lemak di dalam tubuh yang mengakibatkan kelebihan berat badan.
- 6) Refsum merupakan penyakit yang terjadi akibat penumpukan produk metabolisme lemak seperti asam *phytanic* yang menyebabkan kerusakan saraf dan retina.



Gambar 11.3 : Ringkasan Proses Metabolisme
(Sumber: Nurachmah, 2017)

DAFTAR PUSTAKA

- Devi, A. K. B., 2017. *Anatomi Fisiologi & Biokimia Keperawatan*. Yogyakarta: PT. Pustaka Biru.
- Fox, S. I., 2019. *Human Physiology, 15th Edition*. New York: McGraw-Hill Education.
- Handoyo, S. Y., 2013. *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Maryana, K. &, 2018. *Anatomi Fisiologi*. Yogyakarta: Paper Plane.
- Nurachmah, E., 2017. *Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi*. Singapore: Elseiver.
- Silverthorn, D. U., 2013. *Human Physiology: An Integrated Approach, 6th Edition*. San Francisco: Perason Education.
- Ward, L. S. & C., 2018. *Human Physiology: From Cells to Systems 4TH CANADIAN EDITION*. Canada: Nelson Education.

BIODATA PENULIS



Ns. Daniel Suranta Ginting, M.Kep

Staf Dosen Fakultas Keperawatan Institut Kesehatan Deli Husada Deli
Tua

Penulis lahir di Kota Medan tanggal 29 Agustus 1995. Penulis adalah dosen tetap pada Fakultas Keperawatan Institut Kesehatan Deli Husada Deli Tua. Penulis adalah putra dari Sakeus Ginting Munthe dan Mester Br. Tarigan. Penulis menyelesaikan pendidikan Sarjana Keperawatan dan Profesi Ners Fakultas Keperawatan Institut Kesehatan Deli Husada Deli Tua Lulus Tahun 2018 dan melanjutkan pendidikan ke jenjang magister keparawatan pada Fakultas Keperawatan Universitas Sumatera Utara Lulus Tahun 2021. Buku Ini adalah buku kedua yang ditulis oleh penulis masih banyak kekurangan tapi penulis tidak akan pernah berhenti belajar terus untuk selalu memperbaiki diri kedepannya.

BIODATA PENULIS



Ririn indriani, S.ST.,M.Tr.Keb

Staf di Program Studi Sarjana Terapan Kebidanan Kediri Poltekkes
Kemenkes Malang

Penulis lahir di Tulungagung 30 Januari 1979. Penulis adalah staf di Program Studi Sarjana Terapan Kebidanan Kediri Poltekkes Kemenkes Malang. Menyelesaikan pendidikan D3 Kebidanan Poltekkes Surabaya dan D4 Kebidanan Poltekkes Bengkulu serta melanjutkan S2 Magister Terapan Kebidanan Poltekkes Semarang. Penulis menekuni bidang kebidanan diawali dengan pengabdian di pelayanan sebagai bidan PTT (1998-2001) di Singgahan Tuban Jatim, PTT (2004-2006) di Anyer Serang Banten, pelaksana KIA di Puskesmas Kepala Curup, Binduriang Rejang Lebong Bengkulu dan beralih ke bidang pendidikan mulai tahun 2012-2015 di Prodi Kebidanan Curup Poltekkes Bengkulu. Di tahun 2015- sampai sekarang di Prodi Kebidanan Kediri Poltekkes Malang.

BIODATA PENULIS



Neta Ayu Andera.,STr.,M.Tr.,Keb

Dosen aktif di Stikes Ganesha Husada Kediri sebagai pendidik, peneliti dan pengabdian masyarakat

Kelahiran Nganjuk, 18 Mei 1994, Riwayat pendidikan SDN 1 Sekaran Nganjuk lulus tahun 2006, SMPN 5 Nganjuk tahun lulus 2010, SMAN 1 Sukomoro Ngnajuk lulus tahun 2012, DIII Kebidanan Poltekkes Kemenkes Surabaya Cabang Magetan Lulus Tahun 2015, DIV Kebidanan Pendidik Lulus tahun 2017, dan S2 Terapan Kebidanan STIKES Guna Bangsa Yogyakarta tahun lulus 2019. Saat ini merupakan dosen aktif di Stikes Ganesha Husada Kediri sebagai pendidik, peneliti dan pengabdian masyarakat. Buku ini adalah karya ketiga, semoga bermanfaat.

BIODATA PENULIS



Eny Sendra.,S.Kep.,Ns.,M.Kes.
Dosen di Poltekkes Kemenkes Malang

Eny Sendra.,S.Kep.,Ns.,M.Kes. Lahir pada tanggal 14 April 1964 di Medan. Mengawali profesi menjadi Perawat di RS Dr Soetomo Surabaya setelah menempuh pendidikan di Akademi Perawatan Malang pada tahun 1986, beralih Profesi menjadi Dosen di Poltekkes Kemenkes Malang pada tahun 1991 dan melanjutkan pendidikan S1 pada Program Studi Ilmu Keperawatan FK UNAIR tahun 2001 dan Program Profesi Ners UNAIR tahun 2002, dan Program Magister Kedokteran Keluarga UNS pada tahun 2013.

