



DASAR-DASAR ANATOMI DAN FISILOGI

Nancy Lidya **Sampouw**, Cesarina **Silaban**, Nurul Inna **Windari**
Nurul Khoirun **Nisa**, Hertuida **Clara**, Rizky **Hidayaturahmah**
Iffa Afiqa **Khairani**, Ferry Fadli **Fratama**
Yunis Veronika **Purba**, Larasti Putri **Umizah**



DASAR-DASAR
ANATOMI
DAN FISILOGI

Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi

Nancy Lidya Sampouw, Cesarina Silaban, Nurul Irna Windari
Nurul Khoirun Nisa, Hertuida Clara, Rizky Hidayaturahmah
Iffa Afiqa Khairani, Ferry Fadli Fratama
Yunis Veronika Purba, Larasti Putri Umizah



Penerbit Yayasan Kita Menulis

Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi

Copyright © Yayasan Kita Menulis, 2024

Penulis:

Nancy Lidya Sampouw, Cesarina Silaban, Nurul Ima Windari
Nurul Khoirun Nisa, Hertuida Clara, Rizky Hidayaturahmah
Iffa Afiqa Khairani, Ferry Fadli Fratama
Yunis Veronika Purba, Larasti Putri Umizah

Editor: Abdul Karim

Desain Sampul: Devy Dian Pratama, S.Kom.

Penerbit

Yayasan Kita Menulis

Web: kitamenulis.id

e-mail: press@kitamenulis.id

WA: 0821-6453-7176

IKAPI: 044/SUT/2021

Nancy Lidya Sampouw., dkk.

Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi

Yayasan Kita Menulis, 2024

xiv; 146 hlm; 16 x 23 cm

ISBN: 978-623-113-181-2

Cetakan 1, Februari 2024

- I. Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi
- II. Yayasan Kita Menulis

Katalog Dalam Terbitan

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak maupun mengedarkan buku tanpa
izin tertulis dari penerbit maupun penulis

Kata Pengantar

Kami mengucapkan terima kasih kami kepada pihak-pihak yang mendukung kelancaran buku ini mulai dari proses penulisan hingga proses cetak, yaitu orang tua kami, rekan-rekan kami, penerbit, dan masih banyak lagi yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu.

Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi merupakan bidang studi yang sangat penting dalam ilmu kesehatan, memberikan pemahaman tentang struktur tubuh manusia (anatomi) dan cara kerja (fisiologi) berbagai sistem yang ada di dalamnya. Ini mencakup pengetahuan tentang sel, jaringan, organ, dan sistem organ, serta interaksi antar sistem yang memungkinkan tubuh berfungsi secara normal.

Buku ini membahas :

- Bab 1 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Endokrin
- Bab 2 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Ekskresi (Perkemihan)
- Bab 3 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Integumen
- Bab 4 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Kardiovaskular
- Bab 5 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Muskuloskeletal
- Bab 6 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Panca Indera
- Bab 7 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Pencernaan
- Bab 8 Anatomi Fisiologi Sistem Pernafasan
- Bab 9 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Reproduksi Pria Dan Wanita
- Bab 10 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Saraf

Penulis menyadari dalam penyusunan buku ini jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, kami mohon agar pembaca memberi kritik dan juga saran terhadap karya buku ini agar kami dapat terus meningkatkan kualitas buku.

Demikian buku ajar ini kami buat, dengan harapan agar pembaca dapat memahami informasi dan juga mendapatkan wawasan mengenai Ilmu Tanah serta dapat bermanfaat bagi masyarakat dalam arti luas. Terima kasih.

Februari 2024
Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiii

Bab 1 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Endokrin

1.1 Pendahuluan Sistem Endokrin.....	1
1.2 Kelenjar-Kelenjar Endokrin.....	2
1.2.1 Kelenjar Hipofisis	3
1.2.2 Kelenjar Tiroid	6
1.2.3 Kelenjar Paratiroid	8
1.2.4 Kelenjar Adrenal.....	9
1.2.5 Kelenjar Pineal	12

Bab 2 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Ekskresi (Perkemihan)

2.1 Pendahuluan	15
2.2 Sistem Ekskresi.....	15
2.3 Ginjal	16
2.4 Ureter	19
2.5 Kandung Kemih	20
2.6 Uretra	21
2.7 Komposisi Urin.....	21
2.8 Proses Pembentukan Urin.....	22

Bab 3 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Integumen

3.1 Pendahuluan.....	25
3.2 Kulit	26
3.2.1 Epidermis	27
3.2.2 Dermis	30
3.2.3 Hipodermis.....	31
3.3 Organ-Organ Aksesoris	32
3.3.1 Kelenjar Kulit.....	32
3.3.2 Rambut	34
3.3.3 Kuku	35
3.4 Pigmen Kulit Dan Rambut	35

Bab 4 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Kardiovaskular

4.1 Anatomi Sistem Kardiovaskular	37
4.1.1 Jantung.....	38
4.1.2 Pembuluh Darah	40
4.1.3 Darah	40
4.2 Fisiologi Sistem Kardiovaskular	48
4.2.1 Mekanisme Aliran Darah Ke Jantung.....	49
4.2.2 Sistem Konduksi Jantung.....	50

Bab 5 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Muskuloskeletal

5.1 Anatomi Dan Fisiologi Skeletal	53
5.1.1 Rangka Axial	53
5.1.2 Rangka Appendikular.....	55
5.1.3 Fisiologi Skeletal	55
5.2 Anatomi Dan Fisiologi Muskulus	56
5.2.1 Jenis Dan Anatomy Otot.....	56
5.2.2 Sifat Dan Cara Kerja Otot.....	57
5.3 Persendian	58
5.3.1 Sendi Secara Struktur	58
5.3.2 Sendi Secara Fungsional	58
5.4 Klasifikasi Tulang.....	59
5.5 Pertumbuhan Dan Perkembangan Tulang (Osteogenesis).....	60

Bab 6 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Panca Indera

6.1 Sistem Panca Indera	63
6.2 Indera Penglihatan (Mata/Eye).....	65
6.2.1 Fisiologi Penglihatan.....	70
6.3 Indera Pendengaran (Telinga/Ear).....	71
6.3.1 Anatomi Telinga Luar	72
6.3.2 Anatomi Telinga Tengah	74
6.3.3 Anatomi Telinga Bagian Dalam.....	76
6.4 Indera Penciuman/Pembau (Hidung/ Nose).....	77
6.5 Indera Pengecap (Lidah)	80
6.6 Indera Peraba (Kulit).....	81

Bab 7 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Pencernaan

7.1 Gambaran Umum Sistem Pencernaan	83
7.2 Anatomi Sistem Pencernaan.....	85
7.2.1 Organ Penyusun Sistem Pencernaan.....	85

7.2.2 Lapisan Penyusun Saluran Pencernaan.....	89
7.3 Fisiologi Sistem Pencernaan.....	90
7.4 Gangguan Sistem Pencernaan	95
Bab 8 Anatomi Fisiologi Sistem Pernafasan	
8.1 Pengertian Sistem Pernafasan.....	97
8.2 Anatomi Sistem Pernafasan.....	98
8.2.1 Rongga Hidung.....	99
8.2.2 Faring.....	99
8.2.3 Laring.....	100
8.2.4 Trakea	101
8.2.5 Bronkus	102
8.2.6 Paru Paru	102
8.2.7 Alveolus.....	103
8.3 Fisiologi Sistem Pernafasan.....	103
8.4 Faktor – Faktor Yang Memengaruhi Kapasitas Fungsi Paru.....	105
Bab 9 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Reproduksi Pria Dan Wanita	
9.1 Pendahuluan.....	109
9.2 Fungsi Reproduksi Pria Dan Wanita.....	111
9.3 Sistem Reproduksi Pria.....	111
9.4 Hormon Pada Reproduksi Pria	113
9.5 Pembentukan Sperma.....	114
9.6 Sistem Reproduksi Wanita	115
9.7 Hormon Sistem Reproduksi Wanita	118
9.8 Pembentukan Ovum.....	118
Bab 10 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Saraf	
10.1 Sistem Saraf Dan Homeostasis	119
10.2 Sistem Saraf Pusat Dan Tepi	120
10.2.1 Neuron.....	120
10.2.2 Neuron Afferen, Efferent, Dan Interneuron	123
10.2.3 Sel Glia Atau Neuroglia	124
10.3 Otak	126
10.4 Korda Spinalis	129
Daftar Pustaka	133
Biodata Penulis	141

Daftar Gambar

Gambar 1.1: Lokasi Kelenjar Endokrin	2
Gambar 1.2: Kelenjar Pituitari/Hipofisis	3
Gambar 1.3: Kelenjar Tiroid	6
Gambar 1.4: Kelenjar Paratiroid	9
Gambar 1.5: Kelenjar Adrenal	10
Gambar 1.6: Tiga Zona Korteks Adrenal	12
Gambar 1.7: Lokasi Kelenjar Pineal	13
Gambar 2.1: Sistem Ekskresi Pada Ginjal	16
Gambar 2.2: Anatomi Ginjal.	17
Gambar 2.3: Anatomi Nefron	17
Gambar 2.4: Gambar Glomerulus dan Nefron	19
Gambar 2.5: Kandung Kemih.....	20
Gambar 3.1: Lapisan kulit	27
Gambar 4.1: Anatomi Jantung	39
Gambar 4.2: Sirkulasi Darah pada Manusia	49
Gambar 5.1: Tulang Tengkorak	54
Gambar 5.2: Tulang Vertebra	54
Gambar 5.3: Rangka Manusia Apendikular	55
Gambar 5. 4: Anatomi otot	56
Gambar 6.5: jenis otot	58
Gambar 5.6: Sendi Sinovial	59
Gambar 5.7: Klasifikasi Bentuk Tulang	60
Gambar 6.1: Panca Indera	64
Gambar 6.2: Anatomi Mata	65
Gambar 6.3: Anatomi Telinga	72
Gambar 6.4: Aurikula/pinna	73
Gambar 6.5: Struktur Meatus auditorius eksterna/ meatus akustikus eksternus	73
Gambar 6.6: Struktur tuba faringotimpanika.....	75
Gambar 6.7: Anatomi Telinga Dalam	77
Gambar 6.8: Anatomi Hidung	78
Gambar 7.1: Gerak peristaltik (A) dan gerak segmentasi (B)	84

Gambar 7.2: Anatomi Sistem Pencernaan yang terdiri dari saluran pencernaan dan organ pencernaan tambahan	85
Gambar 7.3: Stuktur histologis saluran pencernaan	90
Gambar 7.4: Diagram fungsi sekresi enzim dan cairan pencernaan	92
Gambar 7.5: Regulasi saraf dan hormon yang mengatur fase-fase fisiologis dalam sistem pencernaan	95
Gambar 8.1: Anatomi Sistem Pernafasan	98
Gambar 8.2: Rongga Hidung	100
Gambar 8.3: Faring	100
Gambar 8.4: Laring	101
Gambar 8.5: Trakea	101
Gambar 8.6: Bronkus	102
Gambar 8.7: Paru-paru	102
Gambar 8.8: Alveolus	103
Gambar 9.1: Alat Reproduksi Pria	112
Gambar 9.2: Pembentukan Sperma	114
Gambar 9.3: Sperma	115
Gambar 9.4: Reproduksi Eksternal Wanita	116
Gambar 9.5: Gambar Reproduksi Internal Wanita	117
Gambar 9.6: Pembentukan Ovum	118
Gambar 10.1: Neuron	121
Gambar 10.2: Sinaps	122
Gambar 10.3: Susunan Sistem Saraf Pusat dan Tepi	123
Gambar 10.4: Sel Glia	126
Gambar 10.5: Struktur anatomi otak	128
Gambar 10.6: Otak Manusia	128
Gambar 10.7: Daerah-daerah fungsional serebrum	129
Gambar 10.8: Korda Spinalis	130
Gambar 10.9: Gerak Refleks	131

Daftar Tabel

Tabel 7.1: Fungsi organ penyusun sistem pencernaan	86
Tabel 7.2: Enzim dan cairan pada saluran pencernaan	91

Bab 1

Anatomi dan Fisiologi Sistem Endokrin

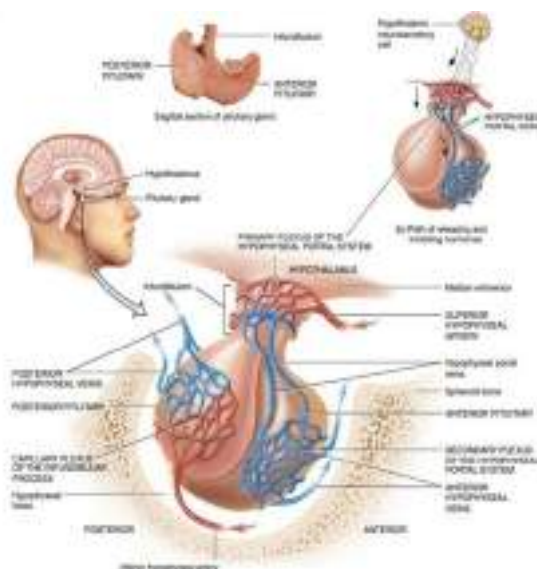
1.1 Pendahuluan Sistem Endokrin

Sistem endokrin dan saraf bertindak bersama untuk berkoordinasi fungsi semua sistem tubuh. Sistem saraf bertindak melalui impuls saraf (potensial aksi) yang dihantarkan sepanjang akson dari neuron, di sinapsis impuls saraf memicu pelepasan molekul mediator (pembawa pesan) yang disebut neurotransmitter, dan sistem endokrin juga mengontrol aktivitas tubuh dengan melepaskan mediator yang disebut hormon tetapi alat kontrol kedua sistem tersebut sangat berbeda. Hormon adalah molekul mediator yang dilepaskan di satu bagian tubuh tetapi mengatur aktivitas sel di bagian tubuh lainnya. Sebagian besar hormon masuk ke cairan interstisial dan kemudian ke aliran darah. Darah yang bersirkulasi mengantarkan hormon ke sel-sel di seluruh tubuh. Baik neurotransmitter maupun hormon memberikan efeknya dengan berikatan dengan reseptor di sel “target”nya. Beberapa mediator bertindak sebagai pemancar saraf dan hormon, salah satu contoh umum yaitu norepinefrin yang dilepaskan sebagai neurotransmitter oleh simpatis neuron postganglionik dan sebagai hormon oleh sel kromafin medula adrenal (Weiss, 2016).

keseluruhan, semua kelenjar endokrin dan sel-sel yang mensekresi hormon membentuk sistem endokrin. Pada bab ini khusus membahas lima kelenjar endokrin (Tortora & Derrickson, 2016; Moini, Badolato, & Ahangari, 2021).

1.2.1 Kelenjar Hipofisis

Selama bertahun-tahun kelenjar pituitari atau hipofisis disebut sebagai “master” kelenjar endokrin karena menghasilkan beberapa hormon yang mengontrol kelenjar endokrin lainnya. Kelenjar hipofisis itu sendiri mempunyai majikan, yaitu hipotalamus wilayah kecil otak di bawah thalamus merupakan penghubung utama antara sistem saraf dan endokrin. Sel di hipotalamus mensintesis setidaknya sembilan hormon berbeda, dan kelenjar hipofisis menghasilkan tujuh hormon. Bersama-sama, hormon-hormon ini memainkan peran penting dalam pengaturan hampir semua aspek pertumbuhan, perkembangan, metabolisme, dan homeostatis (Kleine & Rossmanith, 2016).



Gambar 1.2: Kelenjar Pituitari/Hipofisis (Tortora & Derrickson, 2016).

Kelenjar pituitari atau hipofisis merupakan struktur berbentuk kacang polong yang berukuran diameternya 1-1,5 cm (0,5 inci) dan terletak di fossa hipofisis sella tursika tulang sphenoid, menempel pada hipotalamus dengan tangkai, infundibulum dan memiliki dua bagian yang terpisah secara anatomis dan

fungsional, yaitu: (1) hipofisis anterior; (2) hipofisis posterior. Hipofisis anterior (lobus anterior), juga disebut adenohipofisis menyumbang sekitar 75% dari total berat kelenjar dan terdiri dari jaringan epitel (Gambar 1.2). Hipofisis anterior terdiri dari dua bagian pada orang dewasa yaitu: (1) pars distalis lebih besar porsinya; (2) pars tuberalis membentuk selubung di sekitar infundibulum. Hipofisis posterior juga disebut neurohipofisis, terdiri dari jaringan saraf yang terdiri dari dua bagian, yaitu: (1) pars nervosa bagian bulbar yang lebih besar; (2) infundibulum. Wilayah ketiga kelenjar pituitari disebut atrofi pars intermedia pada janin manusia yang perkembangan tidak lagi ada sebagai lobus terpisah pada orang dewasa, namun beberapa selnya bermigrasi ke sel yang berdekatan di bagian hipofisis anterior (McDermott, 2013).

Hipofisis Anterior

Hipofisis anterior atau adenohipofisis menghasilkan hormon yang mengatur berbagai aktivitas tubuh, mulai dari pertumbuhan hingga reproduksi. Pelepasan hormon hipofisis anterior dirangsang dengan pelepasan hormon dan ditekan dengan penghambatan hormon dari hipotalamus, jadi hormon hipotalamus adalah penghubung penting antara sistem saraf dan endokrin.

Terdapat lima jenis sel di hipofisis anterior yang mensekresi atau mengeluarkan tujuh hormon (Hinson, Raven & Chew, 2013; Tortora & Derrickson, 2016), yaitu:

1. *Somatotrophs* mensekresi *human Growth Hormone* (hGH) atau hormon pertumbuhan, juga dikenal sebagai somatotropin. Hormon pertumbuhan manusia pada gilirannya merangsang beberapa jaringan untuk mengeluarkan faktor pertumbuhan mirip insulin (IGF), merupakan hormon yang merangsang pertumbuhan tubuh secara umum dan mengatur aspek metabolisme.
2. *Thyrotrophs* mensekresi *Thyroid-Stimulating Hormone* (TSH) atau hormon perangsang tiroid, juga dikenal sebagai tirotropin. TSH mengontrol sekresi dan aktivitas kelenjar tiroid lainnya.
3. *Gonadotrophs* mensekresi dua gonadotropin yaitu: (1) *Follicle-Stimulating Hormone* (FSH); (2) *Luteinizing Hormone* (LH). FSH dan LH keduanya bekerja pada gonad, merangsang sekresi estrogen

dan progesteron dan pematangan oosit di ovarium, serta merangsang produksi sperma dan sekresi testosteron di testis.

4. *Lactotrophs* mensekresi *Prolactin* (PRL), yang memulai produksi susu di kelenjar susu.
5. *Corticotrophs* mensekresi *Adrenocorticotrophic Hormone* (ACTH), juga dikenal sebagai kortikotropin yang merangsang korteks adrenal untuk mensekresi glukokortikoid seperti kortisol. Beberapa kortikotrof sisa pars intermedia juga mensekresi melanocyte-stimulating hormone (MSH).

Hipofisis Posterior

Meskipun hipofisis posterior atau neurohipofisis tidak mensintesis hormon, tapi menyimpan dan melepaskan dua hormon. Hipofisis posterior terdiri dari akson dan terminal akson lebih dari 10.000 sel neurosekretori hipotalamus. Badan sel neurosekretori sel berada di inti paraventricular dan supraoptik hipotalamus; aksonnya membentuk saluran hipotalamohipofisis. Saluran ini dimulai di hipotalamus dan berakhir di dekat kapiler darah di hipofisis posterior. Badan sel saraf inti paraventricular dan supraoptik mensintesis hormon *oxytocin* (OT) dan *antidiuretic hormone* (ADH), juga disebut vasopresin (Moini, Badolato & Ahangari, 2021).

Setelah produksinya di badan sel neurosekretori sel, oksitosin dan hormon antidiuretik dikemas ke dalam vesikel sekretori, yang bergerak melalui transpor aksonal cepat ke terminal akson di hipofisis posterior, di mana mereka disimpan sampai impuls saraf memicu eksositosis dan pelepasan hormon tersebut.

Terdapat dua hormon yang disimpan dan dilepaskan oleh hipofisis posterior (Tortora & Derrickson, 2016), yaitu:

1. *Oxytocin* (OT) dilepaskan disaat dan setelah bayi dilahirkan. Oksitosin memengaruhi dua jaringan target yaitu rahim dan payudara ibu. Selama persalinan, peregangan leher rahim merangsang pelepasan oksitosin yang pada gilirannya meningkatkan kontraksi otot polos sel-sel di dinding rahim. Setelah melahirkan, oksitosin merangsang pengeluaran susu dari kelenjar susu sebagai respon terhadap rangsangan mekanis yang diberikan oleh bayi yang

Sekitar 50% kelenjar tiroid memiliki lobus kecil, yang disebut lobus piramidal. Kantung bulat mikroskopis yang disebut folikel tiroid menyusun sebagian besar kelenjar tiroid. Dinding masing-masing folikel terutama terdiri dari sel-sel yang disebut sel folikular yang sebagian besar meluas ke lumen (ruang internal) folikel (Goodman, 2010; Tortora & Derrickson, 2016).

Ketika sel-sel folikel tidak aktif, berbentuk dari kubus rendah ke skuamosa. Sel folikel menghasilkan dua hormon, yaitu: (1) *Thyroxine* yang juga disebut *Tetraiodothyronine* (T4) karena mengandung empat atom yodium; (2) *Triiodothyronine* (T3) yang mengandung tiga atom yodium. T3 dan T4 bersama-sama juga dikenal sebagai hormon tiroid.

Sebagian besar sel tubuh memiliki reseptor untuk hormon tiroid, T3 dan T4 mengerahkan efeknya ke seluruh tubuh (Hinson, Raven & Chew, 2013), yaitu:

1. Hormon tiroid meningkatkan laju metabolisme basal (BMR), yaitu tingkat konsumsi oksigen dalam kondisi standar atau basal (bangun, istirahat, dan puasa), dengan menstimulasi penggunaan oksigen seluler untuk menghasilkan ATP. Ketika tingkat metabolisme basal meningkat, maka metabolisme sel karbohidrat, lipid, dan protein meningkat.
2. Efek utama kedua dari hormon tiroid adalah merangsang sintesis pompa natrium-kalium tambahan ($\text{Na}^+ - \text{K}^+$ ATPase), yang menggunakan sejumlah besar ATP untuk terus mengeluarkan ion natrium (Na^+) dari sitosol ke dalam cairan ekstraseluler dan kalium ion (K^+) dari cairan ekstraseluler ke dalam sitosol. Sebagai sel memproduksi dan menggunakan lebih banyak ATP, lebih banyak panas yang dilepaskan, dan suhu tubuh meningkat. Fenomena ini disebut efek kalorigenik. Dengan cara ini, hormon tiroid berperan penting dalam pemeliharaan suhu normal tubuh. Mamalia normal dapat bertahan hidup pada suhu beku.
3. Dalam pengaturan metabolisme hormon tiroid merangsang sintesis protein dan meningkatkan penggunaan glukosa dan asam lemak untuk produksi ATP, juga meningkatkan lipolisis dan meningkatkan ekskresi kolesterol sehingga mengurangi kadar kolesterol darah.
4. Hormon tiroid meningkatkan kerja katekol amina (norepinefrin dan epinefrin) karena hormon tersebut mengatur reseptor beta (β), oleh

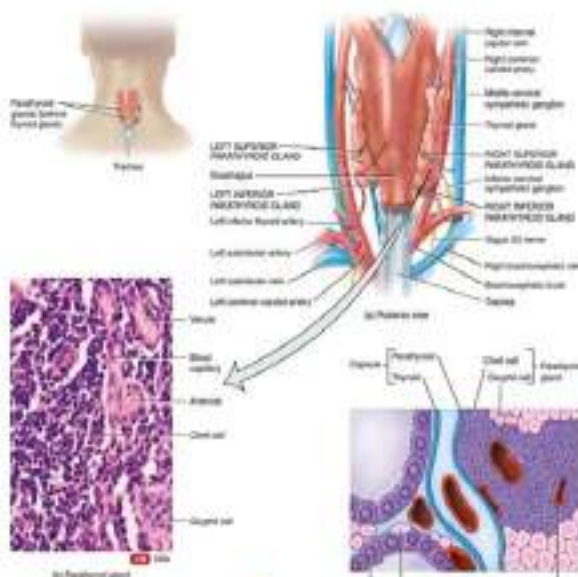
karena itu gejala hipertiroidisme antara lain peningkatan detak jantung yang lebih kuat dan peningkatan tekanan darah.

5. Bersama dengan human Growth Hormone (hGH) dan insulin, hormon tiroid mempercepat pertumbuhan tubuh, khususnya pertumbuhan sistem saraf dan kerangka. Defisiensi hormon tiroid selama perkembangan janin, masa bayi, atau masa kanak-kanak dapat menyebabkan keterbelakangan mental yang parah dan pertumbuhan tulang yang terhambat.

Beberapa sel yang disebut sel parafollicular atau sel C terletak di antara folikel menghasilkan hormon *Calcitonin* (CT) , yang membantu mengatur homeostatis kalsium. CT dapat menurunkan kadar kalsium dalam darah dengan menghambat aksi osteoklas, sel yang memecah matriks ekstraseluler tulang. Ketika kadar dalam darah tinggi, kalsitonin menurunkan jumlah kalsium dan fosfat dalam darah dengan menghambat resorpsi tulang (pemecahan matriks ekstraseluler tulang) oleh osteoklas dengan mempercepat penyerapan kalsium dan fosfat ke dalam matriks tulang ekstraseluler (Tortora & Derrickson, 2016).

1.2.3 Kelenjar Paratiroid

Kelenjar paratiroid sebagian tertanam di permukaan posterior lobus lateral kelenjar tiroid yaitu berupa kumpulan jaringan kecil dan bulat. Masing-masing kelenjar paratiroid mempunyai massa sekitar 40 mg, sepasang di superior dan inferior yang melekat pada setiap lobus tiroid lateral (Gambar 1.4), berjumlah empat. Secara mikroskopis kelenjar paratiroid mengandung dua macam sel epitel, semakin banyak selnya disebut sel kepala atau sel utama yang menghasilkan Parathyroid Hormone (PTH), juga disebut parathormon. Fungsi dari sel jenis lain yang disebut sel oksifil, tidak diketahui pada kelenjar paratiroid normal. Namun, kehadirannya jelas membantu mengidentifikasi kelenjar paratiroid secara histologis karena karakteristik pewarnaannya yang unik. Selain itu, pada kanker kelenjar paratiroid, sel oksifil mengeluarkan PTH berlebih (Tortora & Derrickson, 2016).



Gambar 1.4: Kelenjar Paratiroid (Tortora & Derrickson, 2016).

Hormon paratiroid merupakan pengatur utama kadar ion kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), dan fosfat (HPO_4^{2-}) dalam darah. Tindakan spesifik PTH yaitu meningkatkan jumlah dan aktivitas osteoklas berupa peningkatan resorpsi tulang yang melepaskan ion kalsium (Ca^{2+}) dan fosfat (HPO_4^{2-}) ke dalam darah. PTH juga bekerja pada ginjal dengan tiga cara, yaitu: (1) memperlambat laju hilangnya kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) dari darah ke dalam urin; (2) meningkatkan hilangnya fosfat (HPO_4^{2-}) dari darah ke dalam urin, karena lebih banyak fosfat (HPO_4^{2-}) yang hilang melalui urin dibandingkan yang sebenarnya diperoleh dari tulang, PTH menurunkan kadar fosfat (HPO_4^{2-}) darah dan meningkatkan kadar kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) darah; (3) mendorong pembentukan hormon kalsitriol bentuk aktif vitamin D. Kalsitriol, juga dikenal sebagai 1,25-dihidroksivitamin D_3 , meningkatkan laju penyerapan kalsium (Ca^{2+}), fosfat (HPO_4^{2-}) dan magnesium (Mg^{2+}) dari saluran cerna ke dalam darah (Kleine & Rossmann, 2016).

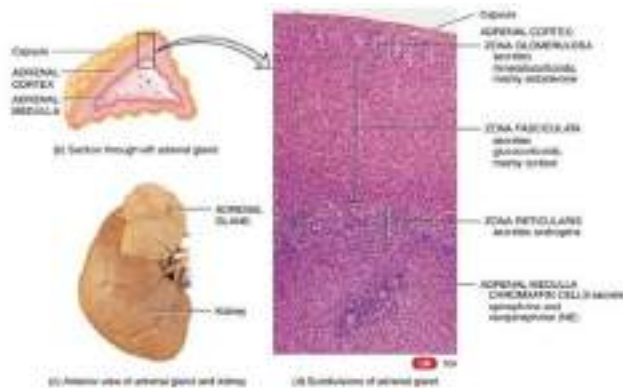
1.2.4 Kelenjar Adrenal

Kelenjar adrenal berpasangan atau disebut kelenjar suprarenal yang terletak superior dari setiap ginjal di ruang retroperitoneal dan memiliki bentuk

Aldosteron adalah mineralokortikoid utama, mengatur homeostasis dua ion mineral yaitu ion natrium (Na^+) dan ion kalium (K^+) yang membantu mengatur tekanan darah dan volume darah. Aldosteron juga mendorong ekskresi H^+ melalui urin; pembuangan asam dari tubuh yang bisa membantu mencegah asidosis (pH darah di bawah 7,35).

2. Zona tengah atau zona fasciculata merupakan zona terluas dari tiga zona dan terdiri dari sel-sel yang tersusun dalam kolom-kolom yang panjang dan lurus. Sel dari zona fasciculata terutama mensekresi Glucocorticoids dinamakan demikian karena memengaruhi homeostatis glukosa. Glukokortikoid yang mengatur metabolisme dan resistensi terhadap stres, termasuk kortisol (disebut juga hidrokortison), kortikosteron, dan kortison. Dari ketiga hormon yang disekresikan oleh zona fasciculata, kortisol adalah yang paling melimpah, menyumbang sekitar 95% aktivitas glukokortikoid yang mempunyai efek sebagai pemecah protein, pembentukan glukosa, lipolisis, ketahanan terhadap stres, efek anti inflamasi, dan menekan respon imun.
3. Zona dalam atau zona retikularis tersusun dalam tali bercabang, mensekresi sejumlah kecil Androgen, hormon steroid yang mempunyai efek maskulinitas. Baik pada pria maupun wanita, korteks adrenal mengeluarkan cairan dalam jumlah kecil androgen. Androgen utama yang disekresikan oleh kelenjar adrenal yaitu dehydroepiandrosterone. Setelah pubertas pada pria, androgen testosteron juga dilepaskan dalam jumlah yang lebih besar oleh testis, dengan demikian jumlah androgen yang disekresikan oleh kelenjar adrenal pada laki-laki biasanya sangat rendah sehingga pengaruhnya tidak signifikan. Namun pada pria, androgen adrenal memainkan peran penting yaitu meningkatkan libido (gairah seks). Pada wanita hormon androgen diubah menjadi estrogen oleh jaringan tubuh lainnya, setelah menopause ketika sekresi estrogen oleh ovarium berhenti, semua estrogen wanita berasal dari konversi androgen adrenal. Androgen adrenal juga merangsang pertumbuhan rambut

ketiak dan kemaluan pada anak laki-laki dan perempuan dan berkontribusi pada percepatan pertumbuhan prapubertas.

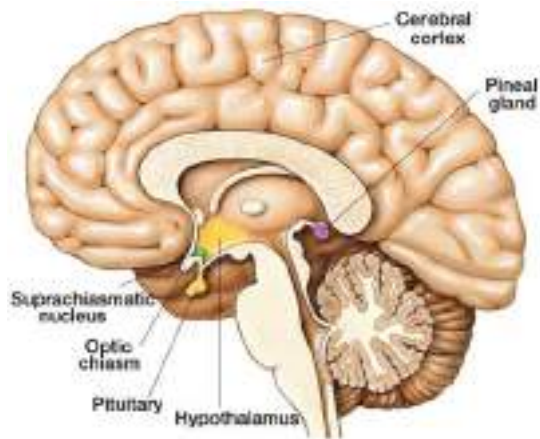


Gambar 1.6: Tiga Zona Korteks Adrenal (Tortora & Derrickson, 2016).

1.2.5 Kelenjar Pineal

Kelenjar pineal (bentuk seperti biji pinus) merupakan kelenjar endokrin kecil yang menempel pada atap ventrikel otak di garis tengah (Gambar 1.7), bagian dari epithalamus, terletak di antara dua colliculi superior, memiliki massa 0,1-0,2 gram dan ditutupi oleh kapsul yang dibentuk oleh piamater. Kelenjar pineal terdiri dari massa neuroglia dan sel sekretori yang disebut alosit pinus. Kelenjar pineal mensekresi hormon Melatonin, yaitu hormon amina yang berasal dari serotonin. Melatonin berkontribusi pada pengaturan jam biologis tubuh yang dikendalikan oleh nukleus suprachiasmatic hipotalamus. Lebih banyak melatonin dilepaskan saat gelap dibandingkan saat terang, hormon ini diperkirakan untuk meningkatkan rasa kantuk. Respon visual mata (retina) yang merangsang nukleus suprachiasmatic simpatis neuron postganglionik dari ganglion serviks superior, yang pada gilirannya merangsang pinealosit kelenjar pineal untuk mengeluarkan melatonin dalam pola berirama. Kadar melatonin rendah disekresikan pada siang hari dan tingkat yang jauh lebih tinggi disekresikan pada malam. Saat tidur, kadar melatonin plasma meningkat sepuluh kali lipat dan kemudian turun ke level rendah lagi sebelum terbangun. Dosis melatonin yang diberikan secara oral dapat menginduksi tidur dan mengatur ulang ritme tidur setiap hari yang mungkin menguntungkan pekerja yang shiftnya bergantian antara siang hari dan malam hari. Melatonin juga

sebagai antioksidan yang dapat memberikan perlindungan terhadap kerusakan radikal bebas (Goodman, 2010; Tortora & Derrickson, 2016).



Gambar 1.7: Lokasi Kelenjar Pineal (Tortora & Derrickson, 2016).

Bab 2

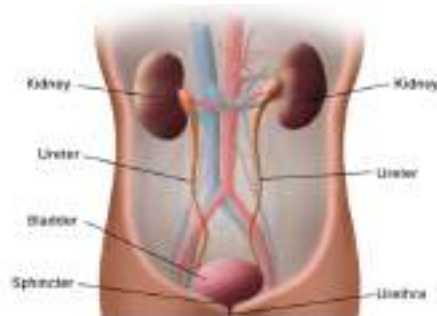
Anatomi dan Fisiologi Sistem Ekskresi (Perkemihan)

2.1 Pendahuluan

Sistem ekskresi yang dibahas pada bab ini adalah perkemihan. Organ yang berperan dalam sistem ini adalah ginjal. Ginjal sangat berperan dalam mempertahankan keseimbangan tubuh dengan mengeluarkan sisa-sisa metabolisme dalam bentuk air seni melalui meatus uretra.

2.2 Sistem Ekskresi

Sistem Ekskresi terdiri dari dua ginjal, dua ureter, satu kandung kemih dan satu uretra. Ginjal memproduksi urin, dua ureter yang membawa urin ke kandung kemih, kandung kemih menampung urin sementara, dan uretra merupakan saluran yang membawa urin keluar dari tubuh.



Gambar 2.1: Sistem Ekskresi Pada Ginjal. (2024).

2.3 Ginjal

Ginjal berlokasi pada bagian belakang dari kavum abdominalis, pada area retroperitoneal bagian atas di kedua sisi vertebrata diantara toraks ke 12 dan lumbal ke 3 yang melekat langsung pada dinding abdomen. Ginjal memiliki bentuk seperti kacang merah (ercis) yang berjumlah 2 buah dan terletak pada sisi kanan dan kiri. Normalnya, ginjal pada bagian kiri lebih besar daripada ginjal yang terletak pada bagian kanan di mana ginjal laki-laki lebih panjang daripada seorang wanita (Nuari & Widayati, 2017).

Struktur Makroskopis Ginjal

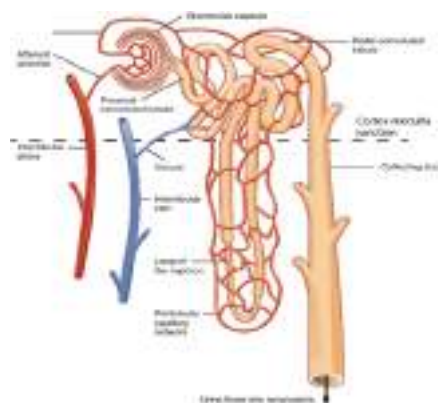
1. Kulit Ginjal (Korteks) Korteks tersusun dari tubulus serta bagian yang melaksanakan proses penyaringan darah, yaitu pembuluh darah nefron yang merupakan unit struktural dan fungsional ginjal. Di dalam nefron terdapat banyak kapiler darah yang tersusun secara bergumpal disebut glomerulus. Setiap glomerulus dikelilingi kapsula bowman di mana gabungan dari keduanya disebut dengan badan malphigi.
2. Sumsum Ginjal (Medulla) Medulla terdiri dari badan triangular yang disebut piramida ginjal di mana dasarnya menghadap ke korteks dengan puncak yang disebut papilla renalis yang mengarah ke bagian dalam ginjal.

3. Rongga Ginjal (Pelvis Renalis) Pelvis merupakan perluasan ujung proksimal ureter. Ujung ini berlanjut menjadi dua sampai tiga kaliks mayor, yaitu rongga yang mencapai glandular, bagian penghasil urin pada ginjal. Setiap kaliks mayor bercabang menjadi beberapa kaliks minor, di mana dari kaliks minor urine akan masuk ke dalam kaliks mayor hingga menuju kandung kemih (Nuari & Widayati, 2017).



Gambar 2.2: Anatomi Ginjal. (John Hopkins Medicine, 2024).

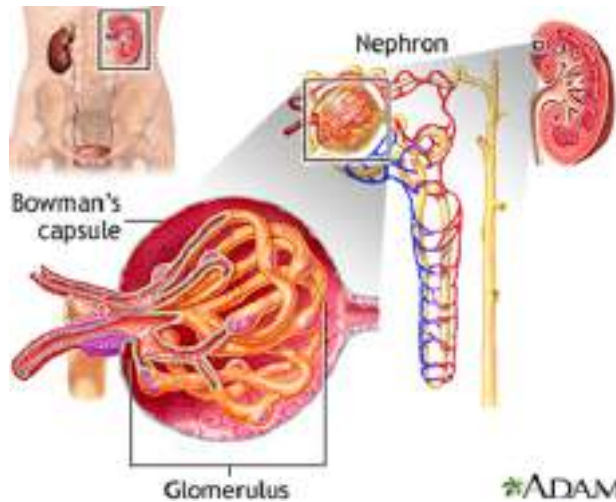
Setiap ginjal memiliki kira-kira satu juta nefron. Setiap nefron terdiri dari glomerulus dan tubulus yang terdiri atas tubulus kontortus proksimal, lengkung henle, tubulus kontortus distal, dan duktus kolektifus. Nefron adalah unit fungsional terkecil dari ginjal, yang berfungsi untuk memfilter darah dan menghasilkan urine (Smeltzer & Bare, 2004).



Gambar 2.3: Anatomi Nefron (Biga, 2019).

Fungsi Ginjal

1. Pembentukan urin. Urin dibentuk di nefron melalui tiga proses: filtrasi glomerulus, reabsorpsi tubulus, sekresi tubulus
2. Mengeluarkan zat-zat beracun. Ginjal mengekskresi urea, asam urat, kreatinin, dan produk penguraian hemoglobin dan hormon.
3. Mengatur elektrolit. Ginjal mengekskresi ion natrium, kalium, kalsium, magnesium, sulfat, dan fosfat. Elektrolit sendiri berfungsi sebagai pendukung aktivitas sel dan jaringan tubuh, seperti otot dan saraf.
4. Mengatur keseimbangan asam basa tubuh. Ginjal mengendalikan ekskresi ion hidrogen (H^+), bikarbonat (HCO_3^-) dan ammonium (NH_4^+) serta memproduksi urin asam atau basa tergantung kebutuhan tubuh.
5. Mengatur keseimbangan cairan. Ginjal memiliki kemampuan menahan air saat tubuh membutuhkannya untuk menghindari dehidrasi. Ginjal juga dapat bereaksi terhadap adanya perubahan kadar air dalam tubuh.
6. Pengaturan produksi sel darah merah. Ginjal melepas eritropoetin yang mengatur produksi sel darah merah dalam sumsum tulang
7. Pengaturan tekanan darah. Ginjal mengatur volume cairan yang esensial bagi pengaturan tekanan darah, dan memproduksi enzim renin. Renin adalah enzim yang membantu mengontrol tekanan darah dan menjaga kadar natrium dan kalium normal dalam tubuh.
8. Mensintesis Vitamin D menjadi aktif
9. Mengatur kadar kalium (potassium). Tubulus distal ginjal mengatur pengeluaran kadar kalium. Jika kadar kalium naik maka Adrenal Cortex meningkatkan pengeluaran Aldosteron. Apabila kadar Aldosteron gagal diproduksi maka Kalium akan kembali diserap dan kadar serumnya naik tinggi.



Gambar 2.4: Gambar Glomerulus dan Nefron (Latif , 2023)

2.4 Ureter

Ureter terdiri dari dua saluran pipa dari ginjal menuju kandung kemih (vesika urinaria). Sebagian ureter berada dalam rongga abdomen dan sisanya berada dalam rongga pelvis (Nuari & Widayati, 2017).

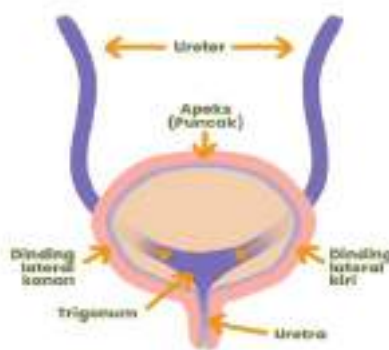
Sloane (2015) menuliskan setiap ureter panjangnya antara 25-30 cm dan berdiameter 4-6 mm. Dinding ureter terdiri dari 3 lapisan jaringan yaitu:

1. Lapisan fibrosa (terluar)
2. Lapisan muskularis longitudinal ke arah dalam dan otot polos sirkular ke arah luar (tengah)
3. Lapisan epitelium mukosa (dalam)

Fungsi ureter adalah untuk membawa urin dari ginjal menuju kandung kemih. Ketika urin dibawa ke kandung kemih otot-otot polos sirkuler dan longitudinal yang terletak di lapisan dinding ureter melakukan gerakan peristaltik (kontraksi) setiap lima menit sekali untuk mendorong air kemih masuk ke dalam kandung kemih.

2.5 Kandung Kemih

Kandung Kemih Vesika urinaria memiliki kemampuan untuk mengembang dan mengempis yang terletak di belakang simfisis pubis dalam rongga panggul. Vesika urinaria berbentuk kerucut di mana dikelilingi oleh otot yang berhubungan dengan ligamentum. Vesika urinaria memiliki dinding yang terdiri dari beberapa lapisan, yaitu peritoneum, tunika muskularis, tunika submukosa, dan lapisan mukosa (Nuari & Widayati, 2017).



Gambar 2.5: Kandung Kemih. Amelia (2023).

Sloan (2015) mengungkapkan pada laki-laki kandung kemih terletak tepat di belakang simfisis pubis dan depan rectum. Pada Perempuan, organ ini terletak agak di bawah uterus di depan vagina.

Dinding kandung kemih terdiri dari 4 lapisan, yaitu:

1. Serosa (luar), lapisan ini merupakan perpanjangan lapisan peritoneal rongga abdominopelvis dan hanya ada di bagian atas pelvis
2. Otot detrusor (tengah) yang memungkinkan kandung kemih berkontraksi untuk mengeluarkan urin atau berelaksasi untuk menahan urin.
3. Submukosa adalah lapisan jaringan ikat yang terletak di bawah mukosa dan menghubungkannya dengan muskularis
4. Mukosa (dalam), lapisan ini merupakan lapisan epitel yang tersusun dari eptalium transisional. Pada saat kandung kemih rileks, mukosa

membentuk ruga (lipatan-lipatan) yang akan memipih dan mengembang saat urin berakumulasi dalam kandung kemih.

Ukuran kandung kemih sebesar kacang kenari dan terletak di pelvis saat kosong, organ berbentuk seperti buah pir dan dapat mencapai umbilicus dalam rongga abdominopelvis jika penuh berisi penuh.

Fungsi kandung kemih adalah menampung urin sementara, sebelum berkemih. Kandung kemih menampung urin hingga 500-600 mL pada individu dewasa sehat (Williams & Wilkins, 2012)

2.6 Uretra

Uretra biasa disebut sebagai saluran sempit yang memiliki pangkal pada kandung kemih. (Nuari & Widayati, 2017)

Uretra merupakan pembuluh muscular yang mengalirkan urine dari kandung kemih dan mengeluarkannya dari tubuh melalui meatus uretra. Uretra pada laki-laki lebih panjang dari pada perempuan. Ukuran uretra laki-laki 20 cm, dan Perempuan 2,5 – 5 cm. Sfingter menjaga uretra tetap tertutup ketika urine tidak keluar (Williams & Wilkins, 2012).

2.7 Komposisi Urin

Sloan (2015) Urine merupakan cairan yang terdiri dari 95 % air dan memiliki zat terlarut sebagai berikut:

1. Zat buangan Nitrogen meliputi urea dari deaminasi protein, asam urat dari katabolisme asam nukleat, dan kreatinin dari proses penguraian kreatin fosfat dalam jaringan otot.
2. Asam hipurat adalah produk sampingan pencernaan sayuran dan buah.
3. Badan keton yang dihasilkan dalam metabolisme lemak dalam jumlah kecil.

4. Elektrolit, elektrolit yang terdapat dalam urin adalah Natrium, Klorida, Kalium. Terdapat juga Ammonium, Sulfat Fosfat, Kalsium dan Magnesium.
5. Zat-zat beracun, pigmen, vitamin atau enzim dalam jumlah kecil
6. Hormon
7. Albumin, glukosa, sel darah merah, zat kapur, batu ginjal

2.8 Proses Pembentukan Urin

Nair dan Peate (2015) Urin adalah hasil sisa metabolisme yang dikeluarkan melalui meatus uretra. Proses pembentukan urin terdiri atas tiga tahap, yaitu: filtrasi, reabsorpsi dan augmentasi

1. Filtrasi.

Darah yang masuk ke glomerulus melalui arteri renalis disaring (filtrasi) dan menyebar ke kapsul Bowman melalui arteriol aferen. Glomerulus bertugas menyaring air, garam, glukosa, asam amino, urea, dan limbah lainnya agar dapat melewati kapsul Bowman. Darah yang difiltrasi kemudian kembali ke sirkulasi melalui arteriol eferen dilanjutkan ke vena renalis. Hasil penyaringan ini disebut sebagai urine primer. Urine primer termasuk urea di dalamnya merupakan hasil dari amonia yang sudah terakumulasi.

2. Reabsorpsi

Setelah filtrasi, proses pembentukan urine selanjutnya adalah reabsorpsi, yakni penyaringan ulang. Penyerapan cairan tersebut dilakukan di tubulus proksimal nefron, tubulus distal, dan tubulus pengumpul. Air, glukosa, asam amino, natrium dan nutrisi lainnya diserap kembali ke aliran darah di kapiler yang mengelilingi tubulus. Zat seperti natrium, kalium, kalsium, dan klorida direabsorpsi untuk memelihara keseimbangan cairan, elektrolit dan pH darah. Setelah itu, air bergerak melalui proses osmosis, yaitu pergerakan air dari area yang terkonsentrasi tinggi ke konsentrasi lebih rendah. Hasil dari

proses ini adalah urine sekunder. Tahap reabsorpsi air dan elektrolit dipengaruhi oleh hormon antidiuretic dan aldosterone.

3. Sekresi

Sekresi merupakan tahap terakhir dari proses pembentukan urin pada tubuh manusia. Jadi, seperti yang disebutkan di atas, zat-zat yang tidak diperlukan oleh tubuh akan disekresikan, di sinilah tempatnya. Augmentasi terjadi di tubulus kontortus distal dan tubulus kolektivus (pengumpul) sebagai tempat penyimpanan urin untuk sementara. Di tahap ini masih terjadi penyerapan kembali pada air, garam NaCl dan urea sehingga terbentuk urin sebenarnya yang harus di buang oleh tubuh.

Bab 3

Anatomi dan Fisiologi Sistem Integumen

3.1 Pendahuluan

Sistem integumen atau sistem peliput merupakan salah satu sistem organ terluas pada tubuh manusia yang memiliki luas permukaan 1,5-2 m² dengan persentase sebesar 16% dari total berat badan manusia (Martini et al., 2012). Sistem integumen meliputi kulit dan organ aksesorisnya yang membentuk perlindungan fisik, kimia, dan biologis bagi tubuh manusia. Sistem peliput tidak hanya menjadi pembungkus organ tubuh manusia, namun juga memiliki banyak fungsi seperti mengatur regulasi suhu tubuh, pembentukan Vitamin D₃, pengatur keseimbangan cairan di dalam tubuh, dan pendeteksi adanya rangsangan melalui kulit. Sistem integumen juga memiliki fungsi melindungi dari paparan sinar UV yang berlebihan, patogen, dan bagian dari sistem imun (Lopez-Ojeda et al., 2022; Maranduca et al., 2019).

3.2 Kulit

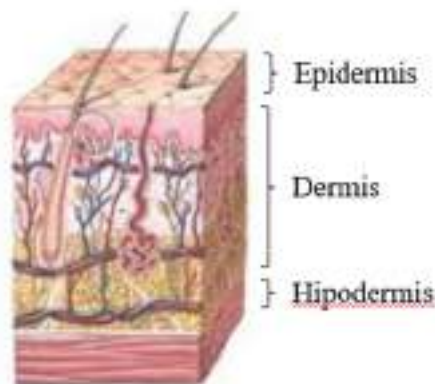
Kulit atau membran kutan adalah bagian terbesar dari sistem integumen. Ketebalan kulit pada beberapa bagian tubuh berbeda yang diakibatkan oleh perbedaan ketebalan pada lapisan epidermis. Kulit berdasarkan ketebalannya dibagi menjadi kulit tebal dan kulit tipis (Yousef et al., 2022). Ketebalan kulit berkisar antara 0,5-6 mm. Perbedaan ketebalan kulit dipengaruhi oleh ketebalan lapisan epidermis. Kulit tebal memiliki ketebalan epidermis yaitu 0,5 mm dikarenakan terdapat tambahan stratum lucidum pada lapisan epidermisnya. Kulit tebal dapat ditemukan pada bagian telapak tangan dan telapak kaki, dengan karakteristik yaitu memiliki kelenjar keringat (sudoriferus), namun tidak memiliki kelenjar minyak (sebaceous) dan folikel rambut, sehingga pada area kulit tersebut tidak ditemukan rambut (bulu halus) atau minyak yang keluar dari pori-pori kulit. Berbeda halnya dengan kulit tebal, kulit tipis memiliki kelenjar keringat, kelenjar minyak, dan folikel rambut. Kulit tipis memiliki ketebalan epidermis sekitar 0,1 mm dan tidak terdapat stratum lucidum pada lapisan epidermisnya (Martini et al., 2012).

Kulit memiliki peranan penting bagi tubuh kita. Beberapa kondisi penyakit terjadi akibat kulit yang tidak normal. Fungsi kulit yakni sebagai berikut:

1. Kulit memberikan perlindungan terhadap mikroorganisme, dehidrasi, sinar UV, maupun kerusakan mekanik (benturan). Kulit merupakan pertahanan fisik manusia terhadap ancaman lingkungan sekitarnya.
2. Kulit dapat mendeteksi adanya sensasi nyeri, suhu, sentuhan, dan tekanan dalam yang dirasakan.
3. Kulit memungkinkan adanya pergerakan halus dari tubuh.
4. Berperan dalam aktivitas endokrin salah satunya yaitu kulit menginisiasi proses biokimia yang terjadi dalam pembentukan vitamin D, yang mana merupakan vitamin yang esensial untuk absorpsi kalsium dan metabolisme tulang dalam kondisi normal.
5. Berperan dalam aktivitas eksokrin seperti perilsan air, urea, dan ammonia. Selain itu, kulit mensekresikan minyak, keringat, dan feromon dan menjalankan fungsi imunologis yang penting dengan mengeluarkan zat bioaktif seperti sitokin.
6. Berperan dalam mekanisme pertahanan imun melawan patogen.

7. Kulit memainkan peranan penting dalam regulasi suhu tubuh melalui menahan atau melepaskan panas dan membantu mempertahankan keseimbangan cairan tubuh (homeostatis) (Lopez-Ojeda et al., 2022; Someya & Amagai, 2019).

Kulit tersusun atas tiga lapisan utama, yakni epidermis, dermis, dan hipodermis. Setiap lapisan kulit tersebut memiliki komponen penyusun dan fungsinya masing-masing, yang pada akhirnya mendukung fungsi kulit secara umum.



Gambar 3.1: Lapisan kulit (Wikipedia, 2019).

3.2.1 Epidermis

Epidermis merupakan lapisan paling atas dari kulit, yang menunjang kemampuan kulit sebagai penahan air dan berkontribusi terhadap warna kulit. Pada bagian lapisan kulit epidermis tidak terdapat pembuluh darah dan tersusun atas epitel skuamosa berlapis yang memperkuat lapisan epidermis. Epidermis terdiri dari beberapa lapisan/stratum yang dipengaruhi dari area lokasi kulit. Secara umum, epidermis terdiri dari lima stratum yang biasanya ditemukan pada area kulit tebal, sementara area kulit tipis umumnya terdiri dari empat lapisan tanpa stratum lucidum (Martini et al., 2012).

Stratum penyusun lapisan epidermis dari bagian yang paling dekat dengan dermis hingga bagian permukaan kulit yaitu:

1. Stratum Basal

Stratum basal atau stratum germinativum adalah lapisan terdalam dari epidermis. Stratum ini dipisahkan dari dermis oleh membran basal (lamina basal) dan menempel pada membran basal oleh hemidesmosom. Pada stratum ini terdapat sel induk yang aktif secara mitosis dengan bentuk kuboid hingga kolumnar yang terus-menerus memproduksi keratinosit. Selain sel keratinosit, pada stratum ini terdapat juga sel melanosit (Yousef et al., 2022). Keratinosit menyediakan struktur kulit dan berperan dalam inisiasi dan modulasi respon imun melalui pengenalan sinyal bahaya dan produksi berbagai sitokin, kemokin, dan Host Defense Peptides (HDPs) (Coates et al., 2018). Keratinosit menghasilkan keratin dan bertanggung jawab dalam pembentukan epidermal water barrier dengan membuat dan mensekresikan lipid. Sel keratinosit juga meregulasi penyerapan kalsium melalui aktivasi prekursor kolesterol oleh sinar UVB untuk membentuk vitamin D (Yousef et al., 2022). Sementara itu, sel melanosit diketahui memegang peranan dalam pigmentasi kulit dan memiliki kemampuan untuk memproduksi dan mendistribusikan melanin (Tsatmali et al., 2002).

Sel basal adalah sel yang mendominasi stratum basal. Sel basal merupakan sel induk yang aktif membelah menggantikan sel keratinosit yang lebih dekat dengan permukaan yang terkelupas pada permukaan epitel. Pada permukaan kulit yang tidak memiliki rambut juga ditemukan sel merkel yang tersebar di antara sel-sel yang ada di stratum basal, yang mana sensitif terhadap adanya sentuhan (Martini et al., 2012).

2. Stratum Spinosum

Stratum spinosum terdiri dari 8-10 lapisan sel keratinosit yang saling terkait melalui desmosom. Pada saat sel induk yang berada di stratum basal membelah, maka satu sel anak akan didorong ke bagian lebih atas (superfisial) yakni stratum spinosum. Stratum spinosum

memiliki sel Langerhans yang berperan dalam respon imun dengan merangsang pertahanan terhadap mikroorganisme yang berhasil masuk ke lapisan permukaan epidermis (Martini et al., 2012; Yousef et al., 2022).

3. Stratum Granulosum

Terdiri dari 3-5 lapisan sel, mengandung sel berbentuk berlian dengan butiran keratohialin yang mengandung prekursor keratin. Butiran keratohialin beragregasi, berikatan silang, dan membentuk bundel (Yousef et al., 2022). Stratum granulosum mengandung beberapa lapisan yang mengandung butiran kaya lipid. Pada stratum ini, sel mulai kehilangan inti sel yang diakibatkan oleh letak stratum yang semakin menjauh dari sumber nutrisi yang berlokasi di bagian lapisan yang lebih dalam (Murphrey et al., 2022).

4. Stratum Lucidum

Stratum ini terdiri dari 2-3 lapisan sel dan terdapat pada kulit tebal yang terdapat pada telapak tangan dan telapak kaki, merupakan lapisan tipis bening yang terdiri dari eleidin yang merupakan produk transformasi dari keratohialin (Yousef et al., 2022). Sel-sel yang ada di stratum lucidum berbentuk pipih, padat, sebagian besar tanpa organel, dan diisi dengan keratin (Martini et al., 2012).

5. Stratum Korneum

Stratum korneum merupakan lapisan terluar dari epidermis dan menandai tahapan akhir dari maturasi sel keratinosit dan perkembangannya. Sel keratinosit di stratum basal bersifat proliferasif dan selama proses maturasi sel tersebut di bagian stratum lainnya dari epidermis, sel tersebut perlahan kehilangan kemampuan proliferasif dan mengalami destruksi. Keratinosit yang berdiferensiasi dan kehilangan inti sel ini disebut korneosit dan hanya mempertahankan filamen keratin yang tertanam dalam matriks filaggrin. Stratum korneum setidaknya memiliki 15 lapisan korneosit berbentuk pipih. Stratum korneum menjadi penghalang pertama tubuh dari lingkungan eksternal dan menjaga keseimbangan cairan di dalam tubuh. Sel keratinosit yang diproduksi di stratum basal akan

berdiferensiasi menjadi korniosit yang tidak berinti sel yang menyusun stratum korneum (Murphrey et al., 2022).

Pada bagian kulit tebal terdapat tonjolan epidermis (epidermal ridges) yang dapat meningkatkan kemampuan saat mencengkram dan sensitivitas kulit. Sidik jari dapat mengungkapkan pola dari tonjolan epidermis pada setiap individu. Genggaman atau cengkraman sangat penting dalam banyak aktivitas manusia seperti penggunaan peralatan olahraga, memegang alat tulis, memanjat pohon dan makan. Tonjolan sidik jari yang ada pada tangan dan kaki memainkan peran penting dalam meningkatkan cengkraman dengan memungkinkan saling mengunci dengan permukaan yang bersentuhan, selama permukaan yang disentuh tersebut cukup kasar (Yum et al., 2020).

3.2.2 Dermis

Dermis terletak di antara epidermis dan hipodermis (subkutan) merupakan struktur berserat yang terdiri dari kolagen, jaringan elastis, dan komponen ekstraseluler lain seperti folikel rambut, pembuluh darah, pembuluh limfatik, dan kelenjar. Peran dermis adalah mendukung dan melindungi kulit dan lapisan-lapisan yang lebih dalam, mendukung termoregulasi dan respon terhadap rangsangan atau sensasi melalui kulit. Fibroblas merupakan komponen sel utama dari dermis, selain itu terdapat histiosit, sel mast, dan adiposit yang juga memainkan peran penting dalam menjaga struktur dan fungsi normal dermis (Brown & Krishnamurthy, 2022; Martini et al., 2012).

Dermis memiliki dua komponen utama yaitu:

1. Lapisan Papiler

Lapisan ini terdiri dari jaringan areolar, yang meliputi pembuluh kapiler, limfatik, dan neuron sensorik yang menjadi pemasok bagi area permukaan kulit (Martini et al., 2012). Lokasi lapisan papiler lebih dekat dengan permukaan kulit, dengan lebar mencapai 300-400 mikron. Pada bagian atas dari lapisan papiler membentuk tali (papilla dermal) yang terdapat ujung saraf dan pembuluh-pembuluh mikrovaskuler yang dibutuhkan untuk nutrisi dalam lapisan kulit dan persarafan. Lapisan papiler berbeda dengan lapisan retikuler dalam hal kepadatan sel yang lebih tinggi, kandungan proteoglikan yang

lebih tinggi, dan deretan serat kolagen yang lebih lemah (Rippa et al., 2019).

2. Lapisan Retikuler

Lapisan retikuler dipisahkan dari lapisan papiler oleh pleksus vaskular, rete subpapilare. Matriks ekstraseluler dari lapisan retikuler memiliki struktur yang lebih jelas berupa kumpulan kolagen yang disusun menjadi serat padat dan bersama dengan untaian elastin, menciptakan jaringan yang teratur (Rippa et al., 2019). Bundel serat kolagen meluas hingga melewati lapisan retikuler untuk bergabung dengan lapisan papiler, yang mengakibatkan batas antara lapisan papiler dan retikuler tidak begitu jelas. Serat kolagen lapisan retikuler juga mencapai ke area yang lebih dalam yakni hipodermis. Organ-organ aksesoris sistem integumen yang berasal dari lapisan kulit epidermis juga mencapai area dermis seperti folikel rambut dan kelenjar keringat (Martini et al., 2012).

3.2.3 Hipodermis

Hipodermis atau subkutis merupakan lapisan terdalam dari kulit yang cukup elastis terdiri dari jaringan areolar longgar dan jaringan adiposa. Hipodermis memberikan bantalan dan insulasi tambahan melalui fungsi penyimpanan lemak dan menghubungkan kulit dengan struktur di bawahnya seperti otot (Kim & Dao, 2023). Hipodermis berperan penting dalam menjaga kestabilan posisi dari kulit dengan jaringan-jaringan yang ada di bawah kulit, seperti otot rangka atau organ lainnya, yang memungkinkan gerakan bebas terjadi. Hanya hipodermis bagian yang dekat dengan dermis yang memiliki pembuluh darah arteri dan vena besar, sementara itu bagian hipodermis lainnya hanya mempunyai pembuluh darah kapiler dalam jumlah terbatas dan tidak ada organ vital.

Lemak yang ada di lapisan hipodermis berfungsi sebagai cadangan energi. Selama masa pertumbuhan, distribusi lemak yang ada di hipodermis berubah. Perubahan besar yang terjadi sebagai respon terhadap hormon seks yang bersirkulasi. Saat masa awal masa pubertas, lemak hipodermis laki-laki terakumulasi di bagian leher, lengan, sepanjang punggung bagian bawah, dan di atas pantat. Berbeda dengan wanita yang mengalami akumulasi lemak hipodermis pada bagian payudara, pantat, pinggul dan paha. Pada orang

dewasa, lapisan hipodermis di bagian punggung tangan dan permukaan atas kaki mengandung sedikit sel lemak, sedangkan jaringan adiposa dalam jumlah besar dapat menumpuk di daerah perut, sehingga menyebabkan perut terlihat lebih buncit (Martini et al., 2012).

3.3 Organ-Organ Aksesoris

Organ-organ aksesoris kulit merupakan komponen pelengkap yang mendukung peran sistem integumen secara umum meliputi rambut, kuku, kelenjar keringat/*sudoriferus*, dan kelenjar minyak/*sebaceous*. Struktur ini secara embriologis berasal dari epidermis dan dapat meluas ke bawah melalui dermis hingga ke hipodermis.

3.3.1 Kelenjar Kulit

1. Kelenjar Keringat

Terdapat dua tipe kelenjar keringat yaitu:

a. Kelenjar Keringat Ekrin

Kelenjar ini paling banyak ditemukan pada bagian telapak kaki dan paling sedikit ditemukan di area punggung (Kolarsick et al., 2011). Kelenjar ini menghasilkan keringat berupa sekresi bening yang mengandung sejumlah besar air, beberapa garam (natrium klorida), vitamin C, sisa-sisa metabolisme (amonia, urea, asam urat), dan asam laktat (bahan kimia yang terakumulasi selama aktivitas otot yang kuat). Keringat dapat menghambat pertumbuhan bakteri tertentu yang ada di permukaan kulit karena bersifat asam (pH 4-6). Kelenjar keringat ekrin merupakan komponen yang penting dan sangat efisien dalam regulasi panas tubuh. Ketika suhu luar atau tubuh tinggi, kelenjar keringat akan mengeluarkan keringat karena dilengkapi dengan ujung saraf sehingga mampu mendeteksi adanya perubahan suhu. Ketika keringat menguap dari permukaan kulit, keringat membawa sejumlah besar panas tubuh. Melalui mekanisme ini tubuh dapat kehilangan hingga 7 liter cairannya (Marieb, 2015).

b. Kelenjar Keringat Apokrin

Kelenjar keringat apokrin terletak sebagian besar pada area yang terbatas seperti ketiak dan area genital tubuh. Ukurannya lebih besar dibandingkan dengan kelenjar ekrin dan saluran kelenjar keringat apokrin bermuara di folikel rambut atau tidak langsung ke permukaan kulit. Sekresi kelenjar ini mengandung asam-asam lemak, protein-protein, serta komponen lainnya yang sama dengan sekresi keringat dari kelenjar ekrin. Kandungan keringat dari kelenjar ini yang kemudian memicu warna keruh dan kekuningan pada keringat yang dihasilkan. Bau yang tidak sedap dari keringat yang dihasilkan oleh kelenjar apokrin diakibatkan oleh bakteri yang hidup di kulit menggunakan protein dan lemak yang ada dalam keringat apokrin sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhannya. Kelenjar apokrin mulai berfungsi selama masa pubertas di bawah pengaruh hormon androgen. Meskipun sekresinya diproduksi hampir terus menerus, kelenjar apokrin memainkan peran minimal dalam termoregulasi. Fungsi kelenjar keringat apokrin diaktifkan oleh serabut saraf selama nyeri dan stres serta selama aktivitas seksual (Kolarsick et al., 2011; Marieb, 2015).

2. Kelenjar Minyak

Kelenjar minyak dapat ditemukan pada semua bagian tubuh, kecuali pada telapak tangan dan telapak kaki. Kelenjar ini mensekresikan lipid berminyak ke dalam folikel rambut. Produksi minyak oleh sel-sel dalam kelenjar akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya usia sel-sel tersebut. Produk minyak akan dilepaskan melalui sekresi holokrin, yakni suatu proses yang melibatkan pecahnya sel sekretori. Minyak yang dirilis akan memasuki bagian lumen dari kelenjar. Otot arektor pili yang membuat rambut berdiri mengalami kontraksi, sehingga meremas kelenjar minyak dan mendesak minyak masuk ke dalam folikel rambut dan menuju permukaan kulit. Minyak atau sebum yang dikeluarkan tersebut terdiri dari campuran trigliserida, kolesterol, protein, dan elektrolit-

elektrolit. Sebum berfungsi menghambat pertumbuhan bakteri, sebagai pelumas, dan melindungi keratin dari batang rambut. Selain kelenjar sebaceous, terdapat folikel sebaceous yaitu kelenjar sebaceous berukuran besar yang tidak berkaitan dengan folikel rambut, sehingga minyak yang dihasilkan langsung masuk ke epidermis. Folikel sebaceous terdapat pada area wajah, punggung, dada, puting payudara, dan bagian eksternal organ genital (Martini et al., 2012).