BIODATA PENULIS



Dewi Sartiya Rini, M.Kep., Sp.Kep., MB

Staf Dosen Jurusan Keperawatan Poltekkes Kemenkes Kendari

Penulis lahir di Kendari, Sulawesi Tenggara pada tanggal 22 April 1985. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D3 Keperawatan Poltekkes Kemenkes Kendari. Menyelesaikan pendidikan S1 Keperawatan di Universitas Hasanuddin, Pendidikan S2 Keperawatan dan spesialisasi keperawatan Medikal Bedah di Universitas Indonesia. Penulis menekuni bidang keilmuan keperawatan medical bedah khususnya system pernapasan dan telah membuat buku terkait system pernapasan.

BIODATA PENULIS



Erni Setiyorini

Dosen tetap di STIKes Patria Husada Blitar Program Studi Pendidikan Ners

Penulis lahir di Blitar pada tanggal 28 Desember 1981. Penulis merupakan dosen tetap di STIKes Patria Husada Blitar Program Studi Pendidikan Ners. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Keperawatan pada Program Studi Ilmu Keperawatan Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara Medan dan pendidikan S2 Keperawatan Universitas Airlangga dan saat ini sedang menempuh pendidikan Doktorat di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya.

BIODATA PENULIS

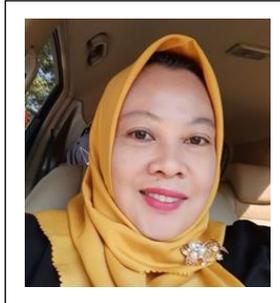


Kartini

Dosen tetap di Poltekkes Kemenkes Kendari

Penulis lahir di Surabaya pada tanggal 20 April 1980. Penulis merupakan dosen tetap di Poltekkes Kemenkes Kendari. Penulis telah menyelesaikan pendidikan S3 di Fakultas Kedokteran Konsentrasi Ilmu Kedokteran Universitas Hasanuddin.

BIODATA PENULIS



Titik Juwariah

Dosen DPK Kopertis VII Jawa Timur yang di tugaskan di Stikes Ganesha Husada Kediri Program Studi S1 Keperawatan

Penulis lahir di Madiun pada tanggal 01 Juni 1972. Penulis merupakan dosen DPK Kopertis VII Jawa Timur yang di tugaskan di Stikes Ganesha Husada Kediri Program Studi S1 Keperawatan. Penulis telah menyelesaikan pendidikan S2 di Magister Kesehatan Masyarakat dan sedang menempuh pendidikan S3 Kesehatan Masyarakat di Universitas Airlangga Surabaya.

BIODATA PENULIS



Vivin Kusumaningrum

Guru Mata Pelajaran IPA dan Kepala Laboratorium IPA di MTs Nurul Huda Badean Blimbingsari Banyuwangi

Penulis lahir di Banyuwangi pada tanggal 13 April 1984. Penulis merupakan Guru Mata Pelajaran IPA dan Kepala Laboratorium IPA di MTs Nurul Huda Badean Blimbingsari Banyuwangi. Penulis telah memiliki Serdik Guru IPA sejak 2011 dan Sertifikat Kepala Laboratorium IPA sejak 2018. Penulis juga telah menyelesaikan pendidikan S2 Magister Pendidikan IPA di Universitas Jember sejak 2021.

BIODATA PENULIS



Milasari

Dosen tetap di Universitas Muhammadiyah Banjarmasin Fakultas Keperawatan dan Ilmu Kesehatan Program Studi Profesi Ners

Penulis dilahirkan di Tamban, 21 Agustus 1989, merupakan salah satu Dosen tetap di Universitas Muhammadiyah Banjarmasin Fakultas Keperawatan dan Ilmu Kesehatan Program Studi Profesi Ners. Menempuh pendidikan S2 Keperawatan di Magister Keperawatan Universitas Muhammadiyah Banjarmasin.

BIODATA PENULIS



Ns. Prishilla Sulupadang, M.Kep., Sp.Kep.An

Dosen tetap pada Program Studi DIII Keperawatan di Poltekkes
Kemenkes Kendari

Ns. Prishilla Sulupadang, M.Kep., Sp.Kep.An lahir di Ujung Pandang pada tanggal 06 April 1990. Penulis merupakan dosen tetap pada Program Studi DIII Keperawatan di Poltekkes Kemenkes Kendari. Penulis menyelesaikan Pendidikan S1 Keperawatan di STIKES Mega Rezky Makassar, kemudian melanjutkan Pendidikan Profesi Ners di STIKES Binawan Jakarta serta S2 Keperawatan dan Spesialis Keperawatan Anak di Universitas Indonesia.