3.3.2 Rambut

Rambut tumbuh di seluruh bagian tubuh, kecuali bibir, telapak tangan, telapak kaki, kelenjar penis, klitoris, dan labia minora. Rambut merupakan struktur keratin yang memanjang, diproduksi di folikel rambut. Rambut terdiri dari sekumpulan unit *pilosebaceous*, yang mana satu unit *pilosebaceous* terdiri dari sehelai rambut, folikel rambut, kelenjar *sebaceous* dan otot penegak rambut (otot arektor pili) (Martini et al., 2012). Rambut kulit kepala mengalami rontok sekitar 100 hingga 200 folikel/hari dan tumbuh dengan kecepatan sekitar 0,35 mm/hari, 1 cm/bulan, atau 15 cm/tahun. Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi pertumbuhan rambut diantaranya usia, kebiasaan, nutrisi, rangsangan vaskular, endokrin, dan saraf (Hoover et al., 2023; Murphrey et al., 2023).

Informasi sensori yang datang akibat sentuhan pada rambut akan meningkatkan kemampuan mendeteksi sentuhan. Kendali otot arektor pili ini dilakukan oleh persarafan saraf otonom. Kontraksi otot-otot arektor pili ini yang kemudian menyebabkan rambut dapat berdiri. Rambut yang ada di tubuh seorang manusia tampak berbeda-beda tergantung lokasinya. Rambut yang lebih gelap, tebal, dan lebih terlihat oleh mata disebut sebagai rambut terminal. Sementara itu, rambut pada bagian tubuh yang tampaknya tidak memiliki rambut, namun terdapat rambut pendek dan halus yang tidak memiliki lapisan medula disebut rambut vellus (Verhave et al., 2022). Pada saat lahir, tubuh bayi dilingkupi oleh sebagian besar rambut vellus, kecuali pada kulit kepala, bulu mata, dan alis yang merupakan rambut terminal. Selama pubertas, hormon androgen memengaruhi rambut-rambut vellus sehingga berdiferensiasi menjadi rambut terminal yang lebih panjang, tebal, dan berpigmen seperti pada wajah (jenggot), ketiak, dan area genital (Breehl & Caban, 2023).

Rambut menutupi hampir seluruh bagian tubuh manusia, yang mana kebanyakan rambut berukuran kecil dan rambut velus yang sedikit berwarna (tidak begitu terlihat). Rambut memiliki beberapa fungsi diantaranya melindungi dari benda-benda asing dari luar tubuh, termoregulasi, memproduksi feromon, membantu pengeluaran keringat apokrin dan sebum (Buffoli et al., 2014). Pasokan nutrisi dan oksigen pada folikel rambut yang mendorong pertumbuhan rambut disediakan oleh arteriol kecil yang berasal dari lemak lapisan hipodermis (Verhave et al., 2022).

3.3.3 Kuku

Bantalan kuku merupakan struktur khusus dari epidermis yang dapat ditemukan pada bagian jari kaki atau jari tangan. Tubuh kuku merupakan sel keratinosit mati yang padat. Epidermis di bagian tubuh ini telah mengembangkan struktur khusus yang menjadi dasar pembentukan kuku. Badan kuku terbentuk di akar kuku, yang memiliki matriks sel-sel yang berkembang dari stratum basal yang memungkinkan kuku tumbuh terus menerus. Lipatan kuku lateral tumpang tindih dengan kuku di bagian samping, membantu menambatkan badan kuku. Lipatan kuku yang bertemu dengan ujung proksimal badan kuku membentuk kutikula kuku (eponychium). Dasar kuku kaya akan pembuluh darah, membuatnya tampak merah muda, kecuali di bagian dasarnya, di mana lapisan epitel tebal di atas matriks kuku membentuk daerah berbentuk bulan sabit (lunula). Area di bawah tepi bebas kuku, jauh dari kutikula, disebut *hyponychium* yang merupakan lapisan stratum korneum yang menebal (OpenStax College, 2013).

3.4 Pigmen Kulit dan Rambut

Warna kulit dan rambut pada setiap individu berbeda-beda yang dipengaruhi oleh pigmen melanin yang terdapat pada individu tersebut. Melanin dihasilkan oleh sel melanosit yang dikemas dalam kantong penyimpanan (melanosom). Perbedaan pigmentasi kulit bukan disebabkan oleh perbedaan jumlah melanosit di kulit, tetapi dari perbedaan aktivitas melanogenik, jenis melanin yang dihasilkan dalam melanosom serta ukuran, jumlah dan kemasan melanosom. Warna kulit juga dipengaruhi oleh jumlah *carotene* (pigmen *orange*-kuning yang banyak terdapat pada wortel dan sayuran berwarna *orange*, kuning tua, atau hijau berdaun lainnya) yang tersimpan dalam stratum

korneum dan jaringan subkutan. Orang yang mengonsumsi makanan dengan kandungan carotene yang tinggi memiliki kecenderungan kulit berwarna orange-kuning. Selain itu, jumlah Hb kaya oksigen di pembuluh darah dermis juga memengaruhi warna kulit menjadi kemerahan. Rambut juga mengalami kondisi yang sama dengan kulit, rambut mendapatkan warna dari pigmen melanin yang diproduksi oleh sel melanosit yang terdapat di papilla rambut. Warna rambut yang berbeda disebabkan oleh perbedaan jenis melanin yang ditentukan secara genetik. Seiring bertambahnya usia, produksi melanin menurun, dan rambut cenderung kehilangan warna dan menjadi abu-abu dan/atau putih (Marieb, 2015; Martini et al., 2012).

Bab 4

Anatomi dan Fisiologi Sistem Kardiovaskular

Anatomi dan fisiologi merupakan ilmu dasar yang harus dikuasai oleh Mahasiswa Kesehatan, khususnya Keperawatan. Anatomi dan fisiologi manusia menjadi salah satu pilar utama dalam pendidikan kesehatan. Sistem kardiovaskular merupakan salah satu sistem yang mempunyai peran yang sangat vital bagi kehidupan manusia. Sistem ini berperan dalam homeostatis yang berfungsi sebagai sistem transportasi tubuh dengan mengangkut oksigen, karbondioksida, zat-zat sisa, elektrolit, nutrisi dan hormon dari satu bagian tubuh ke bagian tubuh yang lain

4.1 Anatomi Sistem Kardiovaskuler

Sistem kardiovaskuler mulai berfungsi pada usia 3 minggu kehamilan. Sistem kardiovaskuler terdapat pembuluh darah terbesar yang disebut Angioblast. Angioblast ini timbul dari: a. Mesoderm: splanknikus & chorionic; b. Merengkim: *yolk sac* ; c. tali pusat. Pada minggu ketiga dalam awal perkembangannya tabung jantung mulai berkembang di splanknikus yaitu antara bagian perikardial dan IEC dan atap katup kuning telur sekunder

(kardiogenik area). Tabung jantung membujur endotel berlapis saluran. Tabung-tabung membentuk untuk menjadi jantung primordial. Jantung tubular bergabung dalam pembuluh darah di dalam embrio yang menghubungkan tangkai, karian dan *yolk sac* membentuk sistem kardiovaskuler purba. Pada janin, proses peredaran darah melalui plasenta.

Komponen Sistem kardiovaskuler meliputi jantung, pembuluh darah dan darah. Jantung sebagai organ yang berfungsi sebagai pompa; Komponen darah sebagai media pembawa oksigen, nutrisi, hormone, dan sampah sisa metabolisme; dan Pembuluh darah sebagai media yang mengalirkan komponen darah

4.1.1 Jantung

Jantung merupakan organ yang memompa darah melalui pembuluh darah menuju keseluruh jaringan tubuh untuk proses metabolisme dalam tubuh (Morton, 2014). Umumnya ukuran jantung relatif kecil, memiliki ukuran yang sama namun memiliki bentuk yang berbeda seperti kepalan tangan setiap orang. Jantung memiliki panjang 12cm, lebar 9 cm, tebal 6 cm, dan berat 250 gram pada wanita dewasa dan 300 gram pada pria dewasa. Letak jantung dalam rongga dada /thorak pada area mediastinum diantara kedua paru-paru (Majid, 2017).

Jantung dilapisi oleh suatu selaput yang bernama perikardium, yang terdiri dari:

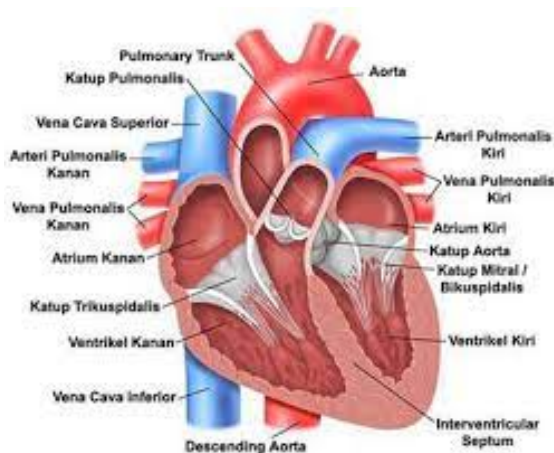
1. Perikardium parietalis
Lapisan yang melekat pada selaput paru dan dinding tulang dada/thorak
2. Perikardium viseralis/ epikardium
Lapisan yang langsung melapisi jantung bagian dalam.

Antara lapisan tersebut terdapat cairan yang dinamakan cairan perikardium, sebagai pelumas untuk mengurangi gesekan yang muncul saat jantung memompa. Dinding jantung terdiri dari 3 lapisan yaitu:

1. lapisan luar/ epikardium/ perikardium viseralis, viseral dan parietal, menghasilkan cairan serosa kedalam ruang antara visera dan parietal, sehingga gerakannya halus saat kontraksi

2. lapisan tengah/miokardium, Terdiri atas otot jantung. Gerakannya involunter. Miokardium paling tebal berada pada bagian apeks dan paling tipis di basal.
3. lapisan dalam/ endokardium, melapisi bilik katup jantung. Mengkilat, halus dan tipis utk aliran darah (Majid, 2017).

Jantung terbagi dalam empat bagian: bagian atas dinamakan atrium yang meliputi atrium kanan dan atrium kiri, bagian bawah dinamakan ventrikel yang meliputi ventrikel kanan dan ventrikel kiri.



Gambar 4.1: Anatomi Jantung (Kemendikbud, 2019) Jantung terdapat katup/pintu yang meliputi:

1. Katup Atrioventrikuler
Letaknya diantara atrium dan ventrikel. Katup yang terletak diantara atrium kanan dan ventrikel kanan terdiri dari 3 katup disebut katup trikuspid. Katup yang terletak diantara atrium kiri dan ventrikel kiri terdiri dari 2 katup disebut katup mitral. Katup ini berfungsi memungkinkan darah mengalir dari masing-masing atrium ke ventrikel pada masa diastol ventrikel dan mencegah aliran balik saat sistol ventrikel (kontraksi)
2. Katup Semilunar

Katup pulmonal terletak pada arteri pulmonalis, memisahkan pembuluh pulmonal dari ventrikel kanan. Katup aorta terletak antara ventrikel kiri dan aorta. Adanya katup semilunar memungkinkan darah mengalir dari masing-masing ventrikel ke arteri pulmonalis atau aorta selama sistol ventrikel dan mencegah aliran balik waktu diastol ventrikel

4.1.2 Pembuluh Darah

Pembuluh darah Adalah saluran tertutup yang berfungsi mengarahkan dan menyebarkan darah dari jantung ke seluruh tubuh yang kemudian dikembalikan ke jantung. Darah adalah substansi di dalam pembuluh darah yang mengandung sejenis jaringan ikat yang sel-selnya tertahan dan dibawa dalam cairan plasma. Pembuluh darah merupakan bagian dari sistem sirkulasi yang mengangkut darah keseluruh tubuh, terdapat 3 jenis pembuluh darah yaitu, Arteri kapiler dan vena (Ubaedillah, 2019).

4.1.3 Darah

Darah melakukan banyak fungsi penting untuk kehidupan dan dapat mengungkapkan banyak tentang kesehatan kita. Darah adalah jenis jaringan ikat, terdiri atas sel-sel (eritrosit, leukosit, dan trombosit) yang terendam pada cairan kompleks plasma. Darah membentuk sekitar 8% dari berat total tubuh. Pergerakan konstan darah sewaktu mengalir dalam pembuluh darah

Komponen darah meliputi sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keping darah (trombosit) (Gambar 4). Bagian ini diproduksi di sumsum tulang merah, yang dapat ditemukan di sebagian besar tulang anak tetapi hanya dalam tulang tertentu pada orang dewasa.

1. Eritrosit

Sel-sel darah yang paling banyak adalah sel-sel darah merah atau eritrosit dengan persentase sekitar 99,9% dari seluruh elemen padat darah. Dalam darah, jumlah eritrosit sekitar 700 kali lebih banyak dibandingkan sel-sel darah putih (leukosit) dan 17 kali lebih banyak dari keping darah (trombosit). Setiap laki-laki dewasa dalam 1 mikroliter atau 1 milimeter kubik (mm^3) darahnya mengandung sekitar 4,5 – 6,3 juta eritrosit, sedangkan perempuan dewasa

mengandung 4,2 – 5,5 juta eritrosit. Jumlah eritrosit yang lebih tinggi pada laki-laki karena laki-laki memiliki tingkat metabolisme yang lebih tinggi daripada perempuan, dan konsentrasi eritrosit yang lebih besar diperlukan untuk menyediakan oksigen yang dibutuhkan untuk metabolisme sel-sel. Setetes darah mengandung sekitar 260 juta eritrosit, dan rata-rata darah orang dewasa mengandung 25 triliun eritrosit. Jumlah eritrosit sekitar sepertiga dari keseluruhan jumlah sel yang terdapat dalam tubuh manusia.

Eritrosit yang normal berbentuk cakram atau piringan yang di bagian tengah kedua sisinya mencekung (bikonkaf), dengan diameter sekitar 7,5 μm . Bentuk bikonkaf memberikan keuntungan yaitu menjadikan eritrosit memiliki permukaan yang lebih luas bagi difusi oksigen, dibandingkan dengan bentuk bulat datar dengan ukuran yang sama, dan membuat pergerakan gas ke dalam dan ke luar sel berlangsung lebih cepat. Selain itu eritrosit juga bersifat fleksibel sehingga memungkinkan eritrosit berjalan melalui kapiler yang sempit dan berkelok-kelok untuk menyampaikan oksigen ke jaringan tanpa mengalami kerusakan. Diameter eritrosit dalam keadaan normal 7,5 – 8 μm mampu mengalami deformasi pada saat melalui kapiler yang bahkan berdiameter 3 μm . Eritrosit tidak memiliki inti atau organel yang lain. Sepertiga isi eritrosit adalah haemoglobin (pigmen merah). Kandungan haemoglobin dalam eritrosit inilah yang menjadikan darah berwarna merah. Dalam satu eritrosit mengandung sekitar 280 juta molekul haemoglobin. Isi sel darah merah lainnya termasuk lipid, adenosin trifosfat (ATP), dan enzim karbonat anhidrase.

2. Leukosit

Sel darah putih (leukosit) berbeda dari eritrosit dalam hal struktur, jumlah maupun fungsinya. Ukuran leukosit lebih besar dibandingkan eritrosit dan memiliki inti. Leukosit tidak memiliki haemoglobin sehingga tidak berwarna. Jumlah leukosit tidak sebanyak eritrosit, berkisar 5 – 10 juta per milimeter darah atau rata-rata 7 juta sel/milimeter darah yang dinyatakan dengan $7000 /\text{mm}^3$. Leukosit merupakan sel darah yang paling sedikit jumlahnya sekitar 1 sel

leukosit untuk setiap 700 eritrosit. Jumlah leukosit dapat bervariasi tergantung pada kebutuhan pertahanan yang selalu berubah-ubah. Leukosit memiliki fungsi menahan invasi oleh patogen melalui proses fagositosis; mengidentifikasi dan menghancurkan sel kanker yang muncul di dalam tubuh; Membersihkan sampah tubuh yang berasal dari sel yang mati atau cedera. Terdapat lima tipe leukosit, yaitu granulosit (neutrofil, eosinofil, basofil) yang sifatnya polimorfonuklear (memiliki inti lebih dari satu lobus) dan granulosit (monosit, limfosit) yang memiliki hanya satu lobus pada intinya (mononuklear), seperti yang terlihat pada Gambar 10 di bawah ini. (Martini et al, 2012).

Leukosit diproduksi dalam sumsum tulang merah, dan produksi setiap tipe leukosit diatur oleh protein yang disebut colony-stimulating factor (CSF). Granulosit dan monosit dihasilkan hanya di sumsum tulang, sedangkan limfosit juga dihasilkan di jaringan limfoid (jaringan yang mengandung limfosit seperti kelenjar limfe dan tonsil). Berbagai jenis leukosit diproduksi dengan berbagai tingkat kecepatan, bergantung pada jenis dan luas serangan yang dihadapi. Pada orang dengan sumsum tulang yang berfungsi normal, jumlah leukosit dapat menjadi dua kali lipat dalam hitungan jam, jika memang diperlukan. Banyak leukosit hanya hidup beberapa hari, kemungkinan mati karena bertempur melawan patogen. Leukosit lainnya dapat hidup selama berbulan-bulan atau bahkan bertahun-tahun. Tidak seperti eritrosit, leukosit hanya beredar dalam waktu singkat dalam pembuluh darah sepanjang hidupnya. Leukosit bermigrasi melalui jaringan ikat dan jaringan padat tubuh, menggunakan aliran darah untuk berpindah dari satu organ ke organ lainnya dan untuk menuju ke tempat yang mengalami infeksi atau cedera. Ketika leukosit beredar di sepanjang kapiler, leukosit dapat mendeteksi tanda kimia adanya kerusakan di sekitar jaringan. Jika masalah terdeteksi, leukosit meninggalkan aliran darah dan memasuki area yang mengalami kerusakan

Jenis-jenis Leukosit:

- a. Neutrofil merupakan tipe leukosit yang jumlahnya paling banyak, sekitar 60 - 70% dari total leukosit. Kelompok sel ini dibedakan dengan kelompok sel yang lain dari struktur intinya yang memiliki 2 – 5 lobus. Neutrofil merupakan leukosit pertama yang merespon terhadap kerusakan jaringan. Di antara granulosit, neutrofil merupakan spesialis fagosit. Sel ini merupakan pertahanan pertama pada invasi bakteri sehingga penting dalam proses peradangan. Selain itu, neutrofil juga berperan membersihkan debris. Peningkatan jumlah neutrofil dalam darah menunjukkan infeksi bakteri akut. Sebagian besar neutrofil memiliki usia yang pendek, sel ini bertahan dalam aliran darah sekitar 10 jam. Jika neutrofil aktif menelan debris atau patogen, sel ini hanya bertahan 30 menit atau kurang. Sel neutrofil akan mati jika menelan satu atau dua bakteri, tetapi sebelum pecah neutrofil melepaskan senyawa kimia yang menarik neutrofil lainnya ke daerah tersebut. Campuran antara neutrofil yang telah mati, debris, dan mikroorganisme yang telah mati membentuk nanah.
- b. Eosinofil Jumlah eosinofil berkisar antara 2 – 4% dari seluruh leukosit. Sel ini ditandai dengan inti yang memiliki dua lobus. Dalam sitoplasmanya terlihat butiran-butiran merah jika diwarnai dengan pewarnaan eosin (pewarnaan asam), dari sifat inilah nama eosinofil muncul. Eosinofil merupakan sel motil yang meninggalkan sirkulasi untuk memasuki jaringan selama reaksi peradangan (inflamasi). Sel-sel ini yang paling umum terdapat pada jaringan mengalami reaksi alergi, dan jumlahnya dalam darah meningkat jika orang mengalami alergi. Eosinofil dapat mengurangi respon peradangan dengan memproduksi enzim yang merusak bahan kimia inflamasi, seperti histamin. Ini akan mengontrol penyebaran peradangan ke jaringan yang berdekatan. Eosinofil juga melepaskan bahan kimia beracun seperti oksida nitrat dan enzim sitotoksik yang menyerang parasit cacing tertentu, seperti cacing pita, cacing, cacing kremi, dan cacing tambang.

- c. Basofil mengandung butiran sitoplasma besar yang berwarna biru atau ungu dengan pewarnaan dasar. Jumlah Basofil paling sedikit dibandingkan leukosit yang lain, yaitu hanya 0,5 – 1% dari seluruh leukosit. Sel ini lebih kecil dari neutrofil dan eosinofil dengan diameter 8 -10 μm , dengan inti berbentuk U. Basofil bermigrasi ke area cedera dan menyeberangi endotelium kapiler dan menumpuk di jaringan yang rusak, di mana sel-sel ini melepaskan butiran-butiran ke dalam cairan interstitial. Butiran-butiran tersebut mengandung histamin, yang berfungsi melebarkan pembuluh darah, dan heparin, senyawa yang mencegah pembekuan darah. Basofil dirangsang melepaskan bahan kimia ini ke dalam cairan interstitial untuk meningkatkan peradangan lokal yang diprakarsai oleh sel mast.
- d. Limfosit merupakan leukosit terkecil. Ukuran limfosit sedikit lebih besar dari eritrosit, dengan inti besar dan sitoplasma yang sangat tipis. Jumlah limfosit adalah 20 – 25% dari seluruh leukosit. Meskipun limfosit berasal sumsum tulang merah, limfosit bermigrasi melalui darah ke jaringan limfatik, di mana sel-sel ini dapat berkembang biak dan menghasilkan lebih banyak limfosit. Mayoritas total populasi limfosit terdapat dalam jaringan limfatik: kelenjar getah bening, limpa, tonsil, nodul limfatik, dan timus. Meskipun limfosit tidak dapat diidentifikasi dengan pemeriksaan mikroskopis standar, sejumlah jenis limfosit memainkan peran penting dalam imunitas. Terdapat dua jenis limfosit, yaitu limfosit T secara langsung menyerang dan menghancurkan patogen (bakteri dan virus), terlibat dalam perusakan sel-sel tumor dan penolakan jaringan cangkok dan limfosit B yang menghasilkan antibodi yang menyerang bakteri.
- e. Monosit adalah leukosit terbesar, dengan diameter dua atau tiga kali diameter eritrosit. Monosit berjumlah sekitar 460 sel / μL atau sekitar 3 – 8% dari jumlah seluruh leukosit. Inti besar dan terlihat jelas, sering berwarna violet, dan biasanya berbentuk bulat telur, ginjal, atau tapal kuda. Sitoplasma monosit berlimpah

dan jarang mengandung butiran halus. Monosit biasanya tetap dalam sirkulasi darah selama 3 hari, meninggalkan sirkulasi, menjadi berubah menjadi makrofag, dan bermigrasi melalui berbagai jaringan. Makrofag adalah sel yang sangat fagosit yang mengkonsumsi hingga 25% dari volume mereka sendiri per jam. Sel-sel ini memfagositosis bakteri, sel-sel mati, fragmen sel, dan puing-puing lain dalam jaringan. Peningkatan jumlah monosit sering dikaitkan dengan infeksi kronis. Makrofag dapat merangsang respon dari sel-sel lain seperti neutrofil dan sel fagosit lainnya dalam dua cara: (1) dengan pelepasan sinyal kimia dan (2) dengan fagosit dan pengolahan zat asing, yang disajikan untuk limfosit.

3. Trombosit

Trombosit terdiri dari sejumlah kecil sitoplasma yang dikelilingi oleh membran plasma. Trombosit berbentuk cakram dan rata-rata diameter sekitar 3 μm . Permukaan trombosit memiliki glikoprotein dan protein yang memungkinkan trombosit untuk menempel pada molekul lain, seperti kolagen dalam jaringan ikat. Dalam setiap mililiter darah pada keadaan normal terdapat sekitar 250.000 trombosit (kisaran 150.000 – 350.000/ mm^3). Trombosit tidak mempunyai inti, namun terdapat organel dan enzim sitosol untuk menghasilkan energi dan mensintesis produk sekretorik yang disimpan dalam granul. Trombosit mengandung aktin dan miosin dalam konsentrasi tinggi sehingga trombosit dapat berkontraksi. Harapan hidup trombosit sekitar 5-9 hari dan setelah itu akan dihancurkan oleh makrofag. Trombosit diproduksi dalam sumsum merah. Trombosit tidak keluar dari pembuluh darah, tetapi sepertiga dari trombosit total selalu tersimpan di rongga-rongga berisi darah di limfa yang akan dikeluarkan oleh limfa jika terjadi perdarahan. Trombosit memainkan peran penting dalam mencegah kehilangan darah dengan cara: (1) membentuk keping/butiran, yang menutup lubang kecil di pembuluh darah dan (2) merangsang dibentuknya konstruksi bekuan yang membantu menutup luka besar di pembuluh darah (Sa'Adah, 2018).

Berikut merupakan fungsi darah:

1. Media transportasi/pengangkut

Darah berfungsi sebagai media pengangkut yang membawa kebutuhan jaringan tubuh seperti oksigen, karbondioksida, nutrien, elektrolit, dan hormon. Mekanisme aliran darah melalui pembuluh darah dijelaskan menurut hukum Poiseuille, di mana gradien tekanan sebanding dengan laju aliran darah dan berbanding terbalik dengan resistensi vaskuler. Gradien tekanan adalah perbedaan antara tekanan awal dan tekanan akhir suatu pembuluh. Darah mengalir dari tekanan lebih tinggi ke tekanan lebih rendah mengikuti penurunan gradien tekanan. Semakin besar gradien tekanan yang mendorong darah melalui pembuluh tersebut, maka akan semakin besar laju aliran darah. Laju aliran ditentukan oleh perbedaan tekanan antara kedua ujung pembuluh. Namun karena adanya resistensi, tekanan aliran akan menurun sewaktu darah menyusuri panjang pembuluh. Resistensi diartikan sebagai suatu ukuran tahanan yang disebabkan akibat gesekan antara isi pembuluh darah yang bergerak terhadap dinding pembuluh yang statis. Seiring meningkatnya resistensi, darah akan semakin sulit melewati pembuluh sehingga laju aliran akan berkurang. Resistensi terhadap aliran darah sendiri bergantung pada tiga faktor yaitu kekentalan darah, panjang pembuluh, dan jari-jari pembuluh. Kekentalan darah menjadi salah satu faktor terpenting karena semakin kental cairan, semakin besar kekentalannya. Kekentalan darah ditentukan terutama oleh jumlah sel darah merah yang beredar. Jika sel darah merah jumlahnya berlebihan maka aliran darah menjadi lebih lambat daripada normal. Semakin panjang pembuluh, sedangkan diameter pembuluh sama, maka zat cair yang mengalir lewat pembuluh darah tersebut akan memperoleh tahanan semakin besar dan konsekuensi terhadap besar tahanan tersebut, debit

zat cair akan lebih besar pada pembuluh darah yang pendek. Sedangkan efek diameter/jari-jari pembuluh darah yang semakin besar memiliki pengaruh terhadap kecepatan aliran darah yang semakin cepat.

Oksigen dari paru-paru diangkut darah dan didistribusikan ke sel-sel. Karbondioksida yang dihasilkan oleh sel-sel diangkut ke paru-paru untuk dibuang setiap kali kita menghembuskan nafas. Darah juga mengangkut produk-produk limbah lain, seperti kelebihan nitrogen yang dibawa ke ginjal untuk dieliminasi. Selain itu, darah mengambil nutrisi dari saluran pencernaan untuk dikirimkan ke sel-sel. Selain transportasi nutrisi dan limbah, darah mengangkut hormon yang disekresikan berbagai organ ke dalam pembuluh darah untuk disampaikan ke jaringan. Banyak zat yang diproduksi di salah satu bagian tubuh dan diangkut ke bagian yang lain, untuk dimodifikasi. Sebagai contoh, prekursor vitamin D diproduksi di kulit dan diangkut oleh darah ke hati dan kemudian ke ginjal untuk diproses menjadi vitamin D aktif. Vitamin D aktif diangkut darah ke usus kecil, untuk membantu penyerapan kalsium. Contoh lain adalah asam laktat yang dihasilkan oleh otot rangka selama respirasi anaerob. Darah membawa asam laktat ke hati yang akan diubah menjadi glukosa.

2. Pertahanan Tubuh

Menjaga pertahanan tubuh dari invasi patogen dan menjaga dari kehilangan darah. Sel darah putih tertentu mampu menghancurkan patogen dengan cara fagositosis. Sel darah putih lainnya memproduksi dan mengeluarkan antibodi. Antibodi adalah protein yang akan bergabung dengan patogen tertentu untuk dinonaktifkan. Patogen yang dinonaktifkan kemudian dihancurkan oleh sel-sel darah putih fagosit. Ketika cedera, terjadi pembekuan darah sehingga menjaga terhadap kehilangan darah. Pembekuan darah melibatkan trombosit dan beberapa protein seperti trombin dan fibrinogen. Tanpa pembekuan darah, kita bisa mati kehabisan darah sekalipun dari luka yang kecil.

3. Regulasi

Darah memiliki fungsi regulasi dan memainkan peran penting dalam homeostasis. Darah membantu mengatur suhu tubuh dengan mengambil panas, sebagian besar dari otot yang aktif, dan dibawa seluruh tubuh. Jika tubuh terlalu hangat, darah diangkut ke pembuluh darah yang melebar di kulit. Panas akan menyebar ke lingkungan, dan tubuh mendingin kembali ke suhu normal. Bagian cair dari darah (plasma), mengandung garam terlarut dan protein. Zat terlarut ini menciptakan tekanan osmotik darah. Dengan cara ini, darah berperan dalam membantu menjaga keseimbangan. Buffer darah (bahan kimia tubuh yang menstabilkan pH darah), mengatur keseimbangan asam-basa tubuh dan tetap pada pH yang relatif konstan yaitu 7,4.

4.2 Fisiologi Sistem Kardiovaskuler

Sistem kardiovaskuler memerlukan banyak mekanisme yang bervariasi agar fungsi regulasinya dapat merespons aktivitas tubuh, salah satunya adalah meningkatkan aktivitas suplai darah agar aktivitas jaringan dapat terpenuhi. Pada keadaan berat, aliran darah tersebut, lebih banyak diarahkan pada organ-organ vital seperti jantung dan otak yang berfungsi memelihara dan mempertahankan sistem sirkulasi itu sendiri. Jantung kaya akan pasokan darah pembawa oksigen yang dibutuhkan oleh otot-otot jantung, yang berasal dari arteri koronaria utama kiri dan kanan.

Arteri tersebut merupakan pembuluh darah yang keluar dari aorta.

1. Atrium kanan: Berfungsi sebagai penampungan darah yang rendah O₂ dari seluruh tubuh. Darah tersebut mengalir melalui vena kava superior, vena kava inferior, sinus koronarius yang berasal dari jantung sendiri, kemudian darah dipompakan ke ventrikel kanan lalu ke paru
2. Atrium kiri: Berfungsi menerima darah yang kaya O₂ dari ke-2 paru melalui 4 buah vena pulmonalis, kemudian darah mengalir ke ventrikel kiri lalu ke seluruh tubuh melalui aorta

Ke-2 atrium tersebut dipisahkan oleh sekat yang disebut septum atrium. Pada janin terdapat Foramen Ovale yaitu suatu lubang antara atrium kiri dan atrium kanan sehingga darah atrium kanan & kiri bercampur. Foramen ovale akan menutup setelah bayi lahir/tali pusat dipotong sehingga paru-paru berfungsi.

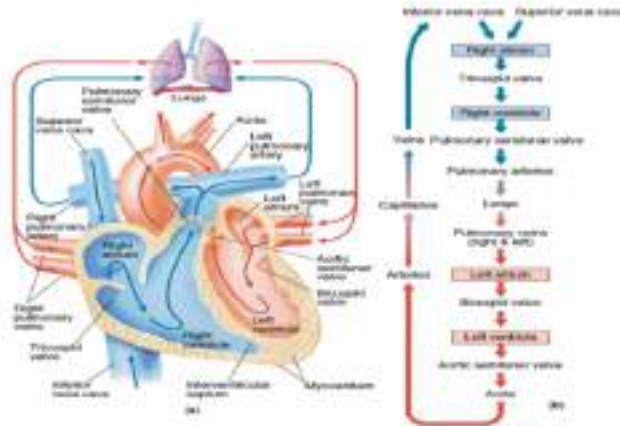
3. Ventrikel kanan: Menerima darah dari atrium kanan dan dipompakan ke paru-paru melalui arteri pulmonalis.
4. Ventrikel kiri: Menerima darah dari atrium kiri dan dipompakan ke seluruh tubuh melalui aorta

Ke-2 ventrikel ini dipisahkan oleh sekat yang disebut septum ventrikel

4.2.1 Mekanisme aliran darah ke jantung

Vena kava superior dan vena kava inferior, memompa darah ke atrium. Melalui trikuspid masuk ke ventrikel kanan, kemudian dipompa ke pulmonalis melalui arteri pulmonalis. Di Paru terjadi pertukaran gas. Gas kaya O₂ dibawa dari paru ke atrium kiri melalui vena pulmonalis. Darah mengalir ke ventrikel kiri melalui katup mitral. Kemudian diedarkan keseluruh tubuh melalui aorta. Diperdarahi oleh arteri koronaria kanan dan kiri, yang bercabang di aorta. Arteri koronaria menerima sekitar 5 % darah yang dipompa dari jantung. Otot jantung merupakan struktur penting dalam pemompaan sejumlah volume darah yang mengandung nutrisi dan oksigen ke seluruh tubuh. Mekanisme terbentuknya kelistrikan pada jantung yang dimainkan oleh serabut otoritmis, diikuti dengan bagaimana penjalaran impuls listrik tersebut ke serabut kontraktile yang terangkum dalam sistem konduksi jantung, sebagai pencetus kontraksi jantung (Rachmawati, 2020).

Berikut sistem sirkulasi darah pada manusia:



Gambar 4.2: Sirkulasi Darah pada Manusia (Kemendikbud, 2019)

4.2.2 Sistem konduksi jantung

Jantung memiliki sistem intrinsik, yakni otot jantung secara otomatis terstimulasi untuk berkontraksi tanpa stimulus eksternal (autoritmestitas). Sumber listrik pada jantung terdiri dari:

1. SA nodes: di dinding atrium kanan, pacemaker utama (kontraksi atrium)
2. AV node: disepatum atrium, pacemaker kedua
3. Berkas AV/his: menghantarkan impuls dari AV node ke apeks (kontraksi ventrikular)

Jantung dipengaruhi saraf autonom yang berasal dari medulla oblongata yaitu: simpatis dan parasimpatis. Syaraf parasimpatik mempersyarafi otot atrium, sa node dan av node. Stimulasi syaraf parasimpatik mengurangi denyut jantung. Syaraf simpatik mempersyarafi SA dan AV node serta miokardium atrium dan ventrikel. Stimulasi syaraf simpatik meningkatkan denyut jantung.

Fungsi utama Jantung yaitu mempertahankan sirkulasi darah. Jantung bekerja sebagai pompa dengan serangkaian kejadian (siklus jantung). Siklus jantung/menit = 60-80x/mnt. Siklus terdiri: sistol atrium, sistol ventrikular, dan diastol jantung komplet (relaksasi atrium dan ventrikel).

Suara jantung terdiri dari:

1. S1 (lub) terjadi saat penutupan katup AV karena vibrasi pada dinding ventrikel & arteri; dimulai pada awal kontraksi/ sistol ventrikel ketika tekanan ventrikel melebihi tekanan atrium.
2. S2 (dup) terjadi saat penutupan katup semilunar; dimulai pada awal relaksasi/ diastol ventrikel akibat tekanan ventrikel kiri dan kanan lebih rendah dari tekanan di aorta & arteri pulmonal.
3. S3 disebabkan oleh vibrasi dinding ventrikel karena darah masuk ke ventrikel secara tiba-tiba pada saat pembukaan AV, pada akhir pengisian cepat ventrikel. S3 sering terdengar pada anak dengan dinding toraks yang tipis atau penderita gagal ventrikel.
4. S4 terjadi akibat osilasi darah & rongga jantung yg ditimbulkan oleh kontraksi atrium. Jarang terjadi pada individu normal

Pengontrolan curah jantung Curah jantung (*cardiac output*) adalah jumlah darah yang dipompa oleh tiap ventrikel dlm waktu 1 menit. Pada orang dewasa (istirahat) 5 L/menit; meningkat sesuai dengan kebutuhan. Curah jantung = Isi sekuncup x denyut jantung per menit. Isi sekuncup (*stroke volume*) adalah volume darah yang dipompa ventrikel tiap denyut. Setiap berdenyut, ventrikel memompa 2/3 volume ventrikel; jumlah darah yang dipompa: fraksi ejeksi, sisa darah yang masih ada di ventrikel setelah sistol berakhir: volume akhir sistol (*ESV = end systolic volume*), jumlah darah yang dapat ditampung ventrikel sampai diastol berakhir: volume akhir diastol (*ESD = end diastolic volume*).

Bab 5

Anatomi dan Fisiologi Sistem Muskuloskeletal

5.1 Anatomi dan Fisiologi Skeletal

Rangka manusia tersusun dari dua ratus enam (206) tulang dan terdiri dari dua (2) bagian rangka yaitu rangka aksial dan rangka apendikular. Rangka aksial memiliki delapan puluh (80) tulang, sedangkan rangka apendikular memiliki seratus dua puluh enam (126) tulang. Berikut ini akan diuraikan masing-masing pembagian tulang tersebut (Peate and Nair, 2018)

5.1.1 Rangka Axial

Rangka aksial terdiri dari tulang tengkorak, columna vertebra dan rangka toraks. Tulang tengkorak terdiri dari dua (2) bagian yaitu tulang kranial dan tulang wajah, dengan pembagian sebagai berikut: tulang tengkorak meliputi tulang frontal, parietal, oksipital, temporal, sfenoid, dan etmoid. Tulang wajah terdiri dari tulang nasal, palatum, zigomatik, maksila, mandibular, lakrimal, vomer, dan konka nasal.

Columna vertebra terdiri dari terdiri dari tiga puluh tiga (33) vertebra yg dipisahkan oleh diskus intervertebra, yaitu tujuh (7) vertebra servikal, dua

5.1.2 Rangka Apendikular

Rangka Apendikular terdiri dari 126 tulang dan dengan pembagian sebagai berikut: girdel pektoral (gelang bahu), tulang lengan, girdel pelvis (gelang panggul), dan tungkai.

Tulang klavikula dan tulang skapula (belikat) membentuk girdel pektoral (gelang bahu). Tulang lengan terdiri dari tulang lengan atas (humerus), tulang lengan bawah (radius & ulna), tulang pergelangan tangan (karpal), tulang telapak tangan (metakarpal), dan jari-jari (falang). Girdel pelvis (gelang panggul) dibentuk dari dua tulang panggul (tulang pelvis atau os koksa). Tulang ilium, iskiur, dan pubis membentuk tulang koksa. Femur, tibia, fibula, tarsal, metatarsal, dan falang adalah tulang tungkai..



Gambar 5.3: Rangka Manusia Apendikular (Nurachmah, 2017)

5.1.3 Fisiologi Skeletal

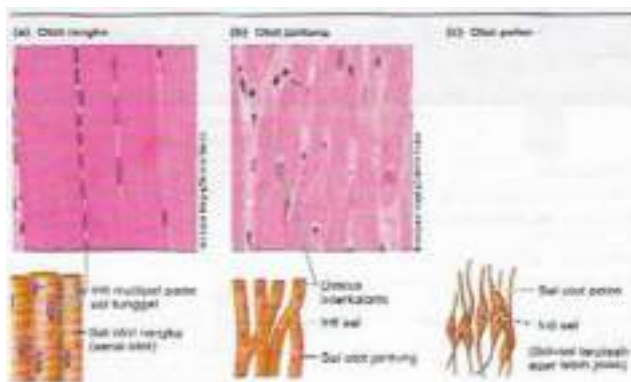
Sistem rangka manusia sangat memiliki peran besar antara lain dapat memberikan topangan dan bentuk tubuh, berfungsi untuk melakukan pergerakan, berfungsi juga sebagai tempat perlindungan yang dapat melindungi organ lunak dalam tubuh seperti rongga toraks dapat melindungi

jantung dan paru-paru. Rangka manusia juga berfungsi untuk pembentukan sel darah atau hematopoiesis contoh pada tulang sternum, iga, dan vertebra, dan yang tidak kalah penting juga berfungsi untuk tempat penyimpanan mineral seperti kalsium dan fosfor. Rangka tulang juga menyediakan permukaan untuk kaitan otot-otot rangka dan membantu ungkit gerakan (Pearce, 2021).

5.2 Anatomi dan Fisiologi Muskulus

5.2.1 Jenis dan Anatomy otot

Terdapat tiga jenis otot yang dimiliki manusia, yaitu otot rangka, otot polos, dan otot jantung, di mana ketiganya memiliki bentuk dan struktur yang berbeda, serta cara kerja yang berbeda pula. Otot rangka merupakan sel-sel otot yang bentuknya seperti lurik karena menyerupai garis-garis melintang dan berada pada rangka. Otot polos adalah sel otot berbentuk licin yang tidak memiliki garis melintang dan terletak pada dinding organ yang berongga, seperti pembuluh darah, rahim, kandung kemih, dan lainnya. Otot Jantung disebut juga otot lurik karena sama seperti otot rangka bentuknya lurik yaitu memiliki garis-garis melintang dan hanya terdapat pada jantung (Sherwood, 2019)



Gambar 5. 4: Anatomi otot (Sherwood, 2019)

5.2.2 Sifat dan Cara kerja otot

Tulang menjadi kerangka untuk tubuh manusia serta berfungsi sebagai pengungkit, namun itulah yang menarik tulang. Tubuh manusia memiliki tiga Jenis otot: otot rangka, otot jantung, dan otot polos. (Peate and Nair, 2018),

Berikut ini akan dijelaskan perbedaan jenis otot tersebut:

1. Otot Rangka

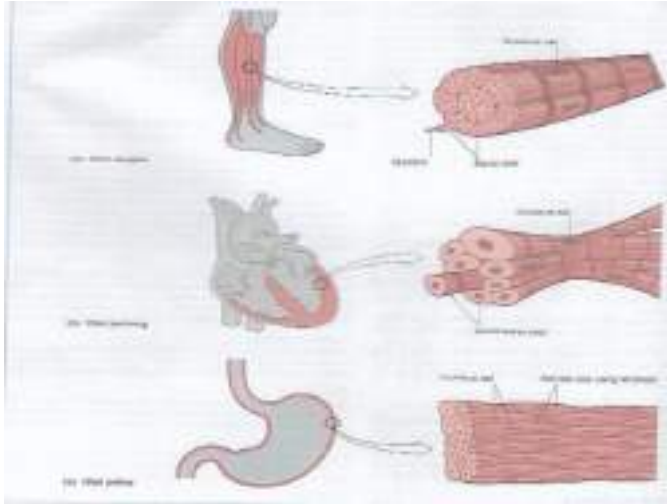
Cara kerja otot rangka yaitu dapat berkontraksi di bawah pengaruh kemauan kita atau bersifat volunter, berkontraksi secara kuat dan cepat. Kontraksi otot rangka menyebabkan tulang tempat otot tersebut melekat bergerak yang memungkinkan tubuh melaksanakan berbagai aktivitas motorik. Kontraksi otot rangka juga dapat berfungsi untuk menggerakkan anggota tubuh kita agar menjauhi bahaya.

2. Otot Polos

Cara kerja otot polos yaitu berkontraksi tidak di bawah pengaruh kemauan kita atau bersifat involunter. Kontraksinya kuat dan lamban serta terkontrol. Otot polos mengatur pergerakan isi dalam organ-organ berongga seperti: aliran darah di dalam pembuluh darah, pergerakan makanan di dalam saluran cerna, pergerakan udara di dalam saluran pernafasan, dan aliran urin keluar uretra.

3. Otot Jantung

Otot jantung berfungsi memompa darah yang diperlukan untuk kehidupan seluruh tubuh dengan cara berkontraksi dengan kuat dan berirama. Kontraksi otot jantung tidak terjadi karena keinginan kita atau secara involuntary.



Gambar 6.5: jenis otot (Peate and Nair, 2018)

5.3 Persendian

Persambungan, sendi, atau artikulasio adalah istilah yg digunakan untuk menunjuk pertemuan antara dua atau beberapa tulang dari kerangka (Smeltzer, S.C., & Bare, 2010). Persendian diklasifikasikan menurut struktur dan fungsi

5.3.1 Sendi Secara Struktur

Secara struktur, sendi terdiri dari persendian fibrosa, persendian kartilago, dan persendian sinovial. Persendian fibrosa tidak memiliki rongga dan diperkuat oleh jaringan ikat fibrosa, sedangkan persendian kartilago memiliki rongga dan diperkuat oleh jaringan kartilago. Persendian sinovial secara struktur memiliki rongga sendi dan diperkuat oleh kapsul dan ligamen artikular.

5.3.2 Sendi Secara Fungsional

Secara fungsional, sendi dibagi atas tiga (3) macam, yaitu sendi sinartrosis, sendi amfiartrosis dan sendi diartrosis atau sinovial. Sendi Sinartrosis atau sendi mati adalah sendi yang tidak dapat bergerak, secara struktural jaringan ikat fibrosa menutupi sendi ini. contoh sutura tengkorak. Sendi Amfiartrosis

adalah sendi dengan pergerakan terbatas (terjadinya gerakan sedikit), sebagai contoh, sendi simfisis pubis di mana kedua tulangnya terhubung dengan diskus kartilago, selain itu diskus intervertebralis antar badan vertebra adalah contoh sendi amfiartrosis juga. Sendi Diartrosis (sendi sinovial) adalah sendi yang dapat bebas bergerak. Ciri sendi ini adalah ujung tulang yang masuk di formasi persendian dan ditutupi tulang rawan hialin. Sendi sinovial ini juga mempunyai ligamen yang berfungsi untuk mengikat tulang-tulangnya secara bersama, selain itu sendi ini mempunyai rongga yang dibungkus oleh suatu kapsul sendi yang menyambung kedua tulang, rongga sendi ini berisi cairan sinovial. contoh: persendian pada lutut



Gambar 5.6: Sendi Sinovial (Nurachmah, 2017)

5.4 Klasifikasi Tulang

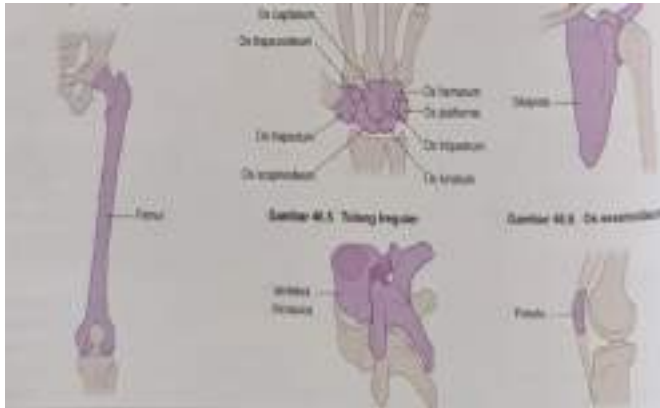
Bentuk tulang diklasifikasikan menjadi beberapa bentuk yaitu tulang panjang, tulang pendek, tulang pipih, dan tulang irregular (Sarpini, 2017).

Tulang Panjang, terdapat di tungkai, terdiri dari bagian batang (diafisis) dan dua bagian ujung (epifisis).

Tulang Pendek, tulang dengan bentuk dan ukuran pendek, terdapat di pergelangan tangan (karpal) dan pergelangan kaki (tarsal)

Tulang Pipih, tulang yang berbentuk pipih dan terdapat di tengkorak, iga, sternum, panggul, dan skapula

Tulang Ireguler, merupakan tulang yang bentuknya tidak beraturan, contoh tulang ireguler adalah tulang vertebra



Gambar 5.7: Klasifikasi Bentuk Tulang

5.5 Pertumbuhan dan Perkembangan Tulang (Osteogenesis)

Proses pertumbuhan dan pembentukan tulang melalui dua cara yaitu osifikasi endokondral dan osifikasi membran (Syaifuddin, 2016). Tulang manusia dapat berkembang dari tulang rawan atau dari membran yang terdiri dari serabut jaringan ikat, contohnya adalah tulang pipih yang disebut dengan osifikasi intramembranosa, oleh karena itu juga disebut sebagai tulang membran, sedangkan tulang-tulang pipa adalah contoh tulang yang berkembang dari tulang rawan di mana prosesnya disebut dengan osifikasi endokondral, oleh karena itu disebut tulang kartilago.

Osifikasi intramembranosa adalah osifikasi atau pembentukan tulang yang berlangsung melalui mekanisme pelipatgandaan sel yang ada dalam membran sehingga terbentuk jalinan-jalinan halus tulang (contoh pembentukan tulang tengkorak).

Osifikasi endokondral Semua tulang pipa terbentuk dari batang-batang tulang rawan yang terbungkus perikondrium saat embrio berkembang. Pusat osifikasi primer terbentuk pada pusat batang (diafisis) tulang panjang, tetapi setelah lahir, pusat osifikasi sekunder akan tumbuh dalam jaringan kartilago pada kedua ujung tulang panjang atau pada bagian epifisis.

Bab 6

Anatomi dan Fisiologi Sistem Panca Indera

6.1 Sistem Panca Indera

Sistem organ merupakan sekumpulan organ yang saling mendukung dan bekerja sama agar tubuh tetap berfungsi sebagaimana mestinya. Kesehatan tubuh manusia ditentukan oleh baik atau tidaknya fungsi sistem organ tersebut. Organ adalah kumpulan jaringan yang memiliki satu fungsi atau lebih. Berdasarkan letaknya organ tubuh terbagi menjadi organ dalam dan luar. Berdasarkan fungsinya, sistem organ tubuh manusia dapat dibagi menjadi beberapa bagian. Bagian tersebut meliputi sistem indera, sistem kardiovaskular, sistem pernapasan, sistem pencernaan, sistem reproduksi, sistem urogenital. Sistem saraf dan muskuloskeletal, sistem endokrin, sistem ekskresi, dan sistem imunitas.

Sistem panca indera atau lebih dikenal sebagai sistem penginderaan merupakan sekumpulan organ-organ khusus yang memiliki fungsi menerima jenis rangsangan tertentu atau reseptor. Organ akhir khusus yang bertugas menerima rangsangan yang diperantarai oleh sistem syaraf. Serabut syaraf yang merupakan alat perantara tersebut akan membawa kesan rasa (*sensory impression*) dari organ indera menuju ke otak di mana rangsangan tersebut

akan ditafsirkan. Rangsangan tersebut dapat timbul dari luar (eksteroreseptor) dan dari dalam (interoseptor). Rangsangan dari luar dapat berupa suara, penciuman, penglihatan, pengecapan dan sentuhan, sedangkan rangsangan dari dalam antara lain rasa haus, sakit, lapar. Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa organ indera adalah sel-sel tertentu yang akan menerima stimulus atau rangsangan dari lingkungan atau dari dalam tubuh sendiri yang kemudian rangsangan tersebut akan diteruskan sebagai impuls saraf melalui serabut saraf ke sistem saraf pusat (SSP).

Informasi mengenai rangsangan lingkungan internal dan eksternal tersebut dapat mengaktifkan SSP melalui berbagai reseptor sensorik. Reseptor-reseptor tersebut merupakan transducer yang nantinya akan mengubah berbagai bentuk energi di dalam lingkungan menjadi potensial aksi di neuron. Reseptor sensorik dapat merupakan bagian dari neuron atau sel khusus yang membangkitkan potensial aksi di neuron tersebut. Bentuk energi yang diubah oleh reseptor antara lain energi mekanik (raba-tekan), suhu (derajat sensasi hangat) dan elektromagnetik (cahaya, bau, kecap, kandungan O₂ dalam darah). Rangsangan yang adekuat merupakan bentuk energi tertentu ketika reseptor paling sensitif, contohnya rangsangan yang adekuat untuk sel batang dan kerucut pada mata adalah cahaya.



Gambar 6.1: Panca Indera (Diagram: Sense Organs and structure, quizlet.com diakses pada 18 Februari 2021)

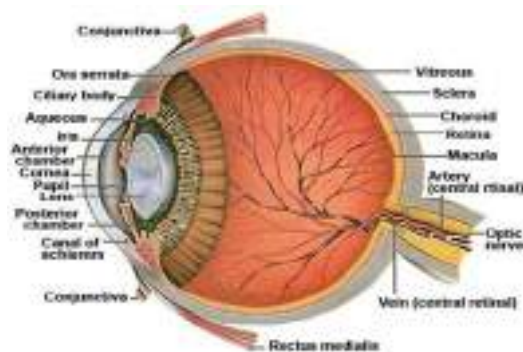
Sistem indera adalah alat-alat tubuh yang mempunyai fungsi untuk mengetahui keadaan luar. Alat indera manusia sering disebut dengan panca indera, karena terdiri dari lima indera yaitu, indera penglihatan (mata), indera pendengar (telinga), indera pembau atau pencium (hidung), indera

pengecap (lidah), dan indra peraba (kulit). Indra merupakan sebuah antarmuka, kontak antara jiwa dalam bentuk spiritual kesadaran diri dengan materi lingkungan.

Organ indera dapat diklasifikasikan menjadi organ indera umum seperti reseptor peraba di seluruh tubuh dan organ indera khusus contohnya papil lidah (organ pengecap).

6.2 Indera Penglihatan (Mata/Eye)

Mata terdiri dari banyak bagian. Anatomi mata saling bekerja dalam menjalankan fungsinya sebagai indra penglihatan. Perlu diketahui bahwa sekitar 75% informasi yang kita terima adalah berupa informasi visual. Proses penglihatan dimulai dari terpantulnya cahaya dari suatu objek atau lingkungan di sekitar kita. Cahaya ini akan ditangkap oleh mata dan masuk ke mata melalui kornea di bagian depan mata, kemudian melewati mata bagian tengah dan akhirnya diterima oleh retina yang berada dibagian belakang mata.



Gambar 6.2: Anatomi Mata ('Anatomy of The Human Eye | Eye Care in Ohio | Northeast Ohio', 2021)

Mata merupakan organ penglihatan yang dimiliki manusia. Mata dilindungi oleh area orbit tengkorak yang disusun oleh berbagai tulang seperti tulang frontal, sphenoid, maxilla, zygomatic, greater wing of sphenoid, lacrimal, dan ethmoid (Rizzo, 2001). Anatomi mata terbagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian depan, tengah, dan belakang. Setiap bagian terdiri dari beberapa organ dengan fungsinya masing-masing. Anatomi mata bagian depan merupakan

area terluar mata yang dapat kita lihat secara langsung. Mata bagian depan terdiri dari beberapa bagian yaitu kornea, iris, pupil, sklera, dan konjungtiva.

Bola mata berbentuk bulat berdiameter sekitar 24 mm, dengan 3 komponen utamanya yakni: (a) tiga lapisan (tunika) yang membentuk dinding bola mata, (b) komponen optik yang melanjutkan dan memfokuskan cahaya, dan (c) komponen neural yaitu retina dan saraf optikus (Saladin, 2005).

1. Tunika

Terdapat tiga lapisan (tunika) yang menyusun dinding bola mata, yakni (Saladin, 2005):

- a. The outer fibrous layer (tunika fibrosa) yang dibagi menjadi dua bagian yaitu sclera dan cornea (Saladin, 2005).
- b. The middle vascular layer (tunika vaskulosa) disebut pula uvea. Lapisan ini terdiri dari tiga bagian yakni choroid, ciliary body, dan iris. Di dalamnya terdapat intrinsic eye muscle yang terdiri dari ciliary muscle, pupillary constrictor dan pupillary dilator (Saladin, 2005).
- c. The inner layer (tunika interna) terdiri dari retina dan saraf optikus (Saladin, 2005).

2. Komponen Optik

Komponen optik dari mata merupakan elemen transparan dari mata yang tembus cahaya serta mampu membelokkan cahaya (refraksi) dan memfokuskannya pada retina. Bagian-bagian optik ini mencakup kornea, aqueous humor, lensa, dan vitreous body (Saladin, 2005). Aqueous humor merupakan cairan serosa yang disekresi oleh ciliary body ke posterior chamber, sebuah ruang antara iris dan lensa. Cairan ini mengalir melalui pupil menuju anterior chamber yaitu ruang antara kornea dan iris. Dari area ini, cairan yang disekresikan akan direabsorpsi kembali oleh pembuluh darah yang disebut sclera venous sinus (canal of Schlemm) (Saladin, 2005).

Lensa terdiri dari sel yang transparan, pipih, dan tertekan yang disebut lens fibers. Lensa tersuspensi di belakang pupil oleh serat-serat yang membentuk cincin yang disebut suspensory ligament, yang menggantungkan lensa ke ciliary body. Tegangan pada ligamen

mempipihkan lensa hingga mencapai ketebalan 3,6 mm dengan diameter 9,0 mm (Saladin, 2005). Vitreous body (vitreous humor) merupakan suatu jelly transparan yang mengisi ruangan besar di belakang lensa yang disebut vitreous chamber. Sebuah kanal (hyaloids canal) yang berada di sepanjang jelly ini merupakan sisa dari arteri hyaloid yang ada semasa embrio. Vitreous body berfungsi untuk mempertahankan bentuk bulat dari bola mata dan menjaga retina untuk tetap menekan permukaan dalam dari chamber secara halus. Hal ini penting untuk memfokuskan cahaya pada retina (Saladin, 2005).

3. Komponen Neural

Komponen neural dari mata adalah retina dan saraf optikus. Retina merupakan suatu membran yang tipis dan transparan. Retina terfiksasi pada optic disc dan ora serrata. Optic disc adalah lokasi di mana saraf optikus meninggalkan bagian belakang (fundus) bola mata. Ora serrate merupakan tepi anterior dari retina. Retina tertahan ke bagian belakang dari bola mata oleh tekanan yang diberikan oleh vitreous body. Pada bagian posterior dari titik tengah lensa, pada aksis visual mata, terdapat sekelompok sel yang disebut macula lutea dengan diameter kira-kira 3 mm. Pada bagian tengah dari macula lutea terdapat satu celah kecil yang disebut fovea centralis, yang menghasilkan gambar/ visual tertajam. Sekitar 3 mm dari arah medial dari macula lutea terdapat optic disc. Serabut saraf dari seluruh bagian mata akan berkumpul pada titik ini dan keluar dari bola mata membentuk saraf optikus. Bagian optic disc dari mata tidak mengandung sel-sel reseptor sehingga dikenal juga sebagai titik buta (blind spot) pada lapangan pandang setiap mata (Saladin, 2005).

Anatomi mata terbagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian depan, tengah, dan belakang. Setiap bagian terdiri dari beberapa organ dengan fungsinya masing-masing. Anatomi mata bagian depan merupakan area terluar mata yang dapat kita lihat secara langsung. Mata bagian depan terdiri dari beberapa bagian yaitu kornea, iris, pupil, sklera, dan konjungtiva.

1. Kornea

Kornea adalah lapisan terluar pada mata, berupa selaput bening berbentuk kubah, yang menutupi bagian depan mata. Peran kornea sangat penting untuk penglihatan. Tiap bagian kornea mata memiliki fungsinya masing-masing dan saling mendukung. Berbeda dengan jaringan tubuh lain, kornea tidak memiliki pembuluh darah. Fungsi pembuluh darah pada kornea digantikan oleh air mata dan aqueous humor (cairan bening berlendir pada mata). Fungsi utama kornea adalah membiaskan dan memfokuskan cahaya yang masuk ke mata, dalam proses melihat cahaya masuk perlu dibiaskan oleh kornea menuju lensa mata, kemudian diteruskan ke retina. Kornea juga memiliki fungsi lain, yaitu melindungi mata dari partikel asing seperti kuman, kotoran, dan paparan sinar UV yang dapat membahayakan mata, untuk melakukan berbagai fungsi tersebut, kornea terdiri dari lima bagian, yaitu jaringan epitel, lapisan bowman, stroma, membran descemet, dan lapisan endotel.

2. Iris

Iris adalah bagian yang menentukan warna mata, warna iris mata ditentukan oleh pigmen melanin. Pigmen melanin merupakan warna alami yang juga menentukan warna kulit dan rambut. Iris bertugas mengatur cahaya yang masuk ke mata anda dengan mengubah ukuran pupil.

3. Pupil

Pupil merupakan bagian di tengah mata yang berbentuk bulat dan berwarna hitam. Fungsi pupil adalah untuk mengatur berapa banyak cahaya yang masuk ke dalam mata. Guna menjalankan fungsinya, pupil akan melebar saat mata berada di tempat gelap untuk menangkap lebih banyak cahaya. Sebaliknya, pupil akan mengecil saat mata berada di tempat yang terang. Selain dipengaruhi oleh cahaya, kedua pupil biasanya mengecil saat mata terfokus melihat objek yang dekat. Pada keadaan terang, pupil mata orang dewasa normalnya berdiameter 2 - 4 mm, sedangkan dalam kondisi gelap, pupil akan melebar dan berdiameter 4 -8 mm.

4. Sklera

Sklera adalah bagian berwarna putih dan keras pada bola mata. Sklera terbentuk dari jaringan ikat yang berfungsi untuk mempertahankan bola mata dan melindungi bagian penting di dalam mata, seperti retina dan lensa mata. Posisi sklera ditutupi oleh konjungtiva, yakni selaput lendir berwarna bening yang berfungsi untuk melumasi mata. Sklera terdiri dari tiga bagian, yaitu episklera, sklera, dan lamina fusca.

Selain memberi bentuk dan mempertahankan struktur bola mata, sklera juga memiliki fungsi lainnya, yaitu untuk melindungi bagian dalam mata dari cedera dan paparan benda asing. Sklera mata juga merupakan tempat di mana otot-otot mata menempel, sehingga memungkinkan bola mata untuk bergerak.

5. Konjungtiva

Struktur ini adalah lapisan bening yang melapisi bagian dalam kelopak mata dan sebagian mata pada bagian depan. Konjungtiva terdiri dari dua macam, yaitu konjungtiva bulbar yang menutupi bagian sklera dan konjungtiva palpebra yang melapisi bagian dalam kelopak mata.

Anatomi mata bagian tengah, merupakan bagian mata yang berada di dalam setelah area luar mata. Bagian ini terdiri dari lensa dan rongga vitreous.

1. Lensa

Lensa berada tepat di belakang iris dan pupil. Lensa yang normal akan tampak bening atau transparan dan berbentuk lonjong. Lensa berfungsi membiaskan cahaya yang masuk dan memfokuskannya ke retina.

2. Rongga vitreous

Rongga vitreous juga dinamakan dengan badan bening. Rongga ini membentang dari bagian belakang lensa hingga dinding belakang bola mata. Dalam rongga vitreous terdapat cairan bening mirip jel yang disebut cairan vitreous

Anatomi mata bagian belakang, merupakan bagian mata yang terdalam. Bagian ini tersusun dari tiga bagian yaitu retina, makula, dan saraf optik.

1. Retina

Retina adalah lapisan peka cahaya yang melapisi bagian dalam mata. Retina terdiri dari jutaan sel yang mampu menangkap cahaya yang melewati kornea dan lensa. Sel-sel khusus ini terdiri dari sel batang dan sel kerucut. Sel batang retina berfungsi untuk melihat cahaya yang redup, sedangkan sel kerucut berperan dalam melihat cahaya terang dan warna.

2. Makula

Makula merupakan bagian yang terdapat di tengah retina. Bagian ini sangat berperan dalam penglihatan dan memungkinkan mata untuk melihat objek dengan baik.

3. Saraf Optik

Saraf optik berfungsi membawa semua informasi visual yang dikumpulkan oleh retina ke otak. Selain mengenali bagian mata, mata dapat berfungsi secara optimal berkat adanya organ pendukung, yaitu kelopak dan bulu mata. Ketika berkedip, kelopak mata akan membantu melumasi permukaan mata dengan air mata. Sementara itu bulu mata bertugas untuk menyaring dan mencegah masuknya benda asing, termasuk debu dan kotoran

6.2.1 Fisiologi Penglihatan

Penglihatan dimulai dari masuknya cahaya ke dalam mata dan difokuskan pada retina. Cahaya yang datang dari sumber titik jauh, ketika difokuskan di retina menjadi bayangan yang sangat kecil (Hall and Guyton, 2011). Cahaya masuk ke mata direfraksikan atau dibelokkan ketika melalui kornea dan bagian-bagian lain dari mata (aqueous humor, lensa, dan vitreous humor). Bagian-bagian tersebut mempunyai kepadatan yang berbeda-beda sehingga cahaya yang masuk dapat difokuskan ke retina. Cahaya yang masuk melalui kornea diteruskan ke pupil. Pupil merupakan lubang bundar anterior di bagian tengah iris yang mengatur jumlah cahaya yang masuk ke mata. Pupil membesar bila intensitas cahaya kecil, misalnya saat berada di tempat gelap. Apabila berada di tempat terang atau intensitas cahaya tinggi maka pupil akan

mengecil. Mengatur perubahan pupil tersebut adalah iris yang merupakan cincin otot yang berpigmen dan tampak dalam aqueous humor. Setelah melalui pupil dan iris, maka cahaya sampai ke lensa (Hall and Guyton, 2011).

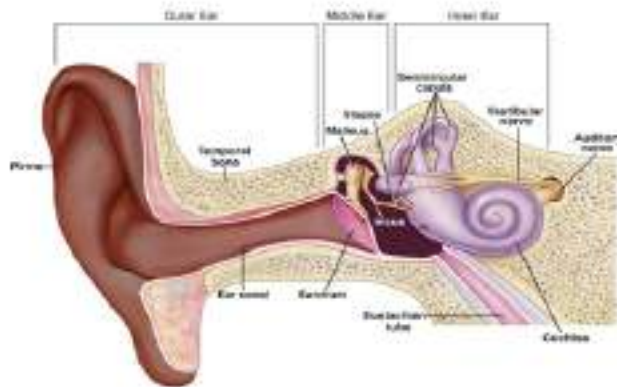
Ketika kita melihat benda pada jarak lebih dari 6 m (20 ft), lensa akan memipih hingga ketebalan sekitar 3,6 mm. Sedangkan ketika kita melihat sesuatu pada jarak kurang dari 6 m, lensa akan menebal hingga 4,5 mm pada pusatnya dan membelokkan cahaya (refraksi) dengan lebih kuat. Perubahan ketebalan lensa tersebut dikenal dengan lens accommodation (akomodasi lensa) (Saladin, 2008). Selain daya akomodasi, lensa juga berfungsi untuk memfokuskan bayangan agar jatuh tepat di retina (Hall and Guyton, 2011).

Bila cahaya sampai ke retina, maka sel- sel batang dan sel- sel kerucut (sensitif terhadap cahaya) akan meneruskan sinyal- sinyal cahaya tersebut ke otak melalui saraf optik. Bayangan atau cahaya yang tertangkap oleh retina adalah terbalik, nyata, lebih kecil, tetapi pada persepsi otak terhadap benda tetap tegak, karena otak mempunyai mekanisme menangkap bayangan yang terbalik itu sebagai keadaan normal (tegak) (Hall and Guyton, 2011).

6.3 Indera Pendengaran (Telinga/Ear)

Telinga merupakan salah satu dari kelima panca indera yang dimiliki manusia. Selain untuk mendengar suara, telinga juga berfungsi untuk menjaga keseimbangan tubuh, sehingga seseorang tidak mudah jatuh saat melakukan berbagai gerakan. Telinga juga merupakan organ pendengaran yang menangkap dan merubah bunyi berupa energi mekanis dan diteruskan ke otak untuk disadari serta dimengerti. Sebagai sistem pendengaran, telinga dibagi menjadi sistem organ pendengaran perifer dan sentral.

Sistem organ pendengaran perifer terdiri dari struktur organ pendengaran yang berada di luar otak dan batang otak, yaitu telinga luar, telinga tengah, telinga dalam dan saraf kokhlearis. Sedangkan organ pendengaran sentral adalah struktur yang berada di dalam batang otak dan otak, yaitu nukleus kokhlearis, nukleus olivatorus superior, lemnikus lateralis, kolikulus inferior dan kortek serebri lobus temporalis area Wernicke.



Gambar 6.3: Anatomi Telinga (NIDCD, 2022)

6.3.1 Anatomi Telinga Luar

Bagian telinga luar terdiri dari:

1. Daun telinga atau pinna: berfungsi untuk membantu mengarahkan suara ke dalam liang telinga
2. Lubang telinga/Liang telinga atau meatus auditorius eksternus: saluran telinga luar berfungsi untuk menangkap suara menuju gendang telinga
3. Gendang telinga atau membran timpani yang berfungsi meneruskan suara ke telinga dalam
 - a. Aurikula/pinna

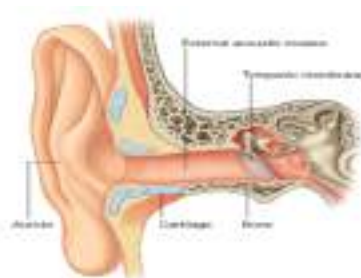
Fungsi dari aurikula adalah membantu menangkap suara atau mengumpulkan gelombang suara. Aurikula tersusun dari kartilago yang dilapisi oleh kulit. Aurikel berbentuk tidak teratur, terdiri atas tulang rawan dan jaringan fibrous kecuali pada bagian cuping telinga di ujung bawah terdiri atas lemak. Aurikulus membantu pengumpulan gelombang suara dan perjalanannya sepanjang kanalis auditorius eksternus.



Gambar 6.4: Aurikula/pinna

Bagian terbesar di sebelah luar pinggir disebut dengan heliks. Heliks akan berakhir pada bagian lobul (satu-satunya komponen aurikula yang tidak ditunjang dengan kartilago). Pusat rongga dari aurikula disebut dengan konkha. Di bagian depan bukaan dari meatus akustikus eksternus (di depan area konkha), terdapat elevasi yang disebut dengan tragus. Berlawanan arah dengan tragus, di bagian atas lobul, terdapat elevasi lain yang disebut dengan antitragus. Lengkungan di bagian pinggir yang lebih kecil, berada di anterior heliks dan berjalan paralel disebut dengan antiheliks.

- b. Meatus auditorius eksterna/ meatus akustikus eksternus



Gambar 6.5: Struktur Meatus auditorius eksterna/ meatus akustikus eksternus

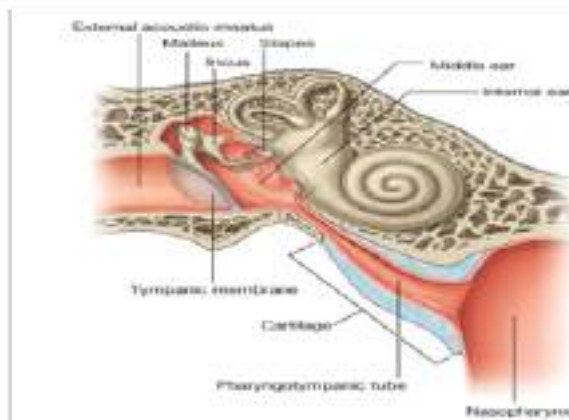
Merupakan saluran yang mengarah ke bagian dalam. Selain itu fungsi dari bagian ini adalah menghantarkan gelombang suara menuju membran timpani. Tepat di depan meatus auditorius eksternus adalah sendi temporal mandibular. Kaput mandibula dapat dirasakan dengan meletakkan ujung jari di meatus auditorius eksternus ketika membuka dan menutup mulut. Kanalis auditorius eksternus panjangnya sekitar 2,5 sentimeter. Sepertiga lateral mempunyai kerangka kartilago dan fibrosa padat di mana kulit melekat. Dua pertiga medial tersusun atas tulang yang dilapisi kulit tipis. Kanalis auditorius eksternus berakhir pada membrana timpani. Kulit dalam kanal mengandung kelenjar khusus, glandula seruminosa, yang mensekresi substansi seperti lilin yang disebut serumen.

6.3.2 Anatomi Telinga Tengah

Telinga tengah merupakan rongga berisi udara merupakan rumah bagi osikuli (tulang telinga tengah) dihubungkan dengan tuba eustachii ke nasofaring yang berhubungan dengan beberapa sel berisi udara di bagian mastoid tulang temporal.

Telinga bagian tengah terdiri atas:

1. Rongga tymphani: rongga yang mengandung udara
2. Membran tymphani (gendang telinga) di sebelah lateral dan kapsul otik di sebelah medial, Membran ini sekitar 1 cm dan selaput tipis berwarna kelabu mutiara dan translusen.
3. Tuba eustachii
4. Tulang pendengaran. Rangkaian tulang pendengaran berfungsi mengalirkan getaran suara dari gendang telinga menuju rongga telinga dalam.
5. *Processus mastoideus*: merupakan bagian tulang temporalis yang terletak dibelakang telinga



Gambar 6.6: Struktur tuba faringotimpanika

Anatomi telinga bagian tengah terdiri dari dua bagian, yaitu osikel dan saluran eustacius. Osikel merupakan sekumpulan tulang yang berperan sebagai penyusun telinga bagian tengah.

Ada tiga jenis tulang yang menjadi bagian dalam osikel, yaitu tulang martil, tulang landasan, dan tulang sanggurdi.

1. Tulang mertil, yaitu tulang yang melekat pada gendang telinga.
2. Tulang landasan, yaitu tulang yang berada di tengah rangkaian tulang pendengaran telinga.
3. Tulang sanggurdi, yaitu tulang yang menjadi penghubung antara telinga tengah dan telinga dalam.

Selain ketiga tulang di atas, telinga bagian tengah juga dihubungkan dengan saluran eustacius yang terletak di ujung tenggorokan. Saluran ini berfungsi untuk menyalurkan lendir dari telinga tengah dan menjaga tekanan udara di telinga Tengah.

Saluran eustacius merupakan saluran yang menghubungkan ruang di belakang gendang telinga atau telinga tengah dengan tenggorokan dan bagian belakang rongga hidung. Pada orang dewasa, saluran ini memiliki panjang rata-rata 35 mm atau sekitar 3,5 cm dan berdiameter sekitar 3 mm. Meski sebagian orang tidak menyadari keberadaannya, saluran eustacius ternyata memiliki peran yang cukup besar terhadap kemampuan seseorang untuk mendengar.

Fungsi saluran eustacius adalah untuk menyamakan tekanan di dalam dan luar telinga, serta mengeluarkan cairan dari telinga bagian tengah yang terletak di belakang gendang telinga. Telinga yang memiliki tekanan seimbang dan bebas dari cairan akan membuat gendang telinga bergetar normal. Getaran pada gendang telinga inilah yang akan menentukan kualitas pendengaran seseorang. Normalnya saluran eustachius tertutup, namun akan terbuka saat seseorang sedang menelan, menguap, dan mengalami perubahan tekanan udara. Saat proses terbukanya saluran eustacius, kerap menimbulkan rasa telinga tersumbat, namun rasa ini akan hilang setelah tekanan dalam telinga kembali normal.

Pada telinga tengah juga terdapat dua buah otot yaitu m. tensor timpani dan m. stapedius. m tensor timpani berorigo di dinding semikanal tensor timpani dan berinsersio di bagian atas tulang maleus, innervasi oleh cabang saraf trigeminus. Otot ini menyebabkan gendang telinga tertarik ke arah dalam sehingga menjadi lebih tegang, dan meningkatkan frekuensi resonansi sistem penghantar suara dan melemahkan suara dengan frekuensi rendah. m stapedius berorigo dalam eminensia piramid dan berinsersio di ujung posterior kolumna stapes, hal ini menyebabkan stapes kaku, memperlemah transmisi suara dan meningkatkan resonansi tulangtulang pendengaran. Kedua otot ini berfungsi mempertahankan, memperkuat rantai osikula, dan meredam bunyi yang terlalu keras, sehingga dapat mencegah kerusakan organ koklea.

6.3.3 Anatomi Telinga Bagian Dalam

Pada telinga bagian dalam terdapat koklea, yaitu organ yang memiliki saraf-saraf pendengaran. Koklea memiliki bentuk yang menyerupai siput dan terdiri dari dua jenis cairan, yaitu endolymph dan perilymph. Pada sekitar koklea terdapat sel rambut halus yang berperan penting dalam mengubah gelombang suara menjadi sinyal listrik di saraf pendengaran. Selain untuk mendengar, fungsi keseimbangan juga dijalankan di telinga bagian dalam.

Koklea adalah organ pendengaran berbentuk menyerupai rumah siput dengan dua dan satu setengah putaran, pada aksis memiliki panjang kurang lebih sekitar 3.5 cm. Sentral aksis disebut sebagai midulus dengan tinggi kurang lebih sekitar 5 mm, pada organ tersebut berisi berkas saraf dan suplai arteri dan arteri vertebralis. Struktur koklea dan ruang periotik sangat kompleks membentuk suatu sistem dengan tiga ruangan yaitu skala vestibuli, skala media, dan skala timpani. Skala vestibuli dan skala timpani berisi cairan perilim, sedangkan skala media berisi endolymph. Skala vestibuli dan skala

media dipisahkan oleh membran ressiner, skala media dan skala timpani dipisahkan oleh membran basilar.

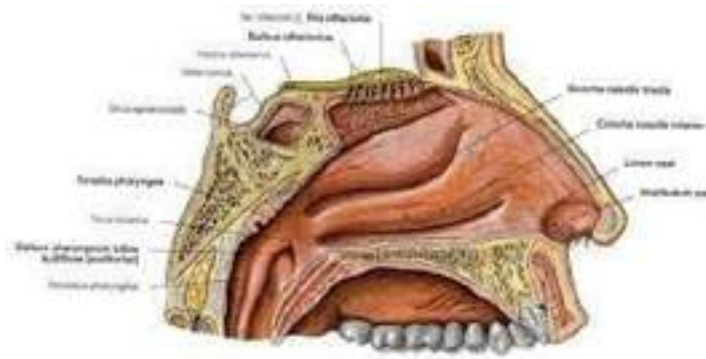


Gambar 6.7: Anatomi Telinga Dalam (Hussain et al., 2017)

6.4 Indera Penciuman/Pembau (Hidung/Nose)

Indera Pembau merupakan salah satu dari lima indra yang dimiliki manusia. Sebagai bagian dari sistem panca indera manusia, indera pembau berperan untuk mendeteksi bau atau aroma dan sebagai jalan pernapasan. Indra pembau memiliki hubungan yang kuat dengan kegiatan perasaan dan pengaruh masyarakat. Bau merupakan faktor motivasi utama dalam perilaku manusia memainkan peran penting dalam pola perilaku. Bau memengaruhi area otak yang berhubungan dengan emosi, perasaan, memori dan motivasi, yang dapat menyebabkan respon perilaku tertentu. Hidung manusia, ternyata punya kemampuan membedakan satu triliun bau, jauh lebih banyak dari perkiraan sebelumnya. Manusia rata-rata bernafas 20.000 kali dalam sehari, dan setiap hela nafas manusia mempunyai kemungkinan untuk tertarik pada sesuatu, karena penggunaan indera penciuman tidak dapat dielakan (Freeman, Karp and Kahwaji, 2024). Indera pembau berupa kemoreseptor yang terdapat di

permukaan dalam hidung, yaitu pada lapisan lendir bagian atas. Reseptor pencium tidak bergerombol seperti tunas pengecap. Epitelium pembau mengandung 20 juta sel-sel olfaktori yang khusus dengan aksonakson yang tegak sebagai serabut-serabut saraf pembau. Di akhir setiap sel pembau pada permukaan epitelium mengandung beberapa rambut-rambut pembau yang bereaksi terhadap bahan kimia bau-bauan di udara (Naclerio, Bachert and Baraniuk, 2010).



Gambar 6.8: Anatomi Hidung

Adapun Bagian hidung yang sangat sensitif terhadap bau terdapat pada bagian atas (di dalam) rongga hidung. Hidung juga merupakan pintu masuk udara pernapasan ke dalam tubuh, di dalam pintu rongga hidung (bagian depan) terdapat rambut halus dan selaput lendir yang berguna untuk menyaring udara yang dihirup.

1. Lubang Hidung

Berdasarkan tampilan luar hidung, hanya terlihat dua buah lubang kecil yang menuju rongga hidung. Dua lubang ini berperan sebagai pintu keluar dan masuknya udara ketika bernapas.

2. Bulu-bulu halus

Pada rongga hidung, akan tampak bulu-bulu halus yang menempel. Bulu-bulu ini berfungsi menyaring kotoran yang masuk ke rongga hidung. Pada saat tertentu, lendir dan kotoran dapat menggumpal di antara bulu tersebut, dan perlu untuk dibersihkan.

3. Silia

Silia merupakan jaringan-jaringan kecil yang bekerja seperti sapu, silia berfungsi untuk menangkap kotoran dan mendorongnya agar tidak turun ke saluran pernapasan yang lebih dalam. Silia sangat sensitif terhadap zat berbahaya, salah satunya adalah asap rokok. Fungsi silia akan terganggu jika terkena zat tersebut berulang kali. Jika silia rusak, risikonya adalah terkena gangguan pernapasan seperti bronkitis.

4. Dinding Tengah

Diantara dua lubang hidung, terdapat dinding tengah atau pemisah yang dikenal sebagai septum. Dinding ini terbuat dari tulang rawan atau tulang lunak. Dinding pemisah yang berada dibagian atas berdekatan dengan mata diisi oleh tulang. Sementara pada bagian tengah dan bawahnya diisi oleh tulang rawan. Hal tersebut menjadi alasan hidung bagian tengah dan bawah terasa lentur ketika ditekan.

5. Dinding Samping

Hidung juga memiliki dinding samping atau lateral. Dinding ini terdiri dari jaringan tulang dan pembuluh darah yang dikenal sebagai turbinat atau concha. Struktur tersebut memainkan peran penting untuk menghangatkan, melembapkan, dan menyaring udara yang kita hirup.

6. Sinus

Sinus merupakan rongga kecil yang saling terhubung melalui saluran udara dalam tengkorak. Sinus menghasilkan lendir atau mukus yang berfungsi untuk menyaring dan membersihkan bakteri atau partikel lain dalam udara yang dihirup.

Selain itu, sinus juga berfungsi untuk membantu mengendalikan suhu dan kelembapan udara yang masuk ke paru-paru.

Hidung memiliki empat sinus, yaitu sinus maksilaris sebagai sinus terbesar yang berada di tulang pipi, sinus frontal yang berada di bagian tengah dahi, sinus ethmoid yang terletak di jembatan hidung antara kedua mata, dan sinus sphenoid di tulang belakang rongga hidung. Keempat fungsi sinus ini dilapisi oleh mukosa yang memproduksi lapisan lendir. Salah satu fungsi hidung

adalah mengetahui makanan berbau busuk atau yang sudah tidak layak konsumsi dan makanan yang masih segar atau layak dikonsumsi.

Berikut merupakan cara kerja hidung manusia.

1. Udara dihirup melalui rongga hidung, pada bagian atas rongga hidung terdapat epitelium penciuman atau olfaktori. Olfaktori memegang peranan penting dalam hal penciuman karena mengandung reseptor yang dapat mendeteksi aroma.
2. Setelah berhasil mengenali bau, reseptor mengirim sinyal ke syaraf penciuman dan dilanjutkan ke bulbus olfaktorius (olfaktori bulb). Setelah itu sinyal dikirim ke otak untuk diinterpretasikan sebagai bau sebagaimana yang dirasakan.

6.5 Indera Pengecap (Lidah)

Lidah merupakan salah satu organ dari tubuh manusia yang sangat sensitif dan memiliki fungsi sebagai pengecap rasa, sebagai alat pengecap rasa dan organ yang kita gunakan untuk membolak-balik makanan ketika mengunyah. Lidah terletak dalam rongga mulut, lidah juga memiliki fungsi sebagai pembersih gigi dan mulut alami. Lidah terdiri atas otot lurik, otot lurik adalah otot yang digunakan untuk pergerakan. Selain otot lurik, lidah juga terdiri dari membran mukosa.

Pada permukaan lidah, reseptornya berupa tonjolan-tonjolan kecil yang dinamakan papila filiformis, papila fungiformis dan papila circumfalata. Reseptornya berbentuk piala pengecap yang disebut gemma sustantioera. Pengecapan ini juga disarafi oleh Nervus VII (fasialis) dan Nervus IX (glossofaringeus), disamping itu pada lidah terdapat Nervus V (trigeminius), yaitu untuk mensarafi raba, sakit dan suhu. Lidah manusia terdiri atas dua bagian lidah, yaitu bagian anterior dan bagian posterior. Bagian anterior adalah bagian yang terlihat dan terletak di depan. Dua pertiga bagian dari panjang lidah merupakan bagian anterior. Puncak anterior lidah berciri sempit dan tipis dan mengarah kedepan. Bagian posterior merupakan bagian lidah yang paling dekat dengan tenggorokan. Mengisi sepertiga bagian dari panjang keseluruhan lidah kita. Bagian posterior terhubung dengan tulang hyoid oleh otot-otot hyoglossi dan genioglossus, serta membran hyoglossal. Tulang hyoid disebut

juga sebagai tulang lingual, berbentuk seperti sepatu kuda. Tulang ini pada umumnya bisa ditemukan pada mamalia dan memungkinkan lidah memiliki pergerakan yang luas. Keberadaan tulang hyoid dan otot genioglossi membuat lidah bisa menjulur.

6.6 Indera Peraba (Kulit)

Kulit merupakan salah satu organ terbesar pada tubuh manusia yang meliputi hampir seluruh permukaan tubuh. Kulit memiliki berbagai fungsi, salah satunya adalah melindungi otot, tulang dan organ internal. Selain itu kulit juga berfungsi melindungi tubuh dari kuman, virus, hingga paparan zat kimia, memelihara keseimbangan cairan dan elektrolit, membantu sintesis vitamin D, dan menjaga suhu tubuh tetap stabil. Jika direntangkan, kulit pada laki-laki dewasa dengan berat badan 68 kg bisa mencapai 1.7 meter persegi dengan total berat 4 kg. Lapisan kulit paling tipis terdapat pada kelopak mata, sedangkan lapisan kulit paling tebal terdapat pada telapak kaki.

Berikut merupakan fungsi dari kulit.

1. Kulit adalah pelindung tubuh, kulit akan melindungi saraf, tulang, otot, pembuluh darah, dan semua organ dalam tubuh manusia. Kulit juga mencegah zat dan mikroorganisme berbahaya memasuki tubuh.
2. Kulit turut berperan dalam menjaga suhu tubuh, kulit memiliki banyak saraf sensorik yang dapat mengirim sinyal listrik ke otak ketika mendapat rangsangan suhu dan sentuhan. Sebagai contoh, ketika merasa kedinginan atau panas, maka tubuh akan menyesuaikan diri dengan menjauhi sumber panas atau dingin tersebut. Selain itu kulit juga mengatur suhu tubuh dengan cara mencegah keluarnya cairan tubuh lewat pori-pori kulit.
3. Pembentuk warna kulit, warna kulit ditentukan oleh melanin. Setiap orang memiliki jumlah sel yang sama untuk memproduksi melanin di bagian kulit paling atas. Namun jumlah melanin yang dihasilkan berbeda-beda pada setiap orang, semakin banyak melanin yang dihasilkan, maka warna kulit akan semakin gelap. Selain tiga fungsi di atas, rambut dan kuku sebenarnya masih bagian dari kulit.

Bab 7

Anatomi dan Fisiologi Sistem Pencernaan

7.1 Gambaran Umum Sistem Pencernaan

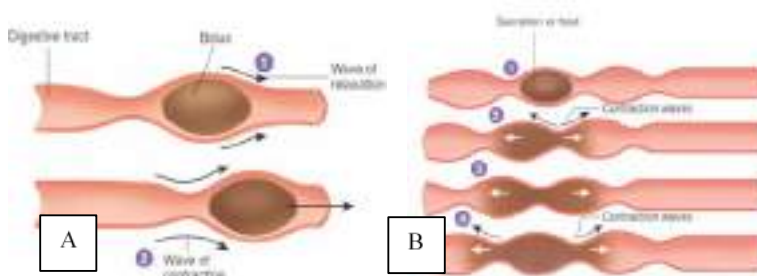
Pada dasarnya, makanan yang kita konsumsi mengandung berbagai jenis nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh. Salah satu fungsi penting dari nutrisi adalah untuk menghasilkan energi yang diperlukan dalam melakukan aktivitas. Makanan yang dikonsumsi biasanya berbentuk molekul-molekul besar seperti karbohidrat kompleks, protein, dan lipid. Molekul tersebut selanjutnya akan dihidrolisis pada sistem pencernaan menjadi molekul kecil yang dapat digunakan oleh sel-sel tubuh untuk menghasilkan energi seluler (ATP: adenosine triphosphate) (Derrickson dan Tortora, 2019; Rizzo, 2010).

Proses dasar yang terjadi di dalam sistem pencernaan meliputi:

1. *Ingestion*, merupakan proses menelan atau memasukkan makanan ke dalam tubuh.
2. *Peristaltis*, merupakan gerakan fisik untuk mendorong makanan di sepanjang saluran pencernaan.

3. *Secretion*, merupakan proses pengeluaran enzim dan berbagai senyawa (air, asam, dan *buffer*) oleh kelenjar-kelenjar dan dinding-dinding pada saluran pencernaan.
4. *Propulsion*, merupakan proses pergantian kontraksi dan relaksasi otot polos pada dinding saluran pencernaan untuk mencampur makanan dan menggerakkan makanan menuju anus.
5. *Digestion*, merupakan proses pemecahan dan pencernaan makanan secara mekanis dan kimiawi.
6. *Absorption*, merupakan proses penyerapan makanan yang telah dicerna dari saluran pencernaan ke dalam pembuluh darah maupun pembuluh limfe.
7. *Defecation*, merupakan proses pengeluaran limbah pencernaan, zat-zat yang tidak dapat dicerna dan tidak dapat diserap ke luar tubuh, dikenal dengan proses buang air besar (BAB). Materi yang dikeluarkan disebut feses (Derrickson dan Tortora, 2019).

Bentuk pergerakan pada sistem pencernaan meliputi gerak peristaltik dan gerak segmentasi. Gerak peristaltik merupakan pergerakan yang terjadi pada saluran pencernaan yang secara bergantian berkontraksi dan berelaksasi, memindahkan makanan di sepanjang saluran pencernaan, sementara gerak segmentasi yaitu gerakan kontraksi ritmis pada usus untuk mencampur makanan dengan enzim-enzim pencernaan.

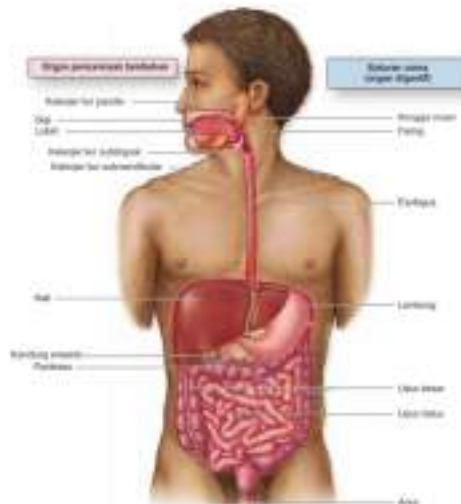


Gambar 7.1: Gerak peristaltik (A) dan gerak segmentasi (B) (Tate, 2011)

7.2 Anatomi Sistem Pencernaan

7.2.1 Organ Penyusun Sistem Pencernaan

Sistem pencernaan manusia terbagi menjadi dua kelompok, yaitu saluran pencernaan (*gastrointestinal tract atau alimentary canal*) dan organ pencernaan tambahan (*accessory digestive organs*). Saluran pencernaan merupakan suatu tabung memanjang yang berawal dari mulut dan berakhir di anus. Panjang total saluran pencernaan sekitar 5-7 meter. Fungsi saluran pencernaan yaitu tempat masuk dan diprosesnya makanan untuk mendapatkan molekul-molekul yang diperlukan tubuh. Urutan organ penyusun saluran pencernaan yaitu mulut, faring, esofagus (kerongkongan), lambung, usus halus (usus dua belas jari, usus kosong, dan usus penyerapan), usus besar, rektum, dan anus. Adapun organ pencernaan tambahan pada sistem pencernaan terdiri atas gigi, lidah, kelenjar ludah (kelenjar parotis, kelenjar sublingualis, dan kelenjar submandibularis), hati, kantung empedu, dan pankreas. Fungsi organ pencernaan tambahan yaitu untuk membantu menghancurkan makanan secara mekanis dan kimiawi, dengan menghasilkan enzim-enzim yang dapat memecah makanan menjadi molekul yang lebih sederhana dan bisa diserap oleh tubuh (Mescher and Junqueira, 2013).



Gambar 7.2: Anatomi Sistem Pencernaan yang terdiri dari saluran pencernaan dan organ pencernaan tambahan (Mescher dan Junqueira, 2013).

Fungsi dari masing-masing organ penyusun sistem pencernaan tertera pada Tabel 7.1.

Tabel 7.1: Fungsi organ penyusun sistem pencernaan (Derrickson dan Tortora, 2019; Rizzo, 2010; Seeley et al., 2003)

Organ	Fungsi Organ
Rongga Mulut	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengecap, menggunakan organ lidah. 2. Penguraian makanan secara mekanis menggunakan gigi. 3. Pencernaan karbohidrat secara kimiawi dengan menggunakan enzim amilase dari kelenjar saliva (kelenjar ludah). 4. Proteksi terhadap mikroorganisme melalui produksi saliva yang mengandung lisozim untuk membunuh mikroorganisme. <p>Di dalam rongga mulut terdapat tiga jenis kelenjar ludah, yaitu kelenjar parotis, kelenjar sub-lingualis, dan kelenjar sub-mandibularis.</p>
Faring	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menelan. Makanan yang telah dikunyah di dalam rongga mulut dalam bentuk lumat (bolus), dimasukkan ke dalam esofagus (kerongkongan) melewati faring. 2. Terdapat katup epiglotis untuk mencegah makanan masuk ke saluran pernapasan. 3. Terdapat lendir untuk memberikan pelumasan pada bolus. <p>Bagian dari faring dibagi menjadi tiga yaitu nasofaring, orofaring, dan laringofaring.</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Nasofaring: faring sebelah atas, di belakang rongga hidung (terhubung dengan saluran pendengaran). b. Orofaring: faring bagian tengah di belakang mulut. c. Laringofaring: faring bagian bawah yang melekat pada laring.
Esofagus (kerongkongan)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gerakan peristaltik (kontraksi) otot polos pada esofagus menggerakkan bolus dari faring masuk ke lambung. 2. Terdapat sfingter esofagus bagian bawah yang dapat menghambat refluks isi lambung ke kerongkongan. 3. Kelenjar pada esofagus menghasilkan lendir yang dapat memberikan pelumasan dan perlindungan terhadap esofagus bagian bawah dari asam lambung.

Organ	Fungsi Organ
Lambung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pencernaan protein secara kimiawi melalui enzim pepsin. 2. Pencernaan mekanis pada lambung terjadi melalui proses pengadukan bolus di dalam lambung membentuk kim (struktur menyerupai bubur makanan), melalui gelombang peristaltik otot polos pada dinding lambung. 3. Proses penyerapan air, garam, alkohol, dan obat-obatan tertentu seperti aspirin, serta membantu menyerap vitamin B. 4. Sfingter pilorus pada lambung bagian bawah mengatur pergerakan kim menuju duodenum (usus dua belas jari). 5. Lapisan lambung yang kosong dan memiliki banyak lipatan (disebut <i>rugae</i>) dapat memungkinkan lambung mengembang dan menampung makanan dalam jumlah yang besar hingga dapat dicerna. 6. Kelenjar lambung mengandung tiga jenis sel sekretori, yaitu sel zimogenik yang mensekresi pepsinogen, sel parietal yang mengeluarkan HCl (asam lambung), dan sel mukosa yang mengeluarkan lendir. 7. Lendir pada lambung berfungsi sebagai pelumas kim dan proteksi dinding lambung terhadap asam lambung. Asam lambung berfungsi untuk membunuh sebagian besar mikroba dalam makanan.
Pankreas	<p>Pankreas merupakan organ pencernaan tambahan, dengan fungsi ganda (eksokrin dan endokrin). Sel asinar pada pankreas menghasilkan enzim pencernaan untuk disalurkan ke duodenum (usus dua belas jari), sedangkan pulau langerhans menghasilkan hormon insulin dan glukagon ke dalam darah untuk mengatur kadar gula darah.</p>
Hati	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hati merupakan organ pencernaan tambahan. Fungsi hati untuk menyimpan kelebihan karbohidrat dalam bentuk glikogen, menyimpan zat besi dan berbagai vitamin A, D, E, dan K. Selain itu, hati berfungsi untuk detoksifikasi zat-zat yang bersifat racun. 2. Lobulus hati menghasilkan empedu, dan disimpan pada kantung empedu. Cairan empedu disalurkan ke

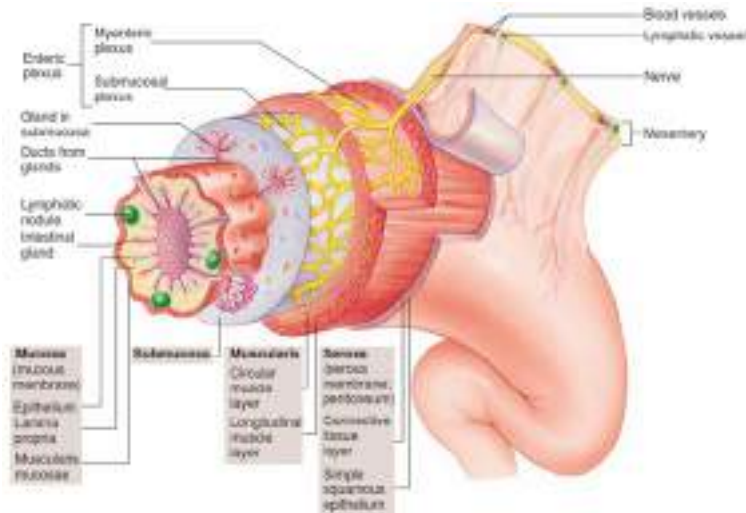
Organ	Fungsi Organ
	duodenum (usus dua belas jari). Fungsi garam empedu yaitu untuk mengemulsi atau memecah lemak.
Usus Halus	<p>Usus halus terbagi menjadi tiga bagian, yaitu duodenum (usus dua belas jari), jejunum (usus kosong), dan ileum (usus penyerapan). Fungsi usus halus meliputi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Netralisasi. Ion bikarbonat dari pankreas dan empedu berfungsi untuk menetralkan kim yang bersifat asam (dari lambung), sehingga terbentuk lingkungan pH yang cocok untuk kerja enzim pankreas dan usus halus. 2. Pencernaan. Enzim dari pankreas dan lapisan duodenum berfungsi menyelesaikan pencernaan molekul makanan (karbohidrat, protein, lipid, dan asam nukleat) secara enzimatis. 3. Penyerapan. Usus halus memiliki struktur vili dan mikrovili yang berfungsi meningkatkan luas permukaan untuk penyerapan 90% nutrisi dan air. 4. Usus halus memiliki struktur folikel limfoid sub-epitel yang disebut <i>peyer's patches</i> untuk melindungi usus dari mikroba. 5. Sfingter ileocecal berfungsi sebagai penghubung usus halus dan usus besar.
Usus Besar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fungsi usus besar adalah reabsorpsi air, penyerapan ion garam (NaCl), air, dan vitamin, serta menghasilkan feses (kumpulan limbah pencernaan, zat-zat yang tidak dapat dicerna, dan zat-zat tidak dapat diserap tubuh). 2. Bakteri pada usus besar menghasilkan beberapa vitamin B dan vitamin K. 3. Gerakan pada usus besar menciptakan refleks buang air besar. 4. Rektum pada usus besar berfungsi menyimpan feses sementara hingga dikeluarkan melalui anus.
Anus	Anus merupakan muara dari rektum (bagian akhir dari usus besar <i>descending colon</i>). Anus memiliki dua katup, yaitu sfingter internal yang tersusun atas otot polos, dan sfingter eksternal yang tersusun atas otot rangka.

7.2.2 Lapisan Penyusun Saluran Pencernaan

Secara histologis, lapisan dinding penyusun saluran pencernaan mulai dari esofagus (kerongkongan) hingga anus dengan lapisan terdalam hingga terluar tersusun atas tunika mukosa, tunika sub-mukosa, tunika muscularis, dan tunika serosa (Graaff et al., 2009; Mescher dan Junqueira, 2013; Rizzo, 2010).

1. Tunika mukosa, merupakan lapisan penyusun saluran pencernaan yang paling dalam. Mukosa umumnya tersusun atas jaringan epitel silindris selapis dengan sel goblet, sebagian diantaranya tersusun atas epitel kelenjar, dan lamina propria (jaringan ikat) yang kaya akan pembuluh darah, pembuluh limfe, limfosit, dan sel-sel otot polos. Fungsi tunika mukosa yaitu untuk sekresi dan penyerapan. Lapisan mukosa dan sub-mukosa dipisahkan oleh selapis tipis otot yang disebut muscularis *mucosae*.
2. Tunika sub-mukosa, merupakan lapisan yang terdiri dari jaringan ikat padat dengan banyak pembuluh darah dan pembuluh limfe, saraf otonom, serta dapat mengandung kelenjar dan jaringan limfoid. Lapisan ini berfungsi dalam penyerapan nutrisi dan cairan ke dalam kapiler darah.
3. Tunika muskularis, merupakan lapisan otot polos tebal yang tersusun sebagai spiral dan terbagi dalam dua atau lebih lapisan. Di lapisan dalam susunan sel otot umumnya melingkar, sedangkan di lapisan luar sebagian besar susunannya memanjang. Pada beberapa bagian saluran pencernaan, tunika muskularis termodifikasi dalam bentuk sfingter atau katup. Lapisan ini berfungsi dalam kontraksi segmental dan gerak peristaltik.
4. Tunika serosa, adalah lapisan terluar dari penyusun saluran pencernaan. Lapisan ini tersusun atas jaringan ikat longgar dengan pembuluh darah, pembuluh limfe, jaringan lemak, serta epitel pipih selapis (mesotelium). Di dalam rongga perut, serosa menyatu dengan mesenterium dan peritoneum. Pada saluran pencernaan yang berhubungan dengan organ atau struktur lain, tunika serosa digantikan oleh lapisan adventisia (jaringan ikat tanpa adanya

mesotelium). Fungsi lapisan ini yaitu untuk pengikatan dan perlindungan.



Gambar 7.3: Struktur histologis saluran pencernaan (Tate, 2011).

7.3 Fisiologi Sistem Pencernaan

Fisiologi sistem pencernaan melibatkan kerja hormon, enzim, dan cairan-cairan yang disekresikan oleh organ-organ pencernaan. Sel-sel tertentu dalam saluran pencernaan mengeluarkan hormon yang dibawa oleh darah ke area lain dalam saluran pencernaan. Hormon-hormon tersebut berpengaruh pada volume dan jumlah cairan yang disekresikan pada organ pencernaan target dan memengaruhi laju dari gerak peristaltik.

Hormon yang berperan dalam sistem pencernaan diantaranya:

1. Gastrin, merupakan hormon yang disekresikan oleh lambung. Hormon ini aktif ketika dinding lambung meregang akibat masuknya makanan, meningkatnya pH lambung, dan terdapat protein yang telah dicerna sebagian. Fungsi hormon gastrin yaitu untuk meningkatkan sekresi asam lambung (agar kondisi lambung tetap asam), dan

meningkatkan kontraksi dinding lambung untuk menghasilkan gerak peristaltik.

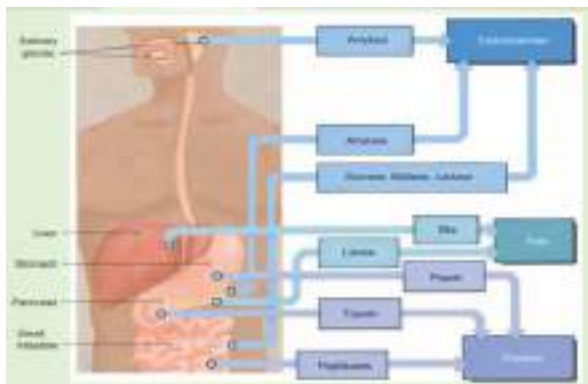
2. Sekretin, merupakan hormon yang disekresikan oleh usus halus. Hormon ini aktif ketika kim yang berasal dari lambung masuk ke dalam duodenum (usus dua belas jari). Fungsi hormon ini yaitu untuk meningkatkan sekresi enzim-enzim dari pankreas dan merangsang sekresi empedu.
3. Kolesistokinin, merupakan hormon yang disekresikan oleh usus halus. Hormon ini aktif jika terdapat lemak dan protein yang telah dicerna sebagian. Sejalan dengan hormon sekretin, hormon kolesitokinin juga berfungsi untuk meningkatkan sekresi empedu dan enzim pankreas serta meningkatkan kontraksi kantung empedu (Premkumar, 2004).

Enzim dan cairan yang disekresikan oleh saluran pencernaan berfungsi dalam proses pencernaan karbohidrat, protein, lipid, dan asam nukleat secara kimiawi. Berbagai enzim dan cairan tersebut tertera pada Tabel 8.2.

Tabel 7.2: Enzim dan cairan pada saluran pencernaan (Marieb, 2001)

Lokasi Organ	Sumber	Enzim atau Cairan	Fungsi
Rongga Mulut	Kelenjar ludah	Saliva	Melembabkan dan melumasi makanan
		Amilase	Mencerna pati (karbohidrat) menjadi maltosa
Lambung	Kelenjar lambung	Asam klorida (HCl)	Membunuh bakteri, mengaktifkan pepsinogen menjadi pepsin
		Pepsinogen	Bentuk aktifnya berupa pepsin, untuk mencerna protein
		Faktor intrinsik	Berikatan dengan vitamin B12 dan membantu penyerapannya
	Sel mukus	Mukus	Melindungi lapisan dinding lambung
Usus Halus	Hati	Garam empedu	Mengemulsi lemak
	Pankreas	Ion bikarbonat	Menetralkan asam lambung

Lokasi Organ	Sumber	Enzim atau Cairan	Fungsi
		Tripsin	Mencerna polipeptida protein menjadi peptida
		Amilase pankreatik	Mencerna karbohidrat menjadi maltosa
		Lipase pankreatik	Mencerna lipid menjadi asam lemak dan gliserol
		Nuklease	Mencerna asam nukleat
	Kelenjar duodenal dan sel goblet	Lendir	Melindungi duodenum dari asam lambung dan enzim pencernaan
	Dinding usus halus	Peptidase	Mencerna peptida menjadi asam amino
Usus halus	Dinding usus Halus	Amilase	Mencerna karbohidrat menjadi maltosa
		Lipase	Mencerna lipid menjadi asam lemak dan gliserol
		Sukrase	Mencerna sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa
		Laktase	Mencerna laktosa menjadi glukosa dan galaktosa
		Maltase	Mencerna maltosa menjadi glukosa



Gambar 7.4: Diagram fungsi sekresi enzim dan cairan pencernaan (Scanlon dan Sanders, 2007).

Aktivitas pencernaan terjadi dalam tiga fase fisiologis yang saling berkaitan satu sama lain, yaitu fase sefalik, fase gastrik, dan fase intestinal (lihat Gambar 7.5) (Derrickson dan Tortora, 2019; Martini et al., 2015).

1. Fase Sefalik

Fase sefalik merupakan fase yang bertujuan untuk mempersiapkan mulut dan lambung dalam menerima makanan yang akan dimakan. Selama fase sefalik, rangsangan bau, penglihatan, pikiran, maupun rasa awal makanan akan mengaktifkan pusat-pusat saraf di korteks serebral, hipotalamus, dan batang otak. Selanjutnya, batang otak akan mengaktifkan saraf wajah, saraf glossofaringeal, dan saraf vagus. Saraf wajah dan saraf glossofaringeal akan merangsang kelenjar ludah untuk mengeluarkan saliva, sedangkan saraf vagus akan merangsang lambung untuk mengeluarkan asam lambung. Hal ini merupakan tahapan persiapan tubuh dalam menerima makanan.

2. Fase Gastrik

Setelah makanan mencapai lambung, fase pencernaan pada lambung dimulai (fase gastrik). Mekanisme saraf dan hormonal mengatur fase gastrik untuk meningkatkan sekresi lambung dan motilitas lambung. Makanan yang masuk ke dalam lambung akan membuat peregangan pada dinding lambung dan merangsang reseptor di dalam lambung untuk memantau pH asam lambung. Reseptor akan mengirimkan impuls saraf menyebar ke pleksus submukosa, untuk mengaktifkan neuron parasimpatis. Respon dari impuls akan mengaktifkan gelombang peristaltik lambung dan merangsang aliran asam lambung dari kelenjar lambung. Sebagai respons terhadap rangsangan, produksi asam lambung mencapai sekitar 500 mL / jam, atau sekitar 2 cangkir per jam. Fase ini umumnya hanya berlangsung beberapa menit. Gerakan peristaltik pada lambung bertujuan untuk mencampur makanan dengan cairan lambung membentuk kim (struktur makanan halus menyerupai bubur), selanjutnya kim akan dikirimkan ke dalam duodenum (usus dua belas jari). Ketika volume dan pH lambung berkurang karena terjadi perpindahan materi ke duodenum, maka kondisi ini akan menekan sekresi asam lambung.

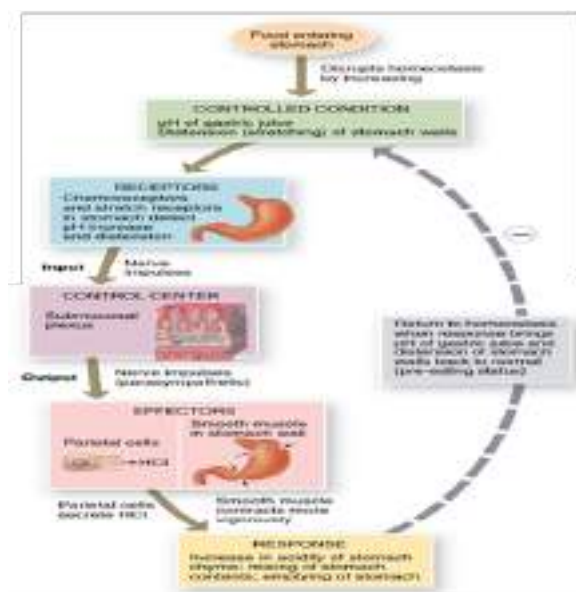
Sekresi asam lambung selama fase gastrik juga diatur oleh hormon gastrin. Gastrin dilepaskan dari sel G kelenjar lambung sebagai respons terhadap beberapa rangsangan distensi lambung oleh kim, protein yang dicerna sebagian dalam kim, pH kim yang tinggi karena adanya makanan di dalam lambung, adanya kafein dalam kim lambung, dan asetilkolin yang dilepaskan dari neuron parasimpatis. Selain itu, fungsi hormon gastrin juga untuk memperkuat kontraksi sfingter esofagus agar mencegah refluks kim kembali ke kerongkongan, meningkatkan motilitas lambung, dan mengatur relaksasi sfingter pilorus untuk mendorong pengosongan kim di lambung menuju duodenum (usus dua belas jari).

3. Fase Intestinal

Fase intestinal dimulai ketika kim memasuki duodenum (usus dua belas jari). Refleks yang terjadi selama fase intestinal memiliki efek penghambatan yang memperlambat keluarnya kim dari lambung. Reseptor peregangan di dinding duodenum akibat masuknya kim, akan mengirimkan impuls saraf ke medula oblongata, untuk menghambat saraf parasimpatis dan merangsang saraf simpatis ke lambung. Akibatnya, motilitas lambung terhambat dan terjadi peningkatan kontraksi sfingter pilorus, sehingga mengurangi aktivitas pengosongan lambung. Hal ini merupakan upaya untuk mencegah duodenum kelebihan beban.

Fase intestinal dimediasi oleh dua hormon utama yang disekresikan oleh usus halus yaitu kolesistokinin dan sekretin. Kolesistokinin disekresikan oleh sel CCK (Cholecystokinin) dari kelenjar usus di usus halus sebagai respons terhadap kim yang mengandung asam amino dari protein yang telah dicerna sebagian di lambung, dan asam lemak dari trigliserida yang telah dicerna sebagian. CCK juga merangsang sekresi enzim-enzim pankreas dan empedu. CCK juga memperlambat pengosongan lambung, menghasilkan rasa kenyang (perasaan kenyang) pada hipotalamus di otak, dan meningkatkan hormon sekretin. Sekretin berfungsi merangsang aliran enzim pankreas yang kaya akan ion bikarbonat untuk menetralkan kim yang

bersifat asam dari lambung. Selain itu, respons yang terjadi selama fase intestinal dapat mendorong kelanjutan pencernaan makanan yang telah mencapai usus halus (Derrickson dan Tortora, 2019).



Gambar 7.5: Regulasi saraf dan hormon yang mengatur fase-fase fisiologis dalam sistem pencernaan (Derrickson dan Tortora, 2019).

7.4 Gangguan Sistem Pencernaan

Berikut ini merupakan beberapa contoh gangguan pada sistem pencernaan:

1. Pankreatitis akut, merupakan peradangan pankreas yang parah disebabkan oleh trauma, sehingga menyebabkan kebocoran enzim pankreas ke dalam jaringan parenkim pankreas. Enzim-enzim tersebut kemudian mencerna jaringan dan menyebabkan peradangan hingga perdarahan.
2. Radang usus buntu (apendisitis), merupakan peradangan pada usus buntu yang disebabkan oleh sumbatan saluran usus buntu dan infeksi

pada rongga usus buntu. Apendisitis umumnya disertai dengan pembengkakan, rasa sakit, kematian jaringan yang disebabkan oleh kurangnya suplai darah, perforasi (luka pada usus), dan peritonitis (peradangan pada peritoneum).

3. Kanker saluran pencernaan. Sistem pencernaan dapat terkena kanker terutama pada kerongkongan, lambung, usus besar, hati, maupun pankreas. Kanker terjadi akibat paparan zat karsinogenik maupun perubahan atau mutasi gen pada jaringan saluran pencernaan.
4. Penyakit Crohn, merupakan peradangan pada usus halus dan usus besar, di mana terjadi lesi granular dan fibrosis pada usus, dan nyeri perut bagian bawah. Penyakit ini sering kali bersifat turun-temurun.
5. Divertikulitis, merupakan peradangan pada divertikula (tonjolan abnormal di saluran pencernaan pada usus besar, akibat melemahnya bagian dinding usus besar). Divertikula dapat pecah, menyebabkan peritonitis.
6. Disfagia (kesulitan menelan), merupakan penyakit yang disebabkan oleh sumbatan esofagus (tumor atau penyempitan), maupun gangguan gerak peristaltik akibat gangguan neuromuskuler).
7. Hernia hiatus, yaitu penonjolan bagian lambung ke dalam rongga dada. Kondisi ini sering menyebabkan refluks gastroesofagus (di mana asam lambung naik ke kerongkongan) terutama saat seseorang sedang terlentang dan esofagitis (radang kerongkongan).
8. Kolitis ulseratif, merupakan peradangan kronis yang mengakibatkan ulserasi pada usus besar, terutama bagian kolon sigmoid dan rektum. Penyakit ini cenderung bersifat turun-temurun, namun penyebab pastinya belum diketahui dengan pasti (Saladin, 2003).

Bab 8

Anatomi Fisiologi Sistem Pernafasan

8.1 Pengertian Sistem Pernafasan

Pernafasan atau respirasi adalah peristiwa menghirup udara dari luar yang mengandung oksigen (O_2) serta menghembuskan udara yang banyak mengandung karbon dioksida (CO_2) sebagai sisa dari oksidasi keluar dari tubuh. Pengisapan udara ini disebut inspirasi dan menghembuskan disebut ekspirasi (Guyton, 2006, Handayani, 2021).

Fungsi sistem pernafasan adalah untuk mengambil oksigen dari atmosfer ke dalam sel-sel tubuh dan untuk mentranspor karbon dioksida yang dihasilkan sel-sel tubuh kembali ke atmosfer (Sloane, 2012).

Sistem respirasi berperan dalam menjamin ketersediaan oksigen untuk kelangsungan metabolisme sel-sel tubuh dan pertukaran gas. Melalui peran sistem respirasi oksigen diambil dari atmosfer, di transport masuk ke paru-paru dan terjadi pertukaran gas oksigen dengan karbon dioksida di alveoli, selanjutnya oksigen akan di difusi masuk kapiler darah untuk dimanfaatkan oleh sel dalam proses metabolisme (Sabri, 2020, Sherwood, 2015).

8.2 Anatomi Sistem Pernafasan

Organ pernafasan manusia terdiri dari hidung, faring, trakea, bronkus, bronkiolus dan alveolus. Udara masuk ke dalam lubang hidung melalui rongga hidung yang di dalamnya terdapat conchae dan rambut-rambut hidung. Udara inspirasi berjalan menuruni trakea, melalui bronkiolus ke alveolus. Sistem pernafasan termasuk hidung, rongga hidung dan sinus, faring, laring (kotak suara), trakea (tenggorokan), dan saluran-saluran yang lebih kecil yang mengarah ke pertukaran gas di permukaan paru-paru. Saluran pernafasan terdiri dari saluran udara yang membawa udara dari dan ke permukaan tersebut. Saluran pernafasan dapat dibagi menjadi bagian konduksi dan bagian pernafasan. Bagian konduksi terdapat dari jalan masuk udara di hidung ke rongga hidung ke bronkiolus terkecil dari paru-paru. Bagian pernafasan termasuk saluran bronkiolus pernafasan dan kantung udara halus, atau alveoli, di mana terjadi pertukaran gas. Sistem pernafasan termasuk saluran pernafasan dan jaringan terkait, organ, dan struktur pendukung (Sabri, 2020, Sloane, 2012).

Saluran-saluran kecil ini menyesuaikan kondisi udara dengan menyaring, pemanasan, dan melembabkan, sehingga melindungi bagian konduksi yang peka dan melindungi pertukaran sistem pernafasan bawah dari partikel-partikel, patogen, dan lingkungan ekstrem (Martini et al., 2015).



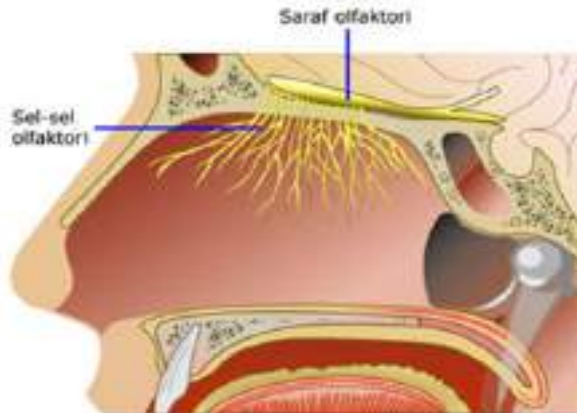
Gambar 8.1: Anatomi Sistem Pernafasan

Saluran pernafasan dari atas ke bawah dapat dirinci sebagai berikut, rongga hidung, faring, laring, trakea, percabangan bronkus, paru- paru (bronkiolus, alveolus). Rongga hidung dilapisi selaput lendir yang sangat kaya akan pembuluh darah, dan bersambung dengan lapisan faring dan selaput lendir. Faring adalah pipa berotot yang berjalan dari dasar tengkorak sampai persambungannya dengan oesofagus pada ketinggian tulang rawan krikoid. Faring terbagi menjadi 3 bagian yaitu nasofaring, orofaring dan laringofaring kemudian laring. Laring berperan untuk pembentukan suara dan untuk melindungi jalan nafas terhadap masuknya makanan dan cairan. Trakea, merupakan lanjutan dari laring yang dibentuk oleh 16 sampai 20 cincin kartilago yang terdiri dari tulang- tulang rawan yang terbentuk seperti C (Guyton, 2006, Handayani, 2021, Handriana et al., 2023).

Bronkus merupakan percabangan trakea. Setiap bronkus primer bercabang 9 sampai 12 kali untuk membentuk bronki sekunder dan tersier dengan diameter yang semakin kecil. Struktur mendasar dari paru-paru adalah percabangan bronchial yang selanjutnya secara berurutan adalah bronki, bronkiolus, bronkiolus terminalis, bronkiolus respiratorik, duktus alveolar, dan alveoli. Di Bagian bronkus masih disebut pernafasan extrapulmonar dan sampai memasuki paru-paru disebut intrapulmonary. Terakhir adalah Paru-paru yang berada dalam rongga torak, yang terkandung dalam susunan tulang-tulang iga dan letaknya di sisi kiri dan kanan mediastinum yaitu struktur blok padat yang berada di belakang tulang dada. Paru-paru berbentuk seperti spins dan berisi udara dengan pembagian udara Antara Paru kanan, yang memiliki tiga lobus Dan paru kiri dua lobus (Tortora and Derrickson, 2014, Guyton, 2006).

8.2.1 Rongga Hidung

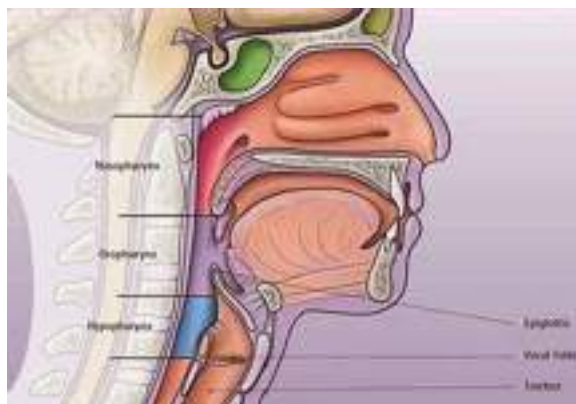
Hidung merupakan organ utama saluran pernapasan yang langsung berhubungan dengan dunia luar yang berfungsi sebagai jalan masuk dan keluarnya udara melalui proses pernapasan. Selain itu hidung juga berfungsi untuk mempertahankan dan menghangatkan udara yang masuk, sebagai filter dalam membersihkan benda asing yang masuk dan berperan untuk resonansi suara, sebagai tempat reseptor alfaktorius (Handayani, 2021, Martini et al., 2015).



Gambar 8.2: Rongga Hidung

8.2.2 Faring

Faring merupakan tempat persimpangan antara jalan pernapasan dan jalan makanan, terdapat di bawah dasar tengkorak, di belakang rongga hidung dan mulut sebelah depan ruas tulang leher (Hall and Hall, 2020).

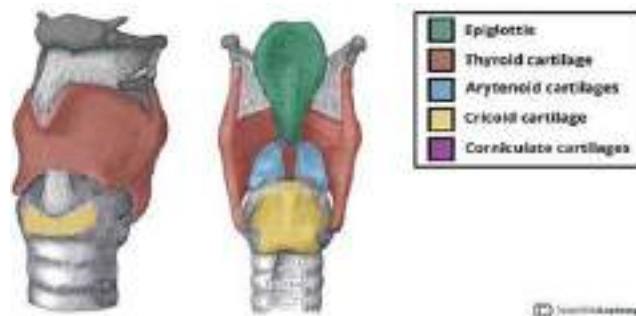


Gambar 8.3: Faring

8.2.3 Laring

Laring merupakan saluran pernapasan yang terletak antara orofaring dan trakea, fungsi dari laring adalah sebagai jalan masuknya udara, membersihkan

jalan masuknya makanan ke esofagus dan sebagai produksi suara (Guyton, 2006).



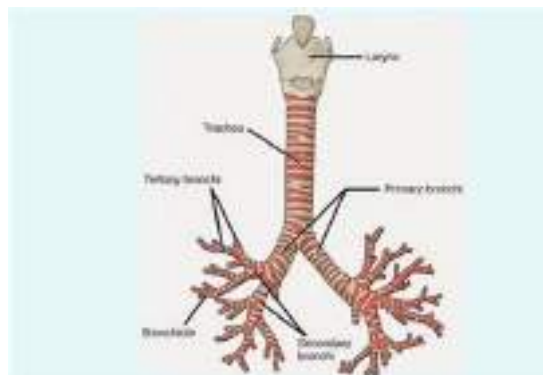
Gambar 8.4: Laring

Laring sering disebut sebagai kotak suara dan terdiri atas:

1. Epiglottis: daun katup kartilago yang menutupi ostium ke arah laring selama menelan.
2. Glotis: ostium antara pita suara dalam laring

8.2.4 Trakea

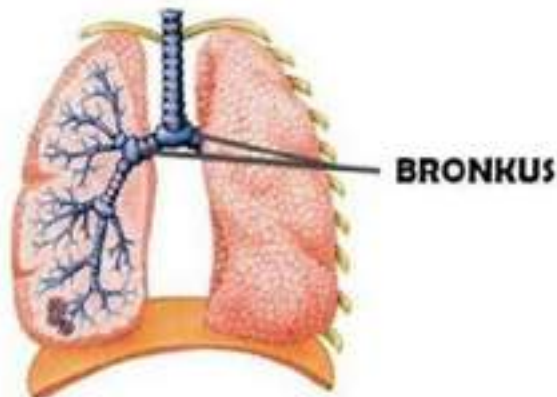
Trakea merupakan organ tabung antara laring sampai dengan puncak paru, panjangnya sekitar 10-12 cm, setinggi servikal 6 -torakal 5. Disebut juga batang tenggorokan Ujung trakea bercabang menjadi dua bronkus yang disebut karina (Sloane, 2012, Tortora and Derrickson, 2014).



Gambar 8.5: Trakea

8.2.5 Bronkus

Bronkus merupakan cabang dari trakea yang bercabang dua keparu-paru kanan dan paru-paru kiri. Bronkus kanan lebih pendek dan lebih besar diameternya. Bronkus kiri lebih horizontal, lebih panjang dan lebih sempit (Tortora and Derrickson, 2014, Sabri, 2020).



Gambar 8.6: Bronkus

8.2.6 Paru Paru

Paru-paru merupakan sebuah alat tubuh yang sebagian besar berada pada rongga dada bagian atas, bagian samping dibatasi oleh otot dan rusuk dan di bagian bawah dibatasi oleh diafragma yang berotot kuat.

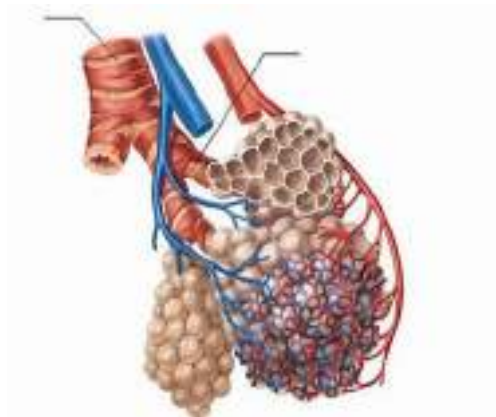


Gambar 8.7: Paru-paru (Gerard & Bryan,2009)

Paru-paru merupakan organ yang elastis berbentuk kerucut terletak dalam rongga dada atau toraks, kedua paru dipisahkan oleh mediastinum sentral yang berisi jantung dan beberapa pembuluh darah besar. Setiap paru mempunyai apeks dan basis. Paru kanan lebih besar dan terbagi menjadi 3 lobus oleh fisura interlobaris. Paru kiri lebih kecil dan terbagi menjadi 2 lobus. Lobus-lobus tersebut terbagi lagi menjadi beberapa segmen sesuai dengan segmen bronkusnya (Sloane, 2012, Tortora and Derrickson, 2014).

8.2.6 Alveolus

Merupakan bagian terminal cabang-cabang bronkus dan bertanggung jawab akan struktur paru-paru yang menyerupai kantong kecil terbuka pada salah satu sisinya dan tempat pertukaran O₂ dan CO₂ (Sloane, 2012, Tortora and Derrickson, 2014).



Gambar 8.8: Alveolus

8.3 Fisiologi Sistem Pernafasan

Respirasi adalah suatu peristiwa ketika tubuh kekurangan oksigen (O₂) dan oksigen (O₂) yang berada di luar tubuh dihirup (inspirasi) melalui organ pernafasan. Pada keadaan tertentu tubuh kelebihan karbondioksida (CO₂), maka tubuh berusaha untuk mengeluarkan kelebihan tersebut dengan menghembuskan napas (ekspirasi) sehingga terjadi suatu keseimbangan antara O₂ dan CO₂ di dalam tubuh (Handayani, 2021, Martini et al., 2015).

Sistem respirasi berperan untuk menukar udara ke permukaan dalam paru. Udara masuk dan menetap dalam sistem pernapasan dan masuk dalam pernapasan otot. Trakea dapat melakukan penyaringan, penghangatan, dan melembabkan udara yang masuk, melindungi permukaan organ yang lembut. Hantaran tekanan menghasilkan udara ke paru melalui saluran pernapasan atas. Tekanan ini berguna untuk menyaring, mengatur udara, dan mengubah permukaan saluran napas bawah (Sloane, 2012, Tortora and Derrickson, 2014).

Proses pernapasan berlangsung melalui beberapa tahapan, yaitu:

1. Ventilasi paru, yang berarti pertukaran udara antara atmosfer dan alveolus paru (Guyton, 2006).
2. Difusi oksigen dan karbondioksida antara alveoli dan darah
3. Pengangkutan oksigen dan karbondioksida dalam darah dan cairan tubuh ke dan dari sel jaringan tubuh (Guyton, 2006).

Udara bergerak masuk dan keluar paru karena adanya selisih tekanan yang terdapat antara atmosfer dan alveolus akibat kerja mekanik otot-otot. Diantaranya itu perubahan tekanan intrapulmonal, tekanan intrapleural, dan perubahan volume paru (Guyton, 2006).

Keluar masuknya udara pernapasan terjadi melalui 2 (dua) proses mekanik, yaitu:

1. Inspirasi: proses aktif dengan kontraksi otot-otot inspirasi untuk menaikkan volume intratoraks, paru-paru ditarik dengan posisi yang lebih mengembang, tekanan dalam saluran pernapasan menjadi negatif dan udara mengalir ke dalam paru-paru.
2. Ekspirasi: proses pasif di mana elastisitas paru (elastic recoil) menarik dada kembali ke posisi ekspirasi, tekanan recoil paru-paru dan dinding dada seimbang, tekanan dalam saluran pernapasan menjadi sedikit positif sehingga udara mengalir keluar dari paru-paru, dalam hal ini otot-otot pernapasan berperan (Sherwood, 2015).

Fungsi dari sistem pernapasan adalah (Sherwood, 2015):

1. Menyediakan area yang memadai untuk pertukaran gas antara udara dan sirkulasi darah

2. Transportasi udara dari dan ke permukaan di paru-paru
3. Melindungi permukaan pernafasan dari dehidrasi, perubahan suhu, dan variasi lingkungan lainnya
4. Mempertahankan sistem pernafasan, dan jaringan lain dari invasi oleh pathogen mikroorganisme
5. Memproduksi suara yang terlibat dalam berbicara, bernyanyi, atau komunikasi nonverbal
6. Membantu dalam regulasi volume darah, tekanan darah, dan kontrol pH cairan tubuh.

8.4 Faktor – Faktor Yang Memengaruhi Kapasitas Fungsi Paru

Penurunan fungsi paru dapat terjadi secara bertahap dan bersifat kronis sebagai frekuensi lama seseorang bekerja pada lingkungan yang berdebu dan faktor-faktor internal yang terdapat pada diri pekerja yang antara lain adalah (Yulaekah, 2007)

1. Jenis kelamin. Kapasitas vital rata-rata pria dewasa muda lebih kurang 4,6 liter dan perempuan muda kurang lebih 3,1 liter. Volume paru pria dan wanita berbeda di mana kapasitas paru total pria 6,0 liter dan wanita 4,2 liter.
2. Posisi tubuh. Nilai kapasitas fungsi paru lebih rendah pada posisi tidur dibandingkan posisi berdiri. Pada posisi tegak, ventilasi persatuan volume paru di bagian basis paru lebih besar dibandingkan dengan bagian apeks. Hal ini terjadi karena pada awal inspirasi, tekanan intrapleura di bagian basis paru kurang negatif dibandingkan bagian apeks, sehingga perbedaan tekanan intrapulmonal-intrapleura di bagian basis lebih kecil dan jaringan paru kurang teregang. Keadaan tersebut menyebabkan persentase volume paru maksimal posisi berdiri lebih besar nilainya.

3. Kekuatan otot-otot pernapasan. Pengukuran kapasitas fungsi paru bermanfaat dalam memberikan informasi mengenai kekuatan otot-otot pernapasan. Apabila nilai kapasitas normal tetapi nilai FEV1 menurun, maka dapat mengakibatkan rasa nyeri, contohnya pada penderita asma.
4. Ukuran dan bentuk anatomi tubuh. Obesitas meningkatkan risiko penurunan kapasitas residu ekspirasi dan volume cadangan ekspirasi dengan semakin beratnya tubuh. Pada pasien obesitas, volume cadangan ekspirasi lebih kecil daripada kapasitas vital sehingga dapat mengakibatkan sumbatan saluran napas.
5. Proses penuaan atau bertambahnya umur. Umur meningkatkan risiko mortalitas dan morbiditas. Selain itu juga dapat terjadi penurunan volume paru statis, arus puncak ekspirasi maksimal, daya regang paru, dan tekanan O₂ paru. Aktivitas refleks saluran napas berkurang pada orang yang lanjut usia, akibatnya kemampuan daya pembersih saluran napas juga berkurang. Insiden tertinggi gangguan pernapasan biasanya pada usia dewasa muda. Pada wanita frekuensi mencapai maksimal pada usia 40-50 tahun, sedangkan pada pria frekuensi terus meningkat sampai sekurang-kurangnya mencapai usia 60 tahun.
6. Daya pengembangan paru (compliance). Peningkatan volume dalam paru menghasilkan tekanan positif, sedangkan penurunan volume dalam paru menimbulkan tekanan negatif. Perbandingan antara perubahan volume paru dengan satuan perubahan tekanan saluran udara menggambarkan compliance jaringan paru dan dinding dada. Compliance paru sedikit lebih besar apabila diukur selama pengempisan paru dibandingkan diukur selama pengembangan paru.
7. Masa kerja dan riwayat pekerjaan. Semakin lama tenaga kerja bekerja pada lingkungan yang menyebabkan gangguan kesehatan, maka penurunan fungsi paru pada orang tersebut akan bertambah dari waktu ke waktu.
8. Riwayat penyakit paru. Banyak para pekerja yang terkena gangguan pernapasan bukan karena keturunan, melainkan akibat tertular oleh kuman atau basilnya. Biasanya kuman tersebut berasal dari

lingkungan rumah, pasar, terminal, stasiun, lingkungan kerja, ataupun tempat-tempat umum lainnya.

9. Olahraga rutin. Kebiasaan olah raga akan meningkatkan denyut jantung, fungsi paru, dan metabolisme saat istirahat.
10. Kebiasaan merokok. Tembakau merupakan penyebab penyakit gangguan fungsi paru-paru yang bersifat kronis dan obstruktif, yang pada akhirnya dapat menurunkan daya tahan tubuh (Yulaekah, 2007).

Bab 9

Anatomi dan Fisiologi Sistem Reproduksi Pria dan Wanita

9.1 Pendahuluan

Reproduksi adalah kemampuan makhluk hidup untuk menghasilkan keturunan yang baru. Tujuannya adalah untuk mempertahankan jenisnya dan melestarikan jenis agar tidak punah. Sistem reproduksi pada manusia akan mulai berfungsi ketika seseorang mencapai kedewasaan (pubertas) atau masa akil balik. Pada seorang pria testisnya telah mampu menghasilkan sel kelamin jantan (sperma) dan hormon testosteron. Sedangkan seorang wanita ovariumnya telah mampu menghasilkan sel telur (ovum) dan hormon wanita yaitu estrogen. (Mulyani, 2020)

Begitu pentingnya masalah seksualitas dalam kehidupan manusia sehingga ada pendapat ahli yang ekstrim menyatakan bahwa semua tingkah laku manusia pada hakikatnya dimotivasi dan didorong oleh seks. Maka tidaklah mengherankan bahwa ada pendapat peneliti lain mengatakan bahwa kebanyakan gangguan kepribadian, gangguan tingkah laku terjadi oleh adanya gangguan pola perkembangan kehidupan psikoseksualnya.

Sistem reproduksi pada manusia mempunyai anatomi dan fisiologi masing-masing, sehingga sangat penting untuk kita ketahui dan kita bisa mensyukuri

nikmat yang telah Tuhan berikan kepada kita, dan agar kita tidak menyalahgunakan nikmat yang telah diberikan tersebut

Reproduksi berasal dari kata re yang artinya kembali dan kata produksi artinya membuat atau menghasilkan. Jadi istilah reproduksi mempunyai arti suatu proses kehidupan manusia dalam menghasilkan keturunan demi kelestarian hidupnya. Sedangkan yang disebut organ reproduksi adalah pertumbuhan tulang-tulang dan kematangan seksual yang berfungsi untuk reproduksi manusia, yang terjadi masa remaja. (Mulyani, 2020)

Kesehatan Reproduksi menurut WHO (World Health Organizations) adalah suatu keadaan fisik, mental dan sosial yang utuh, bukan hanya bebas dari penyakit kecacatan dalam segala aspek yang berhubungan dengan sistem reproduksi, fungsi serta prosesnya. Atau suatu keadaan di mana manusia dapat menikmati kehidupan seksualnya serta mampu menjalankan fungsi dan proses reproduksinya secara sehat dan aman (Maritalia, 2017).

Kesehatan reproduksi menurut Depkes RI adalah: suatu keadaan sehat, secara menyeluruh mencakup fisik, mental dan kedudukan sosial yang berkaitan dengan alat, fungsi serta proses reproduksi, dan pemikiran kesehatan reproduksi bukan hanya kondisi yang bebas dari penyakit, melainkan juga bagaimana seseorang dapat memiliki seksual yang aman dan memuaskan sebelum dan sudah menikah (Caisar, 2021).

Jenis kelamin pria dan wanita semenjak lahir sudah dapat ditentukan, namun, sifat-sifat kelamin belum dapat dikenal, sel produksi berkembang di sebelah depan ginjal yang tumbuh sebagai koloni sel kemudian membentuk kelenjar reproduksi, perkembangan sifat ini terjadi pada umur 10-14 tahun.

Pada laki-laki dewasa pubertas dimulai dengan: perubahan suara menjadi lebih berat, pembesaran genitalia eksterna, tampilnya bulu pada bagian tubuh seperti bagian ketiak, di bawah tubuh yaitu pubis dan muka.

Pada wanita ditandai dengan: menstruasi pertama (menarche), uterus dan vagina membesar, buah dada membesar serta jaringan ikat dan saluran darah bertambah, sifat kelamin sekunder tampil, lengkung tubuh membesar, adanya bulu di ketiak dan pubis, pelvis membesar.

9.2 Fungsi Reproduksi Pria dan Wanita

Menurut Syaifuddin (2009) adapun fungsi reproduksi pada pria dan wanita adalah sebagai berikut:

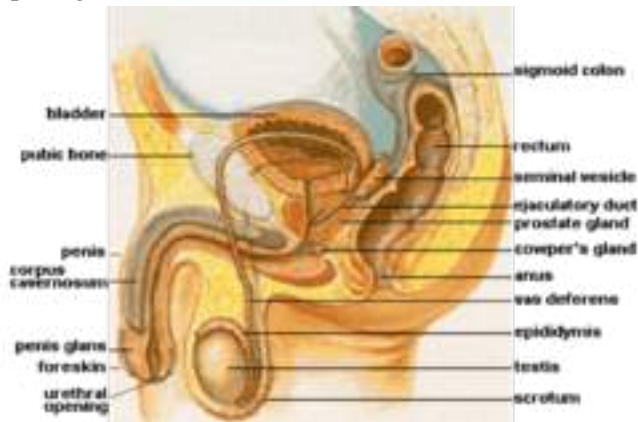
1. Pria
Menghasilkan sperma dan fertilisasi
2. Wanita
 - a. Membentuk ovum
 - b. Tempat terjadinya fertilisasi, konsepsi/pembuahan
 - c. Memelihara janin yang sedang tumbuh sampai dapat berkembang dan hidup diluar
 - d. Melahirkan bayi

9.3 Sistem Reproduksi Pria

Menurut Mashudi & Sugeng (2011) Alat reproduksi laki-laki terdiri dari:

1. Testis: kelenjar kelamin penghasil sperma dan hormon testosteron
Testis berbentuk oval dg panjang 4-5 cm dan diameter 2,5 cm
Di Bagian kelenjar testis ada beberapa bagian yaitu:
 - a. Tunika albuginea
 - b. Tubulus seminiferus
 - c. Duktus eferen
 - d. Epididimis
 - e. Duktus deferens dapat dijelaskan sebagai berikut:
 - Tunika albuginea: kapsul yang membungkus testis yang merentang ke arah dalam yang terdiri dari 250 lobulus
 - Tubulus seminiferus: tempat berlangsungnya spermatogenesis. di dalamnya terdapat sel sertoli yang berfungsi memberi nutrisi kepada spermatozoa, pembentukan hormon testosteron dan estrogen

- Duktus eferen: saluran sperma dari tubulus seminiferus ke epididimis
- Epididimis: saluran yang panjang 4-6 m sbg tempat pematangan sperma, menyimpan sperma sampai dengan 6 minggu
- Duktus deferens: saluran sperma dari epididimis dapat di lihat pada gambar 9.1 di bawah ini:



Gambar 9.1: Alat Reproduksi Pria

2. Uretra merupakan saluran untuk mengeluarkan sperma dan urine
3. Vesika seminalis: merupakan kantong semen (mani) yang dindingnya menghasilkan cairan lendir yang mengandung fruktosa, asam askorbat dan asam amino sebagai makanan dan pelindung sperma sebelum membuahi ovum, mengandung prostaglandin utk meningkatkan gerakan sperma. Semen (mani) adalah cairan yang terdiri dari sperma dan cairan yang dihasilkan oleh beberapa kelenjar.
4. Kelenjar prostat: menghasilkan cairan basa berwarna putih susu. Cairan ini berfungsi untuk menetralkan sifat asam pada saluran vasa eferentia dan cairan pada vagina sehingga sperma dapat bergerak dengan aktif. Kelenjar ini membesar saat remaja dan mencapai ukuran maksimal saat usia 20 tahun. pada sebagian besar laki-laki, kelenjar ini membesar seiring bertambah usia, sehingga terjadi pembesaran kelenjar prostat yang mengganggu fungsi perkemihan.

5. Kelenjar cowperi (bulbouretralis): sepasang kelenjar kecil yang ukuran dan bentuk menyerupai kacang polong, kelenjar ini mensekresi cairan basa yang mengandung mucus ke dalam uretra penis untuk melumasi dan melindungi spermatozoa.
6. Penis: Merupakan alat kelamin luar yang berfungsi sebagai organ kopulasi, terdiri dari 3 bagian: akar, badan dan glans yang banyak mengandung ujung-ujung saraf sensorik.
7. Testis menghasilkan jutaan sperma setiap hari mulai dari masa pubertas sampai meninggal dunia. Jika tidak dikeluarkan, sel-sel sperma akan mati dan diserap kembali oleh tubuh.

9.4 Hormon Pada Reproduksi Pria

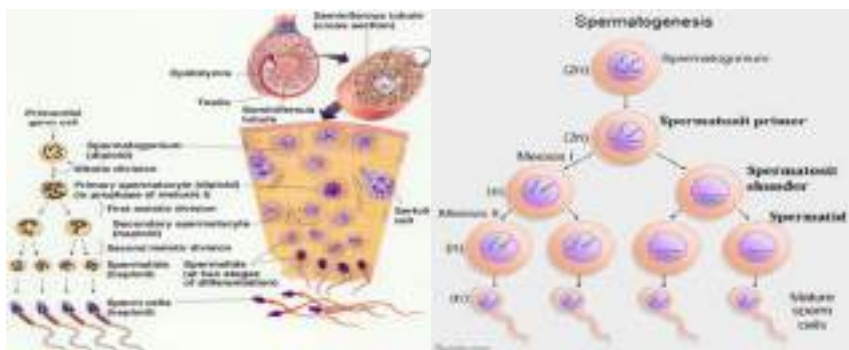
Guyton & Hall (2006) mengatakan bahwa hormon reproduksi pria terdiri dari:

1. Hormon testosteron diproduksi oleh testis
Fungsi
 - a. Meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan genitalia laki-laki
 - b. Bertanggung jawab atas pendistribusian rambut yang menjadi ciri khas laki-laki
 - c. Pembesaran laring, penebalan pita suara
 - d. Meningkatkan ketebalan dan testur kulit menjadi lebih gelap dan kasar
 - e. Meningkatkan aktivitas kelenjar keringat dan kelenjar sebacea serta terlibat dalam pembentukan jerawat
 - f. Meningkatkan massa tulang dan otot
 - g. Meningkatkan laju metabolik dasar
 - h. Meningkatkan jumlah sel darah merah
 - i. meningkatkan kapasitas pengikatan oksigen pd laki-laki
2. Hormon FSH (Folicel Stimulating Hormone): memiliki reseptor pada sel tubulus seminiferus dan diperlukan dalam spermatogenesis

3. Hormon LH (Luteinizing Hormone): sebagai perangsang sel interstisial pada laki-laki.

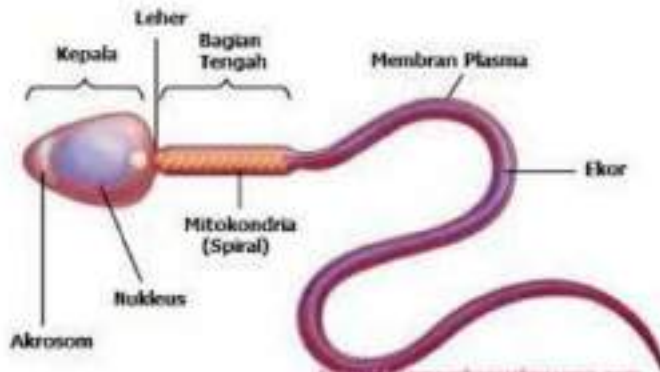
9.5 Pembentukan Sperma

Agarwal, dkk (2014) mengatakan bahwa spermatogenesis adalah: proses perkembangan spermatogonia menjadi spermatozoa dan berlangsung sekitar 64 hari (lebih atau kurang 4 hari). Terjadi di dalam testis. Spermatogonium bersifat diploid dan selalu membelah diri secara mitosis sehingga berjumlah banyak, sebagian spermatogonium membesar menjadi spermatosit primer. Spermatosit primer terus membelah diri secara meiosis membentuk spermatosis sekunder. Spermatosis sekunder membelah diri kembali secara meiosis menjadi spermatid. Spermatid berdiferensiasi menjadi sperma, tiap-tiap sperma memiliki jumlah kromosom setengah dari jumlah kromosom spermatogonium dapat di lihat pada gambar 9.2 di bawah ini:



Gambar 9.2: Pembentukan Sperma

Sperma matur memiliki kepala, badan dan flagelum (ekor). Kepala berisi nukleus dan dilapisi akrosom (tutup kepala) yang mengandung enzim diperlukan untuk menembus ovum. Badan mengandung mitokondria yang memproduksi ATP yang diperlukan untuk pergerakan. Goyangan flagelum mengakibatkan motilitas sperma (untuk berenang), dapat di lihat pada gambar 9.3 di bawah ini:

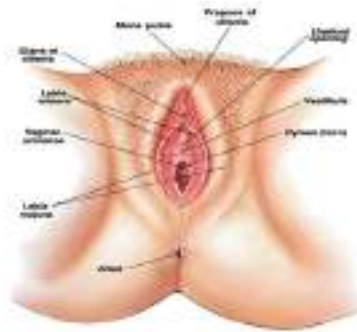


Gambar 9.3: Sperma

9.6 Sistem Reproduksi Wanita

Menurut Syaiful (2017) alat reproduksi pada wanita berupa:

1. Reproduksi eksternal wanita:
 - a. Mons Pubis
 - b. Labia mayora
 - c. Labia minora
 - d. Klitoris
 - e. Vestibula
 - f. Orifisum uretra
 - g. Mulut Vagina
 - h. Perineum
2. Reproduksi internal wanita:
 - a. Sepasang ovarium
 - b. Oviduk/tuba fallopii)
 - c. Uterus
 - d. Vagina dapat dilihat pada gambar 9.4 di bawah ini:



Gambar 9.4: Reproduksi Eksternal Wanita

- Mons Pubis: bantalan jaringan lemak dan kulit yang terletak di atas simpisis pubis, tertutup rambut setelah pubertas
- Labia mayora: dua lapisan kulit longitudinal yang merentang ke bawah dari mons pubis dan menyatu pada sisi posterior perineum analog skrotum pada pria
- Labia minora: lipatan kulit di antara labium mayora, mengandung kelenjar sebacea dan beberapa keringat.
- Klitoris: analog dengan penis pada pria, mengandung banyak ujung saraf dan sangat sensitif
- Vestibula: area yang dikelilingi oleh labia minora yang menutupi mulut uretra, mulut vagina dan duktus kelenjar bartholini
- Orifisum uretra: jalur keluar urine dari kandung kemih
- Mulut Vagina: terletak bawah orifisium uretra. Terdapat himen , suatu membran yang bentuk dan ukurannya bervariasi, melingkari mulut vagina
- Perineum: kulit antara pertemuan dua lipatan labia mayir dan anus
- Ovarium (indung telur):Merupakan kelenjar kelamin yang memproduksi ovum (sel telur) dan menyekresi hormon estrogen dan progesteron.Panjang 3-5 cm, lebar 2-3 cm, dan tebal 1 cm. Jaringan ovarium tersusun dari: Medula ovarium:

mengandung pembuluh darah dan limfatik, serabut saraf, sel otot polos, sel jaringan ikat, korteks merupakan lapisan stroma luar yang rapat, yang mengandung folikel ovarium

- Oviduk/tuba Falopi (saluran telur): berfungsi menyalurkan sel telur ke uterus (rahim) dengan gerakan peristaltik dan dibantu oleh gerakan silia pada dindingnya. Panjang 10 cm dan diameter 0,7 cm, tempat terjadinya fertilisasi, di 1/3 bagian atas tuba falopi. Tuba falopi terdiri dari: Infundibulum, terdapat fimbria, ampulla, istmus.
- Uterus (rahim): tempat berkembangnya embrio. Selama kehamilan volume uterus mampu mengembang hingga 500 kali. Ukuran saat tidak hamil: panjang 7 cm, lebar 5cm, diameter 2,3 cm. Bagian-bagian uterus: dinding uterus ; perimetrium (luar), meometrium (tengah), endometrium (dalam), fundus: bagian yang terletak di atas uterus, serviks: leher bawah.
- Vagina: Organ kopulasi dan sebagai jalan keluar bayi pada proses kelahiran. Ukuran bervariasi , panjang 8-10 cm. Organ ini menghadap uterus. Vagina dilembabkan dan dilumasi oleh cairan yang berasal dari kapiler pada dinding vaginal dan sekresi dari kelenjar-kelenjar servik,. dapat di lihat pada gambar 9.5 di bawah ini:



Gambar 9.5: Gambar Reproduksi Internal Wanita

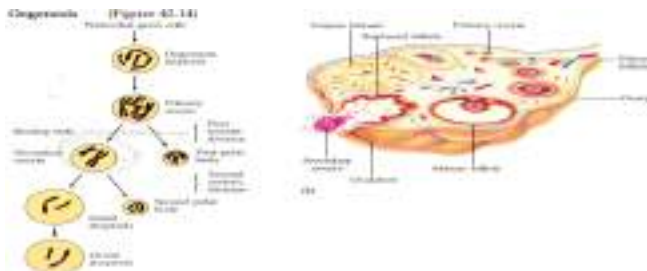
9.7 Hormon Sistem Reproduksi Wanita

Menurut Caisar (2021) Hormon reproduksi pada wanita terdiri atas:

1. Hormon Gonadotropin (GDH): sinkronisasi siklus menstruasi
2. Follicle –stimulating hormone (FSH) mempercepat pematangan telur. Luteinizing hormone (LH) menyempurnakan pematangan telur hingga mendekati permukaan indung telur untuk dilepas. Jika tidak terjadi pembuahan dalam 24 jam, sel telur akan mati.
3. Estrogen & progesteron: Hormon yang diproduksi oleh ovarium untuk merangsang perubahan struktur dan fungsi endometrium
4. Menjaga elastisitas tekstur kekenyalan kulit, tidak diproduksi sepanjang usia wanita menopause.

9.8 Pembentukan Ovum

Fatmawati (2017) Pembentukan Ovum (oogenesis) terjadi di dalam ovarium. Oogonium bersifat diploid. Oogonium membelah diri secara mitosis sehingga berjumlah banyak. Oogonium berkembang menjadi oosit primer. Oosit primer membelah diri secara meiosis menjadi oosit sekunder dan badan kutub pertama. Oosit sekunder mengandung kuning telur dan sitoplasma, badan kutub pertama merupakan inti sel yang kemudian membelah diri menjadi dua. Oosit sekunder membelah diri secara meiosis menjadi otid dan badan kutub ke dua. Otid berkembang menjadi ovum yang haploid. Setiap oosit primer menghasilkan satu ovum, dapat di lihat pada gambar 9.6 di bawah ini:



Gambar 9.6: Pembentukan Ovum

Bab 10

Anatomi Dan Fisiologi Sistem Saraf

10.1 Sistem Saraf dan Homeostasis

Sistem saraf adalah salah satu dari dua sistem regulatorik utama tubuh selain system endokrin. Sistem saraf tersusun dari sel neuron dan sel glial. Terdapat tiga jenis neuron fungsional pada system saraf, yaitu neuron aferen, neuron eferen, dan interneuron. Ketiga neuron ini membentuk kompleks sel yang peka terhadap rangsangan. Selain itu juga terdapat sel glia yang tidak peka terhadap rangsangan. Sel ini menyusun sekitar sembilan puluh persen sistem saraf.

Sistem saraf pusat (SSP) terdiri dari otak dan medulla spinalis. Sistem saraf pusat berfungsi menerima masukan tentang lingkungan eksternal dan internal dari neuron aferen. SSP menyortir dan mengolah masukan ini melalui interneuron dan kemudian memulai arahan yang sesuai di neuron eferen, yang membawa perintah ke kelenjar atau otot untuk melaksanakan respons yang diinginkan, yaitu beberapa jenis sekresi dan pergerakan. Berbagai aktivitas yang dikontrol oleh saraf ini ditujukan untuk mempertahankan homeostasis. Pada umumnya sistem saraf bekerja melalui sinyal listrik (potensial aksi) dan pelepasan neurotransmitter untuk mengontrol respons cepat pada tubuh (Sherwood, 2007).

10.2 Sistem Saraf Pusat dan Tepi

Sistem saraf tersusun menjadi sistem saraf pusat (SSP) yang terdiri dari otak dan korda spinalis, dan sistem saraf tepi (SST) yang terdiri dari serat-serat saraf yang membawa informasi antara SSP dan bagian tubuh lain (perifer). Sistem saraf Pusat (SSP) dibagi lagi menjadi bagian aferen dan eferen. Bagian aferen membawa informasi ke SSP, memberi tahu tentang lingkungan eksternal dan aktivitas internal yang sedang diatur oleh susunan saraf. Instruksi dari SSP kemudian disalurkan melalui bagian eferen ke organ efektor—otot atau kelenjar yang melaksanakan perintah agar dihasilkan efek yang sesuai dengan informasi yang dibawa.

Sistem saraf eferen dibagi menjadi sistem saraf somatic dan sistem saraf otonom. System saraf somatic terdiri dari serat-serat neuron motorik yang menyarafi otot rangka. Sistem saraf autonom terdiri dari serat-serat yang menyarafi otot polos, otot jantung, dan kelenjar. System saraf otonom dibagi lagi menjadi system saraf simpatis dan parasimpatis. Selain SSP dan SST, sistem saraf enterik merupakan anyaman saraf luas di dinding saluran cerna. Aktivitas digestif dikontrol oleh sistem saraf autonom, sistem saraf enterik, dan hormon. Sistem saraf enterik dapat bekerja independen tanpa sistem saraf lainnya, tetapi juga dipengaruhi oleh serat autonom yang berakhir di neuron enterik. Sistem saraf enterik kadang-kadang dianggap sebagai komponen ketiga sistem saraf autonom, sistem yang hanya menyarafi organ digestif (Ganong, 2009).

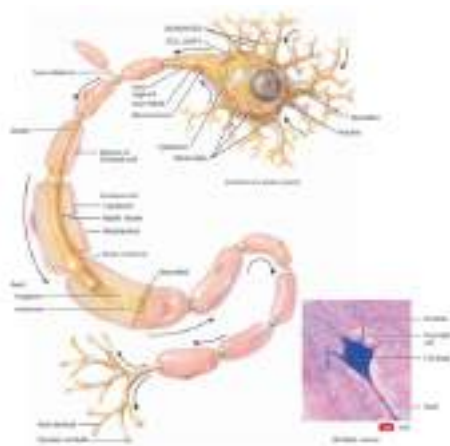
10.2.1 Neuron

Neuron merupakan unit fungsional sistem saraf, berukuran panjang sekitar 39 inci, serta terdiri atas bagian badan sel, dendrite, dan akson (neurit).

1. Badan sel berfungsi untuk mengendalikan seluruh metabolisme dari neuron. Badan sel memiliki nucleus (inti) di tengah dan nucleolus yang menonjol. Nucleus tidak memiliki sentriol dan tidak dapat memperbaharui diri (replikasi). Sitoplasma mengandung badan Nissl, berupa tumpukan retikulum endoplasma granuler dan ribosom yang berfungsi untuk sintesis protein. Organel lain pada badan sel adalah badan golgi, mitokondria dan neufibril.

2. Dendrit merupakan jalur sitoplasma yang relatif pendek, bercabang-cabang dan berfungsi untuk menerima impuls (sinyal) dari sel lain untuk dikirimkan ke badan sel. Neufibril dan badan Nissl dari badan sel, memanjang ke dalam dendrit.
3. Akson merupakan juluran sitoplasma yang panjang atau bercabang tunggal berbentuk silindris yang berasal dari badan sel. Ujung akson bercabang-cabang seperti ranting, berfungsi mengirimkan impuls ke sel neuron lainnya. Pada umumnya akson dibungkus oleh substansi lemak berwarna putih kekuningan yang disebut selubung mielin. Pada bagian tertentu dari akson tidak diselubungi mielin, disebut nodus Ranvier. Nodus Ranvier berfungsi mempercepat jalannya impuls. Selubung mielin ditutupi oleh rangkaian sel-sel Schwann yang berinti gepeng, disebut selubung Schwann.

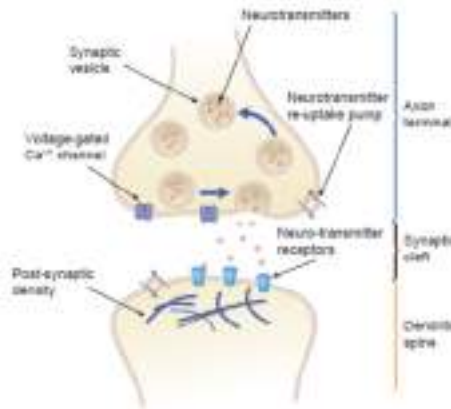
Neuron tidak dapat membelah secara mitosis, tetapi serabutnya dapat beregenerasi jika badan selnya masih utuh. Jika akson mengalami kerusakan berat, neurilema (lapisan sel-sel Schwann) melakukan pembelahan mitosis untuk menutup luka (Tortora&Derricson, 2012).



Gambar 10.1: Neuron

Neuron merupakan elemen dasar yang berkaitan dengan proses penyaluran sinyal di dalam tubuh. Suatu neuron terdiri atas badan sel atau disebut dengan soma, dendrit dan serabut saraf yang disebut dengan akson. Dendrit

merupakan suatu struktur terspesialisasi yang merupakan bagian dari badan sel. Akson dari suatu neuron biasanya akan berakhir dan membentuk suatu sinaps dengan badan sel ataupun dendrit dari neuron lainnya. Akson terhubung dengan sel neuron lain pada terminal pre-sinaps. Terdapat celah sinaps yang memisahkan terminal pre sinaps dengan badan sel atau dendrit dari neuron lainnya dalam kaskade pensinyalan impuls saraf. Transmisi impuls antara neuron satu dengan neuron lainnya pada sinaps dimediasi oleh pelepasan suatu mediator kimiawi yaitu suatu neurotransmitter seperti glutamat atau γ -aminobutyric acid (GABA) yang dilepaskan dari terminal pre-sinaps. Membran pada neuron post-sinaps memiliki reseptor tempat terikatnya neurotransmitter yang dilepas dari terminal pre-sinaps, di mana selanjutnya impuls saraf selanjutnya akan diteruskan oleh neuron tersebut.



Gambar 10.2: Sinaps

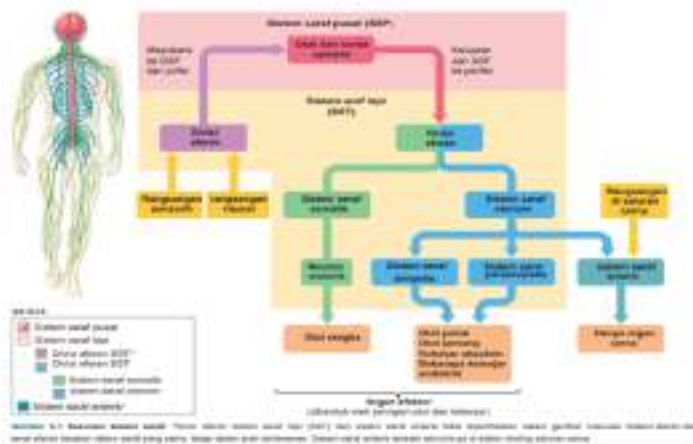
Impuls saraf akan melewati membran sel saraf sebagai suatu potensial aksi. Proses ini difasilitasi oleh adanya reseptor yang terdapat pada membran sel saraf. Dengan demikian, jika aksoplasma (sitoplasma dari akson) dihilangkan maka hal ini tidak akan mengganggu proses konduksi impuls saraf. Serabut saraf mendapatkan sumber nutrisinya dari badan sel. Sehingga, jika serabut saraf ini dirusak maka serabut saraf di bagian perifer akan mengalami degenerasi yang dikenal dengan degenerasi Wallerian. Akson-akson pada saraf tepi atau saraf perifer memiliki kemampuan untuk regenerasi, begitu pula selubung mielinnya. Akan tetapi, kemampuan regenerasi ini tidak dimiliki oleh sel saraf di otak serta di medula spinalis. Saat ini, banyak studi sedang dilakukan untuk mempelajari tentang kondisi-kondisi yang dapat

meningkatkan proses regenerasi saraf pusat khususnya pada kasus-kasus injuri saraf pusat (Sherwood, 2007).

10.2.2 Neuron afferen, efferent, dan interneuron

Sistem saraf dibentuk oleh tiga kelas fungsional neuron, yaitu neuron aferen, neuron eferen, dan interneuron. Divisi aferen SST terdiri dari neuron aferen, yang berbeda bentuknya dari neuron eferen dan interneuron. Di ujung periferinya, neuron aferen biasanya memiliki reseptor sensorik yang menghasilkan potensial aksi sebagai respons terhadap jenis rangsangan tertentu (perubahan yang terdeteksi oleh neuron).

Neuron eferen juga terutama berada di SST. Badan sel-sel neuron eferen berada di SSP, yang merupakan tempat masukan sinyal melalui prasinaps yang akan memengaruhi efek pada organ efektor. Akson-akson eferen (serat eferen) meninggalkan SSP untuk berjalan ke otot atau kelenjar yang mereka sarafi, menyampaikan sinyal mereka ke organ efektor untuk menimbulkan efek. (Jalur saraf autonom terdiri dari rantai dua-neuron antara SSP dan organ efektor.)



Gambar 10.3.: Susunan Sistem Saraf Pusat dan Tepi

Sekitar 99% dari semua neuron adalah interneuron, yang terutama berada di dalam SSP. SSP manusia diperkirakan memiliki lebih dari 100 miliar interneuron. Seperti diisyaratkan oleh namanya, neuron ini terletak antara neuron aferen dan eferen serta penting dalam integrasi respons perifer dengan

informasi perifer. Sebagai contoh, setelah menerima informasi melalui neuron aferen bahwa Anda menyentuh suatu benda panas, interneuron-interneuron yang sesuai memberi pesan sinyal ke neuron eferen yang ditransmisikan ke otot tangan dan lengan Anda, "Jauhkan tangan dari benda panas!". Semakin kompleks tindakan yang diperlukan, semakin besar jumlah interneuron yang terletak antara pesan aferen dan respons eferen (Sherwood, 2016).

10.2.3 Sel glia atau Neuroglia

Sel glia atau neuroglia adalah sel lain yang juga terdapat di SSP menempati sekitar 90% dan bukan merupakan neuron. Meskipun berjumlah besar, sel glia hanya menempati sekitar separuh volume otak karena sel ini tidak membentuk cabang sebanyak yang dimiliki oleh neuron. Tidak seperti neuron, sel glia tidak membentuk atau menyalurkan impuls saraf. Namun, sel ini berkomunikasi dengan neuron dan di antara mereka sendiri melalui sinyal kimiawi. Sel glia membantu menunjang neuron baik secara fisik maupun metabolik. Sel-sel ini secara homeostatis mempertahankan komposisi lingkungan ekstrasel khusus yang mengelilingi neuron di dalam sistem saraf.

Macam-macam sel glia:

1. Astrosit

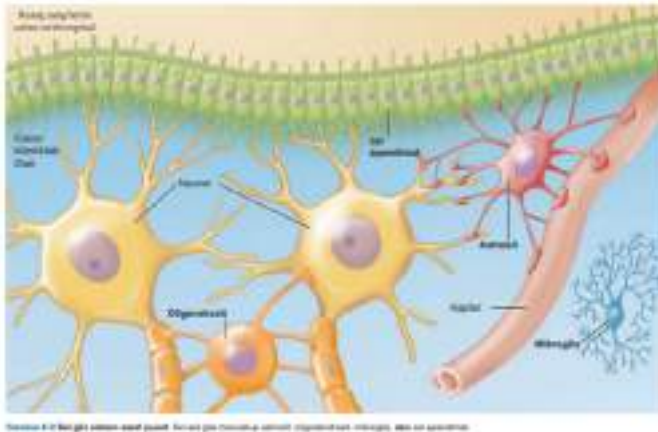
Astrosit adalah sel berbentuk bintang dan merupakan sel glia yang paling banyak. Sel ini memiliki sejumlah fungsi penting diantaranya:

- a. Sebagai "lem" (glia artinya "lem") utama SSP, astrosit menyatukan menyatukan neuron-neuron dalam hubungan ruang yang benar
- b. Astrosit berfungsi sebagai perancah untuk menuntun neuron ke tujuan akhirnya selama perkembangan otak masa janin.
- c. Sel-sel glia ini memicu pembuluh darah halus otak (kapiler) menjalani perubahan anatomik dan fungsional yang berperan dalam pembentukan sawar darah-otak, suatu pembatas antara darah dan otak yang sangat selektif dan dibahas kemudian dengan lebih terperinci.
- d. Astrosit membantu memindahkan nutrisi dari darah ke neuron.
- e. Sel ini berperan dalam perbaikan cedera otak dengan membentuk jaringan parut saraf.

- f. Astrosit menyerap dan menguraikan beberapa neurotransmitter yang dilepaskan secara lokal sehingga kerja caraka kimiawi ini terhenti.
 - g. Astrosit menyerap kelebihan K^+ dari cairan ekstrasel (CES) otak ketika aktivitas potensial aksi yang tinggi mengalahkan kemampuan pompa Na^+-K^+ dalam mengembalikan K^+ yang keluar ke dalam neuron. (ingat kembali bahwa K^+ meninggalkan neuron ketika fase turun potensial aksi; lihat h. 105.) Dengan menyerap kelebihan K^+ , astrosit membantu mempertahankan kondisi ion yang optimal di sekitar neuron agar eksitabilitas saraf normal.
 - h. Astrosit bersama dengan sel glia lain meningkatkan pembentukan sinaps dan memodifikasi transmisi sinaps. Perluasan yang memanjang, halus, dan menyerupai bintang dari badan sel astrosit sering terjepit di antara bagian prasinaps dan pascasinaps neuron yang berdekatan.
 - i. Astrosit berkomunikasi dengan neuron dan dengan astrosit lain melalui sinyal kimiawi yang berjalan lokal ke kedua arah antara sel-sel ini dalam dua cara.
2. Oligodendrosit
Oligodendrosit membentuk selubung mielin insulatif di sekitar akson di SSP. Oligodendrosit memiliki beberapa juluran memanjang, yang masing-masing membungkus (seperti lapisan bolu gulung) sepotong akson antarneuron untuk membentuk segmen myelin.
 3. Mikroglia
Mikroglia adalah sel pertahanan imun SSP. Sel pembersih ini adalah "sepupu" monosit, sejenis sel darah putih yang meninggalkan darah dan tinggal menetap sebagai lini-pertama pertahanan di berbagai jaringan di seluruh tubuh. Mikroglia berasal jaringan sumsum-tulang yang sama dengan yang menghasilkan monosit. Selama perkembangan masa mudigah, mikroglia bermigrasi ke SSP, tempat sel-sel ini berdiam hingga diaktifkan oleh infeksi atau cedera.

4. Sel endymal

sel yang berfungsi melapisi bagian dalam rongga otak dan korda spinalis. ikut membentuk cairan serebrospinal. Berfungsi sebagai sel punca neuron dengan potensi membentuk neuron dan sel glia baru (Guyton, 2008).



Gambar 10.4: Sel Glia

10.3 Otak

Sistem Saraf Pusat terdiri dari otak dan korda spinalis. Sebanyak 100 miliar neuron yang diperkirakan terdapat di otak tersusun membentuk anyaman kompleks yang memungkinkan untuk

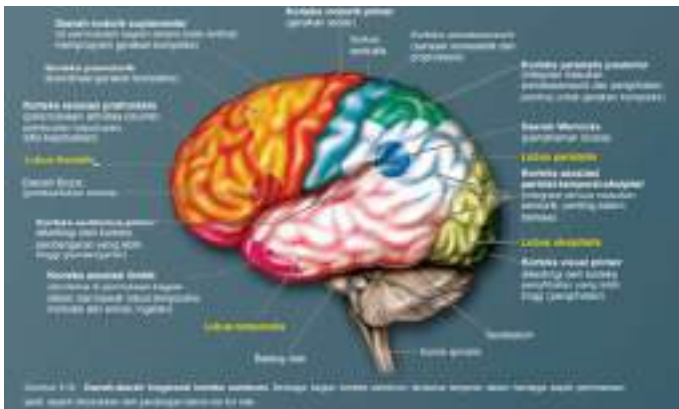
1. Secara bawah-sadar mengatur lingkungan internal melalui sistem saraf
2. Mengalami emosi
3. Secara sadar mengontrol gerakan
4. Merasakan (mengetahui dengan kesadaran) tubuh sendiri dan lingkungan
5. Melakukan fungsi-fungsi kognitif luhur misalnya berpikir dan mengingat

Kata kognisi merujuk kepada tindakan atau proses "mengetahui", termasuk kesadaran dan penilaian. Tidak ada bagian otak yang bekerja sendiri terpisah dari bagian-bagian otak lain karena anyaman neuron-neuron terhubung secara anatomis oleh sinaps dan neuron-neuron di seluruh otak berkomunikasi secara ekstensif satu sama lain dengan cara listrik atau kimiawi. Namun, neuron-neuron yang bekerja bersama untuk akhirnya melaksanakan fungsi tertentu cenderung tersusun dalam lokasi tertentu. Karena itu, meskipun beroperasi sebagai suatu kesatuan, otak tersusun menjadi bagian-bagian yang berbeda.

Bagian-bagian otak dapat dikelompokkan dalam berbagai cara bergantung pada perbedaan anatomik, spesialisasi fungsi, dan perkembangan evolusi. Otak dikelompokkan sebagai berikut:

1. Batang otak, bagian otak paling tua, bersambungan dengan korda spinalis. Bagian ini terdiri dari otak tengah, pons, dan medula. Batang otak mengontrol banyak proses yang memelihara kehidupan, misalnya pernapasan, sirkulasi, dan pencernaan, yang umum bagi semua vertebrata. Proses-proses ini sering disebut sebagai fungsi vegetatif, yang berarti fungsi yang dilakukan di bawah sadar atau involunter.
2. Serebelum, yang melekat di atas bagian belakang batang otak, berkaitan dengan pemeliharaan posisi tubuh yang tepat dalam ruang dan koordinasi bawah-sadar aktivitas motorik (gerakan). Serebelum juga berperan kunci dalam mempelajari keterampilan motorik, misalnya gerakan menari.
3. Serebrum, bagian terbesar otak manusia, dibagi menjadi dua bagian, hemisfer serebrum kiri dan kanan. Keduanya saling berhubungan melalui korpus kalosum, suatu pita tebal yang diperkirakan terdiri dari 300 juta akson neuron yang menghubungkan kedua hemisfer. Korpus kalosum adalah "information superhighway" tubuh. Kedua hemisfer berkomunikasi dan saling bekerja sama melalui pertukaran informasi konstan melalui koneksi saraf ini (Tortora & Derrickson, 2012).

Lobus parietalis terletak di belakang sulkus sentralis di masing-masing sisi, dan lobus frontalis terletak di depannya. Lobus parietalis terutama berperan untuk menerima dan memproses masukan sensorik. Lobus frontalis berperan dalam tiga fungsi utama: (1) aktivitas motorik volunter, (2) kemampuan berbicara, dan (3) elaborasi pikiran. Kita selanjutnya akan meneliti peran lobus parietalis dalam persepsi sensorik, kemudian mengalihkan perhatian pada fungsi lobus frontalis secara lebih mendalam (Sherwood, 2007).

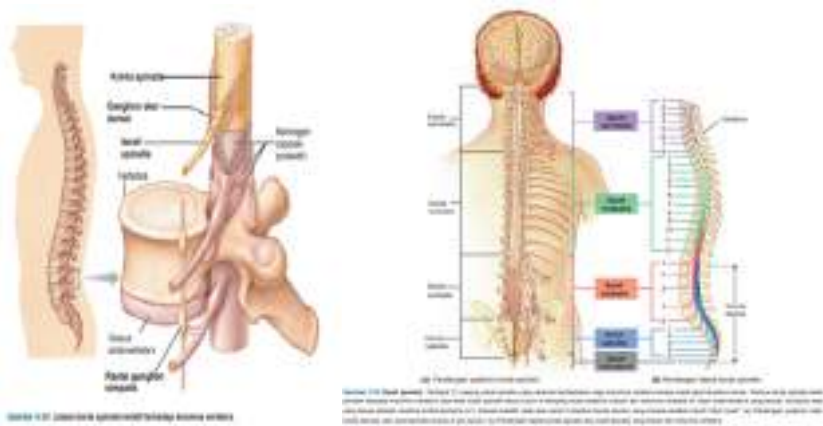


Gambar 10.7: Daerah-daerah fungsional serebrum

10.4 Korda Spinalis

Korda spinalis adalah suatu silinder panjang langsing jaringan saraf yang berjalan dari batang otak. Struktur ini memiliki panjang 45 cm (18 inci) dan garis tengah 2 cm (seukuran jempol tangan Anda). Saraf spinalis berhubungan dengan masing-masing sisi korda spinalis melalui akar dorsal dan akar ventral). Serat-serat aferen yang membawa sinyal datang dari reseptor perifer masuk ke korda spinalis melalui akar dorsal. Badan sel untuk neuron aferen di masing-masing tingkat berkumpul menjadi satu membentuk ganglion akar dorsal. (Kumpulan badan sel neuron yang terletak di luar SSP disebut ganglion, sedangkan kumpulan fungsional badan sel di dalam SSP disebut sebagai pusat atau nukleus.) Badan-badan sel untuk neuron eferen berasal dari substansia grisea dan mengirim akson keluar melalui akar ventral. Karena itu,

serat-serat eferen yang membawa sinyal ke otot dan kelenjar keluar melalui akar ventral.



Gambar 10.8: Korda Spinalis

Refleks spinal dasar adalah refleks yang diintegrasikan oleh korda spinalis; yaitu, semua komponen yang diperlukan untuk menghubungkan masukan aferen ke respons eferen terdapat di dalam korda spinalis. Refleks yang paling sederhana adalah refleks regang, yaitu ketika neuron aferen yang berasal dari reseptor yang mendeteksi regangan pada otot rangka berujung secara langsung pada neuron eferen yang menyinari otot rangka yang sama untuk menyebabkannya berkontraksi dan melawan regangan. Pada refleks ini, pusat integrasi adalah sinaps tunggal yang terdapat pada medula spinalis di antara jalur aferen dan eferen. Keluaran sistem ini (apakah otot rangkanya berkontraksi atau tidak sebagai respons terhadap regangan pasif) bergantung pada tingkat penjumlahan EPSP pada badan sel neuron eferen yang berasal dari frekuensi masukan aferen (ditentukan oleh tingkat regangan yang dideteksi oleh reseptor) (Ganong, 2009).

Daftar Pustaka

- ‘Anatomy of The Human Eye | Eye Care in Ohio | Northeast Ohio’ (2021) NorthEast Ohio Eye Surgeons, 19 August. Available at: <https://www.neohioeyes.com/anatomy-of-the-human-eye/> (Accessed: 20 February 2024).
- Agarwal, Ashok and Zini, Armand. (2014). Spermatogenesis an Overview. Research Gate.
- Amelia, F. (2023). Kandung Kemih: Anatomi dan fungsinya. Dikutip dari <https://bocahindonesia.com/fungsi-dan-infeksi-kandung-kemih/>
- Breehl, L., & Caban, O. (2023). Physiology, Puberty. In StatPearls. StatPearls Publishing.
- Brown, T., & Krishnamurthy, K. (2022). Histology, Dermis—StatPearls—NCBI Bookshelf.pdf.
- Buffoli, B., Rinaldi, F., Labanca, M., Sorbellini, E., Trink, A., Guanziroli, E., Rezzani, R., & Rodella, L. F. (2014). The human hair: From anatomy to physiology. *International Journal of Dermatology*, 53(3), 331–341. <https://doi.org/10.1111/ijd.12362>
- Caisar, A. (2021). Modul Sistem reproduksi Manusia dan Hewan.Uin. Raden Intan: Lampung.
- Coates, M., Blanchard, S., & MacLeod, A. S. (2018). Innate antimicrobial immunity in the skin: A protective barrier against bacteria, viruses, and fungi. *PLOS Pathogens*, 14(12), e1007353. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1007353>
- Derrickson, B.H., Tortora, G.J., (2019). Principles of Anatomy and Physiology. John Wiley & Sons, Incorporated.

- Diagram: Sense Organs and structure (no date) Quizlet. Available at: <https://quizlet.com/364691461/sense-organs-and-structure-diagram/> (Accessed: 20 February 2024).
- Fatmawati. F. (2017). Diktat Sistem Reproduksi Anatomi Fisiologi Sistem Reproduksi : Jakarta
- Freeman, S.C., Karp, D.A. and Kahwaji, C.I. (2024) 'Physiology, Nasal', in StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526086/> (Accessed: 20 February 2024).
- Ganong, W. F. (2009). Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi 22. Jakarta: EGC
- Goodman, H. M. (2010). Basic Medical Endocrinology. Elsevier Science.
- Graaff, K.V. de, Rhees, R., Palmer, S., (2009). Schaum's Outline of Human Anatomy and Physiology, Third Edition. McGraw Hill Professional.
- Guyton & Hall. (2006). Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Jakarta : EGC.
- GUYTON, A. C. (2006.) Text book of medical physiology, China.
- Guyton, A.C., dan Hall, J.E. (2008). Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi 11. Jakarta: EGC
- Hall, J. E. (2011). Guyton & Hall Physiology Review. Elsevier Health Sciences.
- HALL, J. E. & HALL, M. E. (2020). Guyton and Hall textbook of medical physiology e-Book, Elsevier Health Sciences.
- Hall, J.E. and Guyton, A.C. (2011) Guyton and Hall textbook of medical physiology. 12th ed. Philadelphia, Pa: Saunders/Elsevier.
- HANDAYANI, S. (2021). Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia. CV. Media Sains Indonesia.
- HANDRIANA, I., NERS, M. K., RAHAYU, A. L., YULITA, D., SIT, S., RAHMAN, I., LILAHSAH, I., ST, S., KEB, M. & PASARIBU, N. K. (2023). Anatomi dan Fisiologi Manusia: Dasar dan Pendekatan Multidisplin, Kaizen Media Publishing.
- Hinson, J., Raven, P., Chew, S. (2013). Epidemiology of Endocrine Tumors. London: Elsevier.

- Hoover, E., Alhaji, M., & Flores, J. (2023). Physiology, Hair—StatPearls—NCBI Bookshelf.pdf.
- How Do We Hear? | NIDCD (2022). Available at: <https://www.nidcd.nih.gov/health/how-do-we-hear> (Accessed: 20 February 2024).
- Hussain, B. et al. (2017) 'Hearing impairments, presbycusis and the possible therapeutic interventions', *BioMed Research International*, 4, p. 1228. Available at: <https://doi.org/10.15419/bmrat.v4i4.159>.
- John Hopkins Medicine. (2024). Anatomy of Urinary System. <https://www.hopkinsmedicine.org/health/wellness-and-prevention/anatomy-of-the-urinary-system>
- Kemendikbud.(2019). E-modul Biologi. https://repositori.kemdikbud.go.id/20415/1/Kelas%20XI_Biologi_KD%203.6.pdf diakses 18 januari 2024
- Kim, J., & Dao, H. (2023). Physiology, Integument—StatPearls—NCBI Bookshelf.pdf.
- Kleine, B & Rossmanith, W. G. (2016). *Hormones and the Endocrine System* Lenzkirch: Springer International Publishing.
- Kolarsick, P., Kolarsick, M.A., & Goodwin, C. (2011). Anatomy and Physiology of the Skin. *Journal of the Dermatology Nurses' Association*, 3, 203-213.
- Latif, W. (2023). Glomerulus and nephron. <https://medlineplus.gov/ency/imagepages/19932.htm>
- Lopez-Ojeda, W., Pandey, A., Alhaji, M., & Oakley, A. M. (2022). Anatomy, Skin (Integument).
- Majid, Abdul. (2017). *Asuhan keperawatan pada pasien dengan gangguan sistem kardiovaskular*. Yogyakarta : Pustaka baru press
- Maranduca, M., Branisteanu, D., Serban, D., Branisteanu, D., Stoleriu, G., Manolache, N., & Serban, I. (2019). Synthesis and physiological implications of melanic pigments (Review). *Oncology Letters*. <https://doi.org/10.3892/ol.2019.10071>
- Marieb, E.N., (2001). *Human Anatomy & Physiology*. Benjamin Cummings.

- Maritalia, D (2017). *Asuhan Kebidanan Pada Ibu Nifas*. Yogyakarta: Gosyen Publishing
- MARTINI, F. H., NATH, J. L., BARTHOLOMEW, E. F. & OBER, W. (2015). *Fundamentals of Anatomy and Physiology*. 2001. Pentice Hall: New Jersey, 538-557.
- Martini, F., & al, e. (2012). *Fundamentals of Anatomy & Physiology* (9 ed.). San Fransisco: Pearson Education.
- Martini, F., Nath, J. L., & Bartholomew, E. F. (2012). *Fundamentals of anatomy & physiology* (Ninth edition). Benjamin Cummings.
- Martini, F., Nath, J.L., Bartholomew, E.F., (2015). *Fundamentals of Anatomy & Physiology*. Pearson.
- Mashudi,Sugeng. (2011). *Anatomi dan Fisiologi Dasar*. Jakarta : Salemba Medika.
- McDermott, M. T. (2013). *Endocrine Secrets Sixth Edition*. Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Mescher, A.L., Junqueira, L.C.U., (2013). *Junqueira's Basic Histology: Text and Atlas*. McGraw-Hill Medical.
- Moini, J., Badolato, C. & Ahangari, R. (2021). *Endocrine Secrets Sixth Edition*. Florida: Elsevier.
- Morton, P. G. (2014). *Keperawatan Kritis Pendekatan Asuhan Holistik Volume 1*. Jakarta : EGC
- Mulyani, E, et al. (2020). *Buku ajar Kesehatan reproduksi Wanita*. Literasi Nusantara.
- Murphrey, M. B., Agarwal, S., & Zito, P. M. (2023). *Anatomy, Hair*. In StatPearls. StatPearls Publishing.
- Murphrey, M. B., Miao, J. H., & Zito, P. M. (2022). *Histology, Stratum Corneum*. Stratum Corneum.
- Naclerio, R.M., Bachert, C. and Baraniuk, J.N. (2010) 'Pathophysiology of nasal congestion', *International Journal of General Medicine*, 3, pp. 47–57.
- Nair, M & Peate, I. (2015). *Dasar-dasar Patofisiologi Terapi*. Jakarta: Bumi Medika

- Nuari, N & Widayati, D. (2017). *Gangguan Pada Sistem Perkemihan dan Penatalaksanaan Keperawatan*. Yogyakarta: Deepublisher.
- Nurachmah, E. (2017) *Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi*. 12th edn. Killiney Road: Elsevier.
- OpenStax College. (2013). *Anatomy & Physiology*. OpenStax College.
- Pearce, E. C. (2021) *Anatomi dan Fisiologi Untuk Paramedis*. (Sri Yuliani Handoyo, Trans). Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Peate, I. and Nair, M. (2018) *Anatomy and Physiologi for Nurses at a Glance*. (Huriawati hartanto, Trans). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Premkumar, K., (2004). *The Massage Connection: Anatomy and Physiology*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Rachmawati, Ermin. (2020) *Kardiologi integratif: Pendekatan fisiologi molekuler dalam diagnosis penyakit dan penelitian di bidang jantung*. Brillian International, Surabaya.
- Rachmawati, Ermin. (2020). *Kardiologi integratif: Pendekatan fisiologi molekuler dalam diagnosis penyakit dan penelitian di bidang jantung*. Brillian International, Surabaya
- Riordan-Eva, P. and Whitcher, J.P. (2007) *Vaughan & Asbury's General Ophthalmology*. McGraw Hill Professional.
- Rippa, A. L., Kalabusheva, E. P., & Vorotelyak, E. A. (2019). Regeneration of Dermis: Scarring and Cells Involved. *Cells*, 8(6), 607. <https://doi.org/10.3390/cells8060607>
- Rizzo, D.C. (2001) *Delmar's Fundamentals of Anatomy & Physiology*. Delmar.
- Rizzo, D.C., (2010). *Fundamentals of Anatomy & Physiology*. Thomson Delmar Learning.
- Sa'adah, Sumiyati (2018) *Sistem peredaran darah manusia*. [Teaching Resource] (Unpublished) <https://etheses.uinsgd.ac.id/id/eprint/13022> diakses 17 Januari 2024
- SABRI, M. (2020). *Anatomi dan Fisiologi Manusia*, Syiah Kuala University Press.
- Saladin, K.S. (2005) *Human Anatomy*. McGraw-Hill Higher Education.

- Saladin, K.S., (2003). *Anatomy and Physiology: The Unity of Form and Function*. McGraw-Hill Higher Education.
- Sarpini, R. (2017) *Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia untuk Paramedis*. Bogor: Penerbit In Media.
- Scanlon, V.C., Sanders, T., (2007). *Essentials of Anatomy and Physiology*. F.A. Davis Company.
- Seeley, R.R., Stephens, T.D., Tate, P., (2003). *Anatomy and Physiology*. McGraw-Hill Higher Education.
- Sherwood, L. (2007). *Sherwood's human physiology: from cells to systems*, 6th edition. California: Pacific Grove.
- SHERWOOD, L. (2015). *Human physiology: from cells to systems*, Cengage learning.
- Sherwood, L. (2019) *Human Physiologi : From Cells To Systems*. (Lydia I. Mandra & Huriawati Hartanto, Trans). 9th edn. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- SLOANE, E. (2012). *Anatomi dan fisiologi untuk pemula; alih bahasa*, James Veldman, editor edisi bahasa Indonesia, Palupi Widyastuti. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Sloane, E. (2015). *Anatomi dan Fisiologi untuk pemula*. Jakarta: ECG
- Smeltzer, S.C., & Bare, B. . (2010) *Brunner's and Suddarth's Textbook of medical surgical nursing*. Philadelphia: Lippincott. W.
- Smeltzer, S.C., & Bare, B. G. (2004). *Brunner & Suddart's textbook of Medical Surgical Nursing*. United States: Lippincott Williams & Wilkins
- Someya, T., & Amagai, M. (2019). Toward a new generation of smart skins. *Nature Biotechnology*, 37(4), 382–388. <https://doi.org/10.1038/s41587-019-0079-1>
- Syaifuddin (2016) *Ilmu Biomedik Dasar untuk Mahasiswa Keperawatan*. Jakarta: Salemba Medika.
- Syaifuddin. (2009). *Fisiologi Tubuh Manusia untuk Mahasiswa Keperawatan*. Jakarta : Salemba Medika.
- Tate, P., (2011). *Seeley's Principles of Anatomy and Physiology*. McGraw-Hill Education.

- TORTORA, G. J. & DERRICKSON, B. (2014). *Anatomy & physiology*, Wiley India Pvt Limited.
- Tortora, GJ, Derrickson, B. (2012). *Principles of Anatomy & Physiology 13th Edition*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Tortora, J. G. & Derickson, D. (2016). *Principles of Anatomi Psikologi 14th Edition*. Chicago: Wiley Publisher.
- Tsatmali, M., Ancans, J., & Thody, A. J. (2002). Melanocyte Function and Its Control by Melanocortin Peptides. *Journal of Histochemistry & Cytochemistry*, 50(2), 125–133. <https://doi.org/10.1177/002215540205000201>
- Ubaedillah, M.Ibnu. (2019). Perbedaan Kadar Glukosa Darah Sewaktu Dari Vena Dengan Dari Kapiler Menggunakan Alat Glukometer Metode Strip Pada Mahasiswa Akademi Analis Kesehatan An Nasher Cirebon. *Jurnal An nasher Vol.1 No.1*
- Verhave, B. L., Nassereddin, A., & Lappin, S. L. (2022). *Embryology*, Lanugo. In StatPearls. StatPearls Publishing.
- Weiss, R. E. & Refetoff, S. (2016). *Genetic Diagnosis of Endocrine Disorders Second Edition*. USA: Elsevier.
- Wikipedia. (2019). Melanosit.htm.
- Williams. L & Wilkins. (2012). *Medical Surgical Nursing: Incredibly Easy*. China: Wolters Kluwer.
- Yousef, H., Alhaji, M., & Sharma, S. (2022). *Anatomy, Skin (Integument), Epidermis*.
- YULAEKAH, S. (2007). Paparan debu terhirup dan gangguan fungsi paru pada pekerja industri batu kapur (studi di desa mrisi kecamatan tanggunharjo kabupaten grobogan). Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.
- Yum, S.-M., Baek, I.-K., Hong, D., Kim, J., Jung, K., Kim, S., Eom, K., Jang, J., Kim, S., Sattorov, M., Lee, M.-G., Kim, S., Adams, M. J., & Park, G.-S. (2020). Fingerprint ridges allow primates to regulate grip. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(50), 31665–31673. <https://doi.org/10.1073/pnas.2001055117>

Biodata Penulis



dr. Nancy Lidya Sampouw, M.Kes domisili di Kota Manado Sulawesi Utara, merupakan istri dari Alfred A. Hermanus, SE. Wanita yang biasa dipanggil Nancy ini merupakan anak kedua dari tiga bersaudari dari pasangan Bapak Drs. F. A. Sampouw (Alm) dan Ibu E. Pandoy. Memiliki hobi membaca, menulis dan travelling.

Lulusan Sarjana Kedokteran dan Profesi Dokter dari Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado Sulawesi Utara. Lulusan Magister Kesehatan Masyarakat dari Program Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi Manado Sulawesi Utara. Saat ini sebagai dosen di Fakultas Keperawatan Universitas Klabat Airmadidi Minahasa Utara Sulawesi Utara dan sebagai dokter kepala klinik Universitas Klabat.

Mengampu mata kuliah Ilmu Dasar Keperawatan I (mata kuliah yang merupakan bagian dari kelompok ilmu alam dasar yang membahas tentang konsep biologi, fisika, biokimia, gizi dengan memperhatikan lingkungan dan etika keilmuan, serta konsep-konsep anatomi dan fisiologi manusia dalam mempertahankan homeostasis tubuh), dan Ilmu Dasar Keperawatan II (mata kuliah yang membahas tentang konsep patologi, patofisiologi, mikrobiologi dan parasitologi, serta farmakologi pada berbagai kondisi sebagai landasan dalam mempelajari ilmu-ilmu lanjutan atau keahlian).

Sebagai akademisi penulis aktif dalam melaksanakan tridarma perguruan tinggi, yaitu melakukan kegiatan pendidikan (pengajaran), penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Telah menulis empat buku referensi, yaitu: Bakteriologi, Dasar-Dasar Farmakologi, Anatomi Fisiologi Dasar, dan Imunoserologi dengan Penerbit Yayasan Kita Menulis.

E-mail: nancy.sampouw@unklab.ac.id



Cesarina Silaban, S.Kep.,Ns.,MSN lahir 11 Oktober 1987 di Nagatimbul, Kab. Humbang Hasundutan. Sumatera Utara. Menyelesaikan pendidikan Ilmu Keperawatan S1 tahun 2009 & Profesi Ners tahun 2011 di Universitas Advent Indonesia (UNAI) Bandung , Master of Science in Nursing-Adult Health Nursing tahun 2015 di Adventist University of the Philippines (AUP) Filipina . Menjadi Dosen sekaligus Instruktur Klinis Akademi Keperawatan Surya Nusantara dari tahun 2015-sekarang, memiliki pengalaman bekerja sebagai perawat UGD di Rumah Sakit Columbia Asia Medan selama 2 tahun.

Email: cesarina.silaban@suryanusantara.ac.id



Nurul Irna Windari. Saat ini aktif sebagai salah satu dosen tetap bidang Farmasi Klinik dan Komunitas (FKK) di Institut Teknologi Sumatera, Lampung. Sebelumnya mengikuti Pendidikan Program S1 dan Profesi Apoteker di UAD serta Program S2 di UGM Yogyakarta.

Mengampu mata kuliah farmakoterapi, pelayanan kefarmasian, patologi klinik, undang-undang dan etika kefarmasian, fitoterapi, interaksi dan toksikologi obat, manajemen dan kewirausahaan, metodologi penelitian dan biostatistik, anatomi dan fisiologi manusia farmasi, farmakologi dasar, dan farmakologi dan toksikologi. Selama ini terlibat aktif sebagai dosen pembimbing mahasiswa penelitian tugas akhir, Kuliah Kerja Nyata, dan magang mahasiswa.

Telah menulis beberapa Buku referensi. Keseluruhan buku merupakan referensi mata kuliah bidang farmasi klinik dan komunitas

E-mail: nurul.windari@fa.itera.ac.id



Nurul Khoirun Nisa. Saat ini aktif menjadi Dosen di STIKes Kapuas Raya Sintang, Kalimantan Barat. Riwayat pendidikan Program D3, S1 dan Profesi Ners di FIK Unipdu Jombang. Melanjutkan S2 di Prodi Magister Keperawatan Universitas Airlangga, Surabaya.

Saat ini Penulis mengampu mata kuliah Dasar Biomedik I, Dasar Biomedik II, Global Health, Promosi Kesehatan Daerah 3T, Sistem Informasi Kesehatan, Dasar Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Anatomi Fisiologi, Ketrampilan Dasar Praktik Kebidanan, Kesehatan Perempuan dan Perencanaan Keluarga.

E-mail: nurulnisa90.nn@gmail.com



Ns. Hertuida Clara, M.Kep., Sp.Kep.M.B. Lahir di kota Bangka pada tanggal 6 Januari, menyelesaikan pendidikan Diploma III keperawatan tahun 1993 di Akademi Keperawatan Pertamina setelah itu melanjutkan pendidikan S1 Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia (UI) pada tahun 1995, kemudian kembali melanjutkan S1 Keperawatan di Fakultas Ilmu Keperawatan UI pada tahun 2003. Pada tahun 2012 kembali melanjutkan pendidikan S2 Keperawatan di Program Paska Sarjana Fakultas Ilmu Keperawatan UI dengan peminatan spesialis Keperawatan Medikal

Bedah (KMB). Riwayat pekerjaan penulis yaitu pernah bekerja sebagai perawat pelaksana di Rumah Sakit (RS) Mitra Keluarga Bekasi Barat pada tahun 1993 – 1997 dan sebagai kepala ruang di RS Mitra Kemayoran pada tahun 1997 - 1998, dan pada tahun 1998 beliau mengabdikan dirinya di pendidikan profesi keperawatan Akademi Keperawatan Pasar Rebo sampai saat ini dengan riwayat jabatan yaitu menjadi Direktur Akademi tahun 2000 – 2008, setelah itu sebagai kepala unit penjaminan mutu sejak tahun 2012 sampai tahun 2021 dan sebagai dosen pengajar keperawatan medikal bedah sampai dengan saat ini.



Rizky Hidayaturohmah . penulis kelahiran Astomulyo, 20 juni 1994 ini memulai karir sebagai dosen sejak tahun 2021. Sebelumnya mengikuti Pendidikan Program S1 Farmasi di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (2012-2016), Profesi Apoteker di Universitas yang sama (2017-2018) dan S2 di Magister farmasi Klinik UGM Yogyakarta (2018-2020). Ia adalah dosen tetap Program Studi

Farmasi, Jurusan Sains, Intitut teknologi Sumatera. Beberapa matakuliah yang diampu oleh penulis adalah patologi klinik sistem endokrin, Farmakoterapi 1,2 dan 3, Farmakologi dan Toksikologi, Immunologi dan Virologi, Patofisiologi dan Anatomi fisiologi manusia. Penulis juga aktif melakukan penelitian dengan fokus asuhan kefarmasian pada geriatri, pasien dengan penyakit kardiovaskular dan psikofarmakologi.

E-mail: rizkyhr42@gmail.com ; rizky.hidayaturahmah@fa.itera.ac.id



Iffa Afiqa Khairani lahir di Bandar Lampung, pada 18 November 1995. Wanita yang kerap disapa Iffa ini adalah anak ketiga dari pasangan Agus Muhammad Hariri (ayah) dan Indriyati (ibu). Iffa menempuh pendidikan sarjana di Jurusan Biologi Universitas Lampung pada tahun 2013-2017. Kemudian Iffa melanjutkan pendidikan magister pada universitas yang sama tahun 2018-2019, dan mendapatkan predikat Wisudawan Terbaik ke-I Program Magister Tingkat Universitas periode September 2019. Saat ini Iffa tercatat sebagai dosen tetap di Program Studi

Biologi Institut Teknologi Sumatera (ITERA), dengan alamat korespondensi iffa.khairani@bi.itera.ac.id.



Ferry Fadli Fratama. Sebelumnya mengikuti Pendidikan Program DIII Keperawatan di Poltekkes Kemenkes Palangkaraya, S1 Terapan Keperawatan di Poltekkes Kemenkes Kaltim dan S2 Terapan Keperawatan di Poltekkes Kemenkes Semarang. Ia adalah dosen tetap Program Studi Diploma Tiga Keperawatan, Jurusan Keperawatan, Poltekkes Kemenkes Banjarmasin.

Mengampu mata kuliah Konsep Dasar Keperawatan, Anatomi dan Fisiologi, Patofisiologi, Farmakologi, Keperawatan Gawat Darurat, Pelayanan Keperawatan Primer dan Keperawatan Kritis.

E-mail: ferryfratama12@gmail.com



Yunis Veronika Purba, S.Kp., M.Kep., merupakan Dosen pengajar lahir di Surakarta, pada 13 Juni 1981. Jenjang akademik penulis, pertama dimulai dengan menempuh Program Sarjana Keperawatan di Universitas Advent Indonesia (UNAI) Bandung dan lulus tahun 2003. Penulis melanjutkan studinya tahun 2015 Program Magister di Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang Jawa Tengah. Pengalaman di dunia professional, penulis mulai dengan menjadi dosen di Akademi Keperawatan Surya Nusantara, Pematangsiantar tahun 2006. Pada Tahun 2007 penulis telah memiliki Jabatan Fungsional sebagai

Asisten Ahli (AA) dan tahun 2010 dengan Jabfung Lektor. Penulis dipercayakan sebagai Ketua Jurusan Keperawatan pada tahun 2020-sekarang. Sebagai Dosen profesional, penulis aktif mengikuti seminar-seminar dan workshop Nasional dan Internasional, dan aktif melakukan pengabdian kepada masyarakat



Larasti Putri Umizah saat ini merupakan Dosen di Poltekkes Kemenkes Jambi Jurusan Teknologi Laboratorium Medis (TLM). Sebelumnya penulis menamatkan kuliah D3 di Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Bengkulu, S1 Biomedik di Universitas Nasional Jakarta, dan S2 Magister Ilmu Biomedik minat Ilmu Faal Manusia FKMK UGM Yogyakarta. Penulis mengampu mata kuliah Fisiologi Manusia, Patofisiologi, Penyakit Degeneratif, Kimia Klinik di Jurusan TLM Poltekkes Kemenkes Jambi.

Email : Larastiputrii@gmail.com

DASAR-DASAR ANATOMI DAN FISILOGI

Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi merupakan bidang studi yang sangat penting dalam ilmu kesehatan, memberikan pemahaman tentang struktur tubuh manusia (anatomi) dan cara kerja (fisiologi) berbagai sistem yang ada di dalamnya. Ini mencakup pengetahuan tentang sel, jaringan, organ, dan sistem organ, serta interaksi antar sistem yang memungkinkan tubuh berfungsi secara normal.

Buku ini membahas :

- Bab 1 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Endokrin
- Bab 2 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Ekskresi (Perkemihan)
- Bab 3 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Integumen
- Bab 4 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Kardiovaskular
- Bab 5 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Muskuloskeletal
- Bab 6 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Panca Indera
- Bab 7 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Pencernaan
- Bab 8 Anatomi Fisiologi Sistem Pernafasan
- Bab 9 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Reproduksi Pria Dan Wanita
- Bab 10 Anatomi Dan Fisiologi Sistem Saraf



YAYASAN KITA MENULIS
press@kitamenulis.id
www.kitamenulis.id

ISBN 978-623-113-181-2



9 786231 131